

Государственный комитет по науке и технологиям  
Донецкой Народной Республики  
ГУ «ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: теоретические аспекты, практическое применение

Материалы  
ДОНЕЦКОГО  
МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО  
КРУГЛОГО СТОЛА  
27 мая 2020  
г. Донецк

Донецк  
ГУ ИПИИ  
2020

УДК 004.89  
ББК 32.973  
И85

И 85        **Искусственный интеллект:** теоретические аспекты, практическое применение : материалы Донецкого международного научного круглого стола. – Донецк : ГУ ИПИИ, 2020. – 252 с.

Материалы Донецкого международного научного круглого стола «Искусственный интеллект. теоретические аспекты, практическое применение» (ИИ-2020) представляют собой тезисы участников Круглого стола по актуальным вопросам развития искусственного интеллекта, повышения доступности информации и вычислительных ресурсов для пользователей, совершенствования системы подготовки кадров в этой области, разработки и внедрения информационно-компьютерных технологий и интеллектуальных и роботехнических систем.

**УДК 004.89**  
**ББК 32.973**

© ГУ ИПИИ, 2020

## **ОРГАНИЗАТОР КРУГЛОГО СТОЛА «ИИ-2020»-**

Государственное учреждение

«Институт проблем искусственного интеллекта»

### **ПРИ ПОДДЕРЖКЕ**

- Российской ассоциации искусственного интеллекта
- Государственного комитета по науке и технологиям Донецкой Народной Республики, Донецк
- Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики, Донецк

### **ЦЕЛЬ РАБОТЫ КРУГЛОГО СТОЛА «ИИ-2020»**

- Обобщение идей и мнений относительно проблем искусственного интеллекта
- Концентрация усилий ученых в обсуждении проблем искусственного интеллекта, создании интеллектуальных систем и т.п.
- Передача накопленного современной наукой опыта и знаний научной молодежи, ведущей исследования в области искусственного интеллекта
- Определение новых стратегических направлений развития искусственного интеллекта

### **ТЕМАТИКА КРУГЛОГО СТОЛА «ИИ-2020»**

- Теоретические основы искусственного интеллекта (ИИ)
- Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы
- Психологические и философско-методологические аспекты развития ИИ
- Интеллектуальные информационные системы в медицине, образовании и технике
- Распознавание образов и интеллектуальный анализ данных
- Прикладные системы на основе нейронных сетей
- Системный анализ, оптимизация, управление, принятие решений и обработка информации

В работе Круглого стола в Донецке приняли участие 22 сотрудника Государственного учреждения «Институт проблем искусственного интеллекта» (ГУ ИПИИ) и других учреждений, заочно приняли участие специалисты и учёные из разных городов Российской Федерации, Донецкой Народной Республики и Луганской Народной Республики, в их числе 1 академик РАН, 12 докторов наук и 12 кандидатов наук из следующих образовательных и научных учреждений:

Российский технологический университет РТУ МИРЭА,  
г. Москва;

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва;

Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского РАН,  
г. Москва;

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону;

Южный федеральный университет, г. Таганрог;

Национальный исследовательский центр «Институт имени  
Н.Е. Жуковского», г. Москва;

Пензенский государственный технологический  
университет, г. Пенза;

ФИЦ «Информатика и управление» РАН, г. Москва;

Уфимский государственный авиационный технический  
университет;

ГОУ ВПО «Донецкий национальный  
технический университет»;

ГУ «Институт прикладной математики и механики»;

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»;

«Луганский национальный университет  
имени Владимира Даля».



В рамках VI Международного научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие» (организатор – Министерство образования и науки ДНР, координатор – Донецкий национальный технический университет) 27 мая 2020 г. состоялось заседание Донецкого Международного Круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение», организатором которого выступил ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта» (ГУ ИПИИ) при поддержке Российской ассоциации искусственного интеллекта и Государственного комитета по науке и технологиям Донецкой Народной Республики.

В свете Указа Президента Российской Федерации В.В. Путина «О развитии искусственного интеллекта..» обязательным элементом, определяющим стремительное развитие искусственного интеллекта (ИИ) является развитие информационных факторов, помогающих человеку принимать решения. Искусственный интеллект внедряется во все аспекты человеческой жизни и трудовой деятельности. Для максимально широкого распространения его преимуществ очень важно, изучив факты, сформировать общее понимание того, что представляет из себя ИИ, выделить основные цели, задачи и принципы развития и использования технологий в области искусственного интеллекта, определить приоритетные направления развития ИИ в жизни человека, создать комплексные системы регулирования общественных отношений, возникающих в связи с развитием и использованием технологий ИИ. Поэтому проведение Круглого стола было как никогда актуальным и своевременным. Несмотря на ограничения, связанные с предупреждением распространения коронавирусной инфекции COVID-19 Донецкий международный круглый стол состоялся на высоком научном уровне, еще благодаря современным средствам интерактивных коммуникаций, в частности, работе в зооме, где участники могли видеть друг друга и

общаться заочно. Материалы, вошедшие в сборник тезисов «ИИ-2020», имеют значительную интеллектуальную ценность и знакомят с разработками и внедрением технологий искусственного интеллекта, а также перспективами последующего возможного использования результатов применения ИИ, которые несомненно достаточно широки и охватывают как привычные технологии, так и появляющиеся новые направления, далекие от массового применения, делая обычные программные комплексы интеллектуальными.

Приветственные обращения в адрес участников Круглого стола «ИИ-2020» прислал председатель Государственного комитета по науке и технологиям Донецкой Народной Республики, к.т.н. А.А. Стукалов; президент НИИ «МИВАР», профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н. О.О. Варламов: *«Вы решаете важную актуальную и сверхсложную задачу по обобщению идей, передаче молодежи накопленного современной наукой опыта и знаний, концентрации усилий ученых в создании интеллектуальных систем и определении новых стратегических направлений развития искусственного интеллекта»*; старший научный сотрудник лаборатории нейроонтогенеза Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, профессор кафедры прикладной и экспериментальной лингвистики Московского государственного лингвистического университета, профессор кафедры департамента программной инженерии Высшей школы экономики, д.т.н. А.А. Харламов: *«...достижения ИИ могут оказать влияние на развитие других научных направлений, которые в настоящий момент в совокупности включаются в представления об ИИ в широком смысле: искусственные нейронные сети, интеллектуальные системы, нейроинформатика. Но, самое главное, от ИИ ждут решения всех накопившихся у человечества проблем. Именно поэтому ваше мероприятие весьма актуально...»*; главный научный сотрудник Института прикладной математики им. М.В. Келдыша, д.ф.-м.н., профессор В.Е. Павловский, несмотря на тяжелую болезнь участвовал в работе Донецкого

Круглого стола и обратился к участникам с видеоприветствием. мы увидели его, услышали его бодрый голос...это было в последний раз. Спустя семь дней он ушел из жизни. Мы потеряли друга. За годы нашей совместной научной деятельности, он был постоянным членом Программного комитета МНТК «Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы» и бессменным командиром и председателем Международного турнира по виртуальному футболу. Целеустремленный, жизнерадостный, чуткий, веселый и вдохновенный человек, мудрый и открытый, умный и талантливый ученый вел за собой, увлекал своими научными идеями. Мы всегда будем его помнить и его значительную помощь и поддержку...

Участники круглого стола, выступая в роли пропонентов, равноправно выражали своё личное мнение по поводу обсуждаемого вопроса – развитие науки под названием Искусственный интеллект. Мы ставили перед собой цель собрать на одной площадке авторитетных экспертов и специалистов по проблемам искусственного интеллекта, и нам это удалось.

Оргкомитет



*С. С. Анцыферов, К. Н. Фазилова*

## **ПРИНЦИПЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

*МИРЭА – Российский технологический университет,  
г. Москва, Россия  
c\_standard@fel.mirea.ru*

В статье определены основные принципы практической реализации интеллектуальных систем на основе компьютерных технологий. Особое внимание уделено технологиям, представляющими собой одну из самых перспективных сфер инновационной деятельности: технология создания суперкомпьютеров, создание квантовых компьютеров, создание компьютеров на базе ДНК, т.е. биомолекулярных компьютеров, нейрокомпьютеров.

До настоящего времени наиболее эффективным техническим средством обработки информации является компьютер, компьютерные сети, а также новые интерфейсы: мультисенсорные, мультимодульные, мультилингвистические, виртуальные, создающие эффект телеприсутствия, интерфейсы «мозг человека – машина», «мозг-мозг». Компьютерные технологии представляют собой одну из самых перспективных сфер инновационной деятельности. Важной составляющей этих технологий стали *суперкомпьютеры* (СК) – самые мощные в мире вычислительные системы, используемые при проведении фундаментальных исследований в самых различных областях науки, в том числе при моделировании систем искусственного интеллекта. Основным потребителем суперкомпьютеров являются США. Фирмы Hewlett-Packard и IBM контролируют около 80% мирового рынка суперкомпьютеров, при этом IBM направляет на рынок самые быстрые и самые мощные в мире СК (34,8%). Доля Hewlett-Packard оценивается в 22,7%. В настоящее время промыш-

ленно развитые страны активно конкурируют в области создания самых мощных и самых производительных СК (гонка за «флопами»). Вместе с тем, как показывает практика, высокие мощности и производительности требуют все большего пространства для размещения СК, несмотря на все увеличивающуюся миниатюризацию за счет использования в их конструкции наноконпонентов. По оценкам экспертов, уже в ближайшем будущем наступит физический предел используемой в настоящее время технологической платформы на базе кремниевых транзисторных технологий и потребуются совершенно новые компьютерные технологии. К таковым можно отнести технологию создания квантовых компьютеров с использованием ядерного магнитного резонанса, компьютеров на базе ДНК, т.е. биомолекулярных компьютеров, нейрокомпьютеров.

*Квантовый компьютер* – это вычислительная машина, использующая уникальные квантово-механические эффекты, такие как интерференция, параллелизм, суперпозиция, запутанность, для выполнения совершенно новых видов вычислений, которые, даже в принципе, невозможно выполнить на одном классическом компьютере. Так, если квантовый компьютер состоит из  $n$  кубитов (квантовых битов), то он может иметь одновременно  $2^n$  различных состояний кубитов, классический же компьютер может иметь только одно из  $2^n$  состояний в одно и то же время. Кубиты в квантовых компьютерах могут находиться в суперпозиции (совмещении), сочетании включения и выключения в одно и то же время, т.е. отвечая законам квантовой механики. Коммутации в чипах современных компьютеров находятся в одном из состояний: либо включены, либо выключены. Квантовый компьютер работает посредством манипулирования кубитами на основе фиксированной последовательности, установленной квантовой логической схемой, называемой квантовым алгоритмом. В качестве кубитов могут использоваться фотоны и отдельные атомы. Свойство суперпозиции позво-

ляет квантовому компьютеру производить вычисления за несопоставимо более короткий срок, чем традиционному компьютеру. В настоящее время проводятся исследования по такому направлению как масштабируемость и модульная наращиваемость квантовых информационных систем. Такая компьютерная архитектура позволит не только создать интерфейс с квантовыми коммуникациями, но и в недалекой перспективе квантовые информационные сети.

В настоящее время специалистами проводятся исследования по созданию технологий хранения и обработки информации в биологических системах, а также по созданию *биокомпьютеров*: генетических (ДНК / РНК) и клеточных. ДНК– или биомолекулярный компьютер представляет собой комбинацию специально подобранных нитей ДНК, обеспечивающую выполнение конкретных вычислительных операций. Основные преимущества ДНК– компьютеров:

- возможность создания массивных параллельных схем, недоступных для традиционных компьютеров, работающих на кремниевых чипах. Это обеспечивает выполнение сложнейших математических расчетов за исключительно короткое время, измеряемое в минутах. Для выполнения таких же расчетов традиционным компьютером потребуются месяцы и годы;
- огромная емкость для хранения данных. Так, 453 г ДНК-молекул обладают емкостью для хранения данных, превосходящей суммарную емкость всех современных компьютеров, а 10 трилл. ДНК-молекул занимают объем в  $1 \text{ см}^3$ , чего достаточно для хранения объема информации в 10 ТБ;
- использование не бинарного, а тернарного кода, когда информация кодируется тройками нуклеотидов;
- высокое быстродействие ( $10^{14}$  опер/с) за счет одновременного вступления в реакцию триллионов молекул ДНК;

- высокая плотность хранения данных, в триллионы раз превышающая показатели современных оптических дисков;
- низкое энергопотребление.

Эксперты прогнозируют в недалеком будущем ДНК-компьютеры в качестве нанофабрики лекарств, т.е. в перспективе ДНК-наноконпьютеры, будучи помещены в клетку, смогут осуществлять наблюдение за потенциальными болезнетворными изменениями и синтезировать соответствующие лекарства для борьбы с ними. Подобный, имплантируемый в клетку компьютер, создали ученые Гарвардского и Принстонского университетов. Компьютер предназначен для контроля деятельности генов внутри клеток, для определения мутированных генов, а также раковых клеток. Фактически, такого рода компьютеры являются инструментами для чтения клеточных сигналов и могут перевести сложную клеточную сигнатуру, деятельность множества генов, в читаемую информацию на выходе клетки. Кроме того, они могут быть запрограммированы на маркировку больных клеток, для которых необходимо клиническое лечение, или на самостоятельное терапевтическое воздействие. Возможность направлять лечение только на патологические клетки, не затрагивая здоровые, является наиболее важным результатом создания клеточных или биомолекулярных компьютеров. В настоящее время активно разрабатывается направление, связанное с созданием биокомпьютеров на основе нейроподобных элементов, что позволит сделать эти компьютеры самопрограммируемыми со способностью принимать самостоятельные решения.

Вместе с тем, существует и ряд серьезных проблем, возникающих при разработке биокомпьютеров: сложность считывания результатов вычислительных операций, ошибки в вычислениях, – точность в 1% явно недостаточна; с течением времени ДНК распадаются, а результаты вычислений исчезают.

*Нейрокомпьютеры* – это обучаемые интеллектуальные системы (ИС), основанные на моделировании нейронных сетей. Технической базой создания нейрокомпьютеров являются нейросетевые аппаратно-программные средства в виде нейро-СБИС цифрового и аналогового типов, нейроплат – сопроцессоров в составе обычных ЭВМ, специализированных и универсальных нейрокомпьютеров, программного обеспечения для моделирования нейросетей, операционных систем нейрокомпьютеров.

Таким образом, теоретической базой построения нейрокомпьютеров является коннективистское направление, которое основывается на использовании идеи связывания большого количества элементов для построения ассоциативных сетей, позволяющих эффективно накапливать и использовать знания для решения задач классификации, аппроксимации, распознавания образов, принятия решений. Это направление имеет мощную теоретическую базу, основанную на биологических моделях функционирования нервной системы, в частности, нейронных структур мозга, теории формальных нейронов, динамических моделях нейросетей, описываемых разнообразными системами нейро- и мнемоуровней, методах структурированного представления знаний в ассоциативных сетях с иерархической структурой, методах обучения ассоциативных сетей. Достижение значительных практических результатов в создании нейросетевых аппаратно-программных средств и решение с их помощью целого ряда задач стало возможным благодаря интенсивному развитию технологии СБИС и аналоговой нейромикроэлектроники.

В заключение можно сказать, что в настоящее время возможности «кремниевых» технологий до конца еще не исчерпаны и при наличии больших производственных мощностей, отлаженного производства, специалистов, инфраструктуры, разогретых рынков сбыта это направление еще долго будет занимать на рынке доминирующие позиции.

Освоение нанометрового диапазона потребует создания принципиально новых физических основ и технологий производства элементной базы суперкомпьютеров, которые в общих чертах просматриваются уже сейчас.

Созданием «элементной базы» квантового компьютера интенсивно занимается целый ряд научно-исследовательских организаций ведущих стран мира, что создает хорошие предпосылки для практической реализации совершенно новых видов вычислений, в принципе невозможных для классических компьютеров.

Достижения биоинформатики в сочетании с нанобиотехнологией приведут в недалеком будущем к созданию интеллектуальных имплантируемых наносистем, обеспечивающих контроль состояния организма на клеточном уровне.

### **Литература**

1. Анцыферов С. С. Метрологическое обеспечение наукоемких технологий [Текст] / С. С. Анцыферов, М. С. Афанасьев, А. С. Сигов. – М. : Изд. ИКАР, 2016. – 224 с.
2. Режим доступа: <http://femto.com.ua/>

*Ф. М. Бельченко<sup>1</sup>, С. Е. Сосенушкин<sup>2</sup>*

### **ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОБОТОТЕХНИКЕ**

*<sup>1</sup>Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского,  
г. Москва, Россия*

*<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный  
технологический университет «СТАНКИН»,  
г. Москва, Россия*

В настоящий момент робототехника является одной из самых технологичных отраслей в мире. Она совмещает в себе много различных направлений науки и техники, к

которым относятся: механика, электроника, теория автоматического управления, искусственный интеллект (далее – ИИ), системы технического зрения, разработка программного обеспечения и т.д. Такое объединение позволяет создавать очень сложные робототехнические системы (далее – РТС) различных назначений. И основной задачей таких систем является замена человека в опасных сферах его деятельности. Такой является боевая сфера, где роботы способны сохранить жизни военнослужащих и сотрудников правоохранительных органов [1].

Лидирующие экономики мира вкладывают значительные средства в развитие военной робототехники. Лидерами в этой отрасли являются США, Великобритания, Россия, Израиль, Франция, Китай и Япония. Уже разработаны наземные боевые роботы, беспилотные летательные аппараты для разведки, подводные роботы-инспекторы. Роботы заменяют человека при разминировании и пожаротушении. Запускаются в производство роботы для ведения боевых действий на передовой и во время прикрытия отрядов. Постепенно роботы должны полностью заменить солдат на полях сражений.

Военные и полицейские роботы становятся более совершенными и независимыми от действий человека. Это происходит благодаря искусственному интеллекту. Со временем такие машины должны стать полностью автономными, самостоятельно принимать решения в соответствии с целью и задачами. При этом они не должны представлять опасность для своих операторов и других людей. И здесь появляется ряд технических, организационных и этических проблем, связанных с искусственным интеллектом.

Современные боевые роботы (а точнее, дистанционно управляемые устройства) воплощают идеи, сложившиеся еще в первой половине XX века. Первое подобное устройство продемонстрировал Никола Тесла в 1898 году, это

была миниатюрная модель судна, управляемая по радио. Идея боевого использования беспилотных летательных аппаратов была выдвинута в 1910 году американским военным инженером Чарльзом Кеттерингом. Он создал и испытал несколько таких аппаратов, но в бою они не применялись.

В первой половине XX века сформировались основные принципы боевого применения дистанционно управляемых устройств, которые, с небольшими изменениями, действуют и в настоящее время. Роботы передавались воинским частям для выполнения специальных задач: разведки, подрыва укреплений противника, нанесения бомбоштурмовых ударов, постановки дымовых завес, огнеметания, а также применения химического оружия. Сейчас из этого списка выпало химическое оружие, но добавилось разминирование и транспортные операции.

Поскольку наблюдается тенденция вытеснения человека из «цепи принятия решения», в скором времени полностью автономные системы будут сами принимать решение о применении оружия. По мнению военных экспертов, вооруженные воздушные силы будущего будут все более и более беспилотными и автономными. В последнее время Министерство обороны США ежегодно тратит примерно \$6 млрд на научные исследования в этой области. Военные стратегические документы, особенно США, отражают планы увеличения степени автономности систем вооружений. Министерство обороны США предполагает развитие беспилотных воздушных, наземных и подводных систем, легко совместимых с системами, управляемыми человеком, постепенное уменьшение степени человеческого контроля и принятия решения.

Использование ИИ во время войны может спасти тысячи жизней, но оружие, обладающее разумом и выступающее самостоятельно, представляет угрозу даже для своих создателей. Поэтому очень остро стоит этический вопрос

применения роботов с искусственным интеллектом. Например, если по вине робота убиты гражданские лица или из-за ошибок программы робот стал убивать своих солдат – становится не ясен вопрос о том, кто будет ответственен за эти ошибки. Также первоначальная оценка полностью автономного оружия показывает, что роботы-убийцы будут неспособны соблюдать ключевые принципы международного гуманитарного права. Они будут неспособны следовать правилам гуманного ведения военных действий: различения (противника и мирных жителей), пропорциональности (применения оружия) и военной необходимости (применения оружия).

Этические вопросы практической робототехники поднимались в художественной литературе задолго до того, как этот вопрос приобрёл реальное научно-практическое значение. Так, в 1942 американский писатель-фантаст русского происхождения Айзек Азимов сформулировал в своем рассказе «Хоровод» ставшие всемирно известными три закона робототехники, положив начало обсуждению этических аспектов применения роботов. С течением времени и развитием технологий актуальность и острота этого обсуждения продолжает нарастать.

Европейские эксперты по робототехнике обсуждали проблему, которая связывает этику и применение боевых роботов. Дискуссия состоялась в Копенгагене во время проведения фестиваля науки ESOF-2014. Полностью тема звучит так: «Военные машины: будут ли роботы вести себя более этично, чем солдаты?». Основной мыслью, к которой склонялись специалисты из разных стран, стала идея контроля применения боевых роботов в военных действиях со стороны ООН. В то время как одни выступили за полный запрет применения роботов в военных действиях, другие предложили ограничиться контролем, но очень жестким. При этом планируется создать систему международных договоров. Прозвучала идея о «замораживании» боевого применения роботов-солдат до тех пор, пока не будут проведены определенные исследования и выработаны специальные защитные меры.

В качестве оправданного применения роботов в военных целях видится возможность применения робототехники на блокпостах в Ираке и Афганистане, где случаются террористические акты с использованием смертников и автомашин, начинённых взрывчаткой. Использование роботов могло бы сохранить жизни солдат. [3]

На Международной конференции по искусственному интеллекту (IJCAI) было представлено открытое письмо к ООН, в котором более 1000 специалистов требуют запретить использование искусственного интеллекта при разработке «умного оружия» и боеприпасов. Инициатором письма стал Институт Будущего. Его одобрили многие всемирно известные ученые и лидеры отрасли, среди них Стивен Хокинг, Илон Маск, Стив Возняк, Ноам Хомский. По мнению авторов письма, использование ИИ в оружии может стать третьей революцией в ведении боевых действий. Первой революционной технологией изменившей характер войны стало огнестрельное оружие, затем появилась ядерная бомба. Изменения произошли, несмотря на трудности, с которыми было связано появление новых вооружений. Введение винтовок было связано и с трудностями внедрения новых технологий и освоением вооружения солдатами. Ядерное оружие было внедрено, несмотря на его ошеломительную стоимость и технологические трудности производства и использования. Опасность ядерной бомбы общество осознало. Вместо активного использования возникла система ядерного сдерживания и контроля [3].

В письме обращается внимание и на то, что беспилотные аппараты с ИИ, которые способны самостоятельно охотиться и убивать независимо от команды человека, будут относительно дешевы в массовом производстве. Это позволит снизить стоимость любого вторжения, снижая порог принятия решения о начале военных действий. Моральная тяжесть по поводу убийства себе подобного также снимается с человеческого сознания. Процесс убийства становится удален-

ным, опосредованным. При этом сводится к нулю элемент человеческого сострадания и моральной ответственности.

Более тысячи экспертов области, собравшиеся на Международной объединенной конференции по искусственному интеллекту в Аргентине в 2015 году, подписали открытое письмо, призывающее запретить развитие автономного оружия и использования ИИ в военных целях.

Кампания за запрещение роботов-убийц ведётся силами международной коалиции. В неё входят 44 неправительственные организации из 21 страны. Коалиция была создана в апреле 2013 года в Лондоне. Главной её задачей является полное запрещение разработки и применения автономных военных роботов. Прообразом такого решения могут служить соглашения о запрещении кассетных бомб и противопехотных мин.

Вместе с тем нельзя не отметить, что научно-технический прогресс не имеет обратного хода, и любая технология, в разработку которой вложены значительные средства и которая технически готова к применению на практике, рано или поздно найдёт такое применение несмотря ни на какие общественные обсуждения и запреты.

## Литература

1. Юревич Е. И. Основы робототехники [Текст] / Юревич Е. И. – 3-е изд. – БВХ-Петербург, 2010. – 360 с.
2. Шевченко А. И. Программное обеспечение интеллектуально-механических мобильных роботов. Научная статья. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmnoe-obespechenie-intellektualno-mehnicheskih-mobilnyh-robotov/viewer> (дата обращения: 22.09.2010 г.)
3. Этично ли применение боевых роботов. [Электронный ресурс] // Zobot – блог о роботах. – URL : <http://www.zobot.ru/etichno-li-primenenie-boevyh-robotov/> (дата обращения: 1 июля 2014 года)

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В XXI ВЕКЕ**

*ГОУ ВПО «Донбасская юридическая академия», г. Донецк*

**Общая постановка проблемы.** В настоящее время исследованием проблем искусственного интеллекта как социокультурного феномена, занимаются специалисты ряда дисциплин, в том числе и социально-гуманитарных.

Целью данной статьи является обзор проблем искусственного интеллекта как социокультурного феномена; изучение специфики развития современного общества, влияющей на развитие искусственного интеллекта; рассмотрение особенностей развития искусственного интеллекта в условиях резкого увеличения объемов информации.

**Анализ исследований и публикаций.** Специфика современной культуры в целом заключается в том, что она, несомненно, более «информативна», чем в любую из предшествующих эпох, что, в свою очередь, требует определенного уровня развития технологий. В рамках различных теорий информационного общества исследователей Д. Белла, А. Тоффлера, Э. Гидденса, Ф. Уэбстера, М. Кастельса и др. обозначается важность информации для современного социокультурного поля.

Исследованию проблем искусственного интеллекта посвятили всю свою жизнь: М. Г. Абрамов, Н. М. Амосов, И. А. Быковский, В. Ф. Венда, А. И. Галушкин, Гарфинкель, А. Н. Горбань, Д. А. Россиев, Р. М. Грановская, И. Я. Березная, В. В. Емельянов, В. М. Курейчик, В. В. Курейчик, М. Кастельс, О. П. Кузнецов, И. М. Макаров и др. ученые и мыслители.

Появление кибернетики и информатики способствовало тому, что понятие «информация» стало одним из основных понятий современной философии и стало широко использоваться в научном обиходе с середины XX века.

В условиях резкого увеличения объемов информации вполне естественным выглядит возникновение искусственного интеллекта, одной из основных целей создания которого является снижение интеллектуальной нагрузки, лежащей на современном человеке в XXI веке.

В настоящее время философы делают попытки применить феноменологическую теорию воображения к анализу виртуальных вымыслов. В частности, Гуссерль находил принципиальное различие между сознанием образа и чистой фантазией [4, с. 92].

Феноменолог Николас де Варрен полагает, что любая теория виртуального вымысла предполагает некоторую теорию воображения». Он видит проявления воображения в широком спектре: от наскальной живописи до изобретения алфавитного письма, от развития художественной литературы до изобретения компьютерных игр [2, с. 97].

По одной из версий, компьютерные программы, представляющие собой алгоритм по обработке определенных символов, действуют подобно сознанию человека. Первыми, кто заявил о сходстве функций компьютера и мозга были нейрофизиолог Маккалох и его помощник, математик Питтс, разработавшие теорию деятельности головного мозга. Их совместная статья «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности», опубликованная в 1943 г., стала основой, на которой сформировалось мнение о том, что мысли человека можно воспроизвести в виде двоичного кода, т.е. мысли человека можно «перевести» на язык машины.

В XXI веке функционирование компьютеров описывают терминами человеческой деятельности. Например, о новых поколениях компьютеров говорят, что они эволюционируют, и их способность накапливать и хранить информацию называют памятью [6, с. 73].

Чтобы понять механизм действия данной гипотезы, необходимо сравнить отдельные параметры человека и машины, в качестве примера можно оперативную память.

У компьютера она состоит из микросхем, чипов, построенных из ёмкостных ячеек, каждая из которых имеет свой адрес (координаты). Заполненная ячейка – заряженная ёмкость, пустая – разряженная. На обработку каждой ячейки, запись, стирание, считывание информации процессор выделяет отдельные циклы. То есть компьютер работает следующим образом: считывает, считает, фиксирует результат.

Принципиальное отличие – при работе оперативной памяти человека, в отличие от компьютера, не выделяется циклов. Появление, изменение и уничтожение информации в ней связано со временем. Единицы оперативной памяти человека не подвергаются вычислительному процессу, а видоизменяются под воздействием внешних факторов напрямую, например: «проехала грузовая машина», «заболела голова», «надо ответить на сообщение». В машинном коде эти «мысли» занимают разное битное пространство памяти, в человеческом – один блок. Так же, в виде блоков они сохраняются в статичной памяти. Чем больше блок – соответственно тем легче осмыслить крупный массив информации, быстрее поиск в сохранённой памяти [8, с. 34].

Российский философ В. А. Ладов фундаментально исследовал проблему конституирования реальности в цифровую эпоху, в частности его философские идеи по этому вопросу были представлены на Международной молодежной конференции «Искусственный интеллект: философия, методология, инновации» в 2007 г. в Санкт-Петербурге. В. А. Ладов определяет виртуальную реальность как «искусственно созданную информационную среду» [3, с. 56], делает акцент на присутствии виртуального в разные эпохи человечества.

Роль масс-медиа в XXI веке такова, что иногда можно и вовсе говорить о потере реальности: «Объективная реальность сменяется реальностью виртуальной, деформирующей действительность» [5, с. 43]. В результате масс-медиа предоставляют аудитории разные стороны и всевозможные

интерпретации событий, но не с реальность, как таковую. Ладов полагает, что эти процессы неизбежны и их не стоит оценивать негативно – феноменология может помочь современному человеку сориентироваться в сложившейся ситуации.

### **Вывод**

Современная техногенная цивилизация сконцентрировала в себе достижения человеческого разума и одновременно – опасности и угрозы, способные повернуть вспять прогресс и привести человечество к моральной деградации.

Одна из основных проблем – отсутствие единого междисциплинарного понятийного аппарата в области искусственного интеллекта, а также в смежных дисциплинах, так как даже термин «сознание» трактуется по разному даже в пределах одной науки. Актуальной остается проблема конституирования реальности в современную цифровую эпоху.

Еще одной проблемой искусственного интеллекта, еще до современной цифровой эпохи, стала технофобия, так как в обществе еще до создания первых роботизированных машин бытовало представление об искусственном разуме как о чем-то темном, разрушительном и несущем угрозу.

Марков пишет о значении искусственного интеллекта в XXI веке: «Как очки и контактные линзы стали нашими родовыми протезами, ибо мы теряем зрение, так и компьютер становится интеллектуальным протезом людей, теряющих способность мыслить».

Научно-техническая революция внесла глобальные изменения в наш мир, что заставляет по-новому посмотреть на классические философские вопросы о сущности разума, не забывая о том, что любая система искусственного интеллекта создана человека.

## Литература

1. Husserl E. Logische Untersuchungen Max Niemeyer Verlag Tübingen [Текст] / Husserl E. – 1980.
2. Warren N. de. Husserl and the Promise of Time: subjectivity in transcendental phenomenology [Текст] / Warren N. – N.Y. : Cambridge University Press, 2009. – 309 p. (In English).
3. Девятков, В. В. Системы искусственного интеллекта: учеб. пособие для вузов [Текст] / В. В. Девятков. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 352 с.
4. Гуссерль Э. Идеи к чистой феноменологии и феноменологической философии [Текст] / Гуссерль Э. – М. : Лабиринт, 1994.
5. Кастельс М. Информационная эпоха [Текст] / Кастельс М. – М., 2000.

*М. В. Близно*

## НЕЙРОННЫЕ СЕТИ. РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В MATLAB

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк*

При создании искусственных нейронных сетей исследователи в данной области ориентировались на открытия в области нейроанатомии и нейрофизиологии, а также на психологические модели человеческого обучения. Наиболее подходящей из психологических моделей была модель Д. Хэбба, которая в 1949 году стала стартовой точкой для развития алгоритмов обучения искусственных нейронных сетей.

Со стороны биологии, исследователи брали знания о человеческом мозге, а точнее о структуре и взаимодействиях нейронов и нейронных соединений. Искусственный нейрон имитирует действия нейрона в человеке – принимает информацию, обрабатывает и отправляет ее дальше по нейронным связям. Модель искусственного нейрона представлена на рис. 1.

Нейрон преобразует полученный сигнал  $X$  активационной функцией, которая в него заложена, и формирует выходной сигнал  $Y$ .

Основываясь на возможностях нейронов, а также на способах их взаимодействия, учеными были сожраны различные типы искусственных нейронных сетей. Типы нейросетей объединены в две большие группы: Нейросети прямого действия и рекурсивные нейросети, с обратными связями.

К нейросетям прямого действия относятся: однослойные сети, многослойные и сети с радиальными базисными функциями. К рекурсивным нейросетям относятся: нейросеть Кохонена, нейросеть Хопфилда, нейронные сети АРТ (адаптивные нейронные сети).

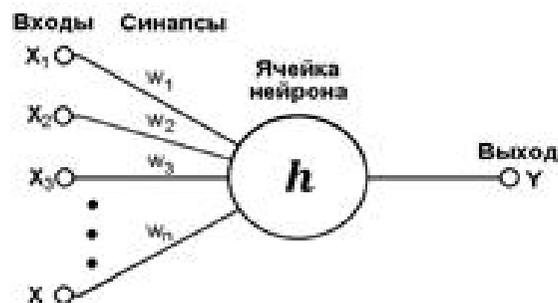


Рисунок 1 – Модель нейрона

Обучение нейронных сетей происходит по одному из двух алгоритмов – «с учителем» и «без учителя».

Обучение «с учителем» основывается на том, что для каждого набора входных сигналов уже существует набор, который в результате должен получиться на выходе. После прохода сигнала через нейронную сеть, результат сравнивается с тем, что в итоге должно было выйти и вычисляется ошибка. Ошибка возвращается в сеть и меняет веса ребер соединения нейронов, для того, чтоб минимизировать ошибку на выходе.

Обучение «без учителя» заключается в выделении статистических свойств обучающего множества и группировке сходных векторов, а часто используемые пути решения усиливают свои связи, формируя таким образом феномен «привычки». Именно такая концепция обучения была сформулирована Хеббом.

Для упрощения обучения и в тоже время для обеспечения возможности реализации решений прикладных задач, обеспечивающую поддержку проектирования, моделирования и обучения нейронных сетей был разработан пакет Neural Network Toolbox из среды MATLAB от компании MathWorks. Данный пакет позволяет: осуществлять управление сетевыми парадигмами; создавать и обучать нейросети с обратными связями; формировать передаточные функции; дает возможность формировать неограниченное количество нейронов и их взаимосвязей.

В пакет включены более 150 функций для создания, обучения и применения нейронных сетей. Все функции разбиты на несколько групп: создания, активации, обучения, настройки нейронных слоев, оптимизации, инициализации слоев и смещений, преобразования входов нейросети, использования.

Функции создания предназначены для создания нейронной сети со всеми параметрами пользователя, она возвращает уже созданную нейросеть и ее характеристики.

Функции активации предназначены для подготовки данных для обучения нейронной сети. Функции обрабатывают входные данные, преобразовывают их и возвращает ее в виде, пригодном для использования при обучении тех или иных нейронных сетей.

Функции обучения предназначены для задания алгоритмов и параметров обучения искусственных нейронных сетей определенной конфигурации. Результатом будет уже готовая и обученная нейронная сеть.

Функции настройки нейронных слоев представляют собой дополнительные функции, которые применяются совместно с функциями обучения при работе с нейросетями. Основной задачей таких функций, является корректировки весов нейрона.

Функции оптимизации являются вспомогательными функциями для функций обучения нейронных сетей. Они реализуют различные алгоритмы поиска, для обеспечения оптимизации слоя в обучающейся нейросети.

Функции инициализации слоев и смещений служат для задания весов и смещений сети. Значение зачастую выбираются случайным образом. Данные функции необходимо выполнять перед началом обучения, так как некоторые нейросети требуют первоначальное задание данных параметров.

Функции преобразования входов нейросетей позволяют преобразовать значения, поступающие на входы сети, используя операции умножения и суммирования.

Функции использования нейронных сетей позволяют симулировать работу обученной нейронной сети. Результатом данных функций являются значения на выходов самой сети. Применяться как для проверки правильности обучения сети, так и для использования уже обученных искусственных нейронных сетей.

## **Литература**

1. Каллан Р. Нейронные сети: Краткий справочник [Текст] / Р. Каллан. – М. : Вильямс И.Д., 2017. – 288 с.
2. Neural Networks. The MathWorks, Inc / [Электронный ресурс] Режим доступа : <https://www.mathworks.com/discovery/neural-network.html>

## **ОБ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ АДАПТАЦИИ РУССКОЯЗЫЧНЫХ ТЕКСТОВ**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
svetlako@yandex.ru*

В данной работе понятие «адаптация» рассматривается как упрощение, понижение лингвистической сложности текста, при сохранении переданной в оригинале информации и смысла [1]. Главной целью упрощения является передача смысла в более доступной форме для читателей, чьи навыки чтения ограничены. В век повсеместной цифровизации и компьютеризации очевидна необходимость компьютерных инструментов для автоматизированного упрощения в таких сферах, как подготовка текстов для детей или взрослых изучающих русский язык как иностранный, а также для людей страдающих различными нарушениями восприятия, препятствующими пониманию лексически сложных текстов (афазия, нарушения слуха [2] и т.д.). Системы для автоматизированного упрощения могут быть использованы как инструмент помощи при подготовке учебного материала преподавателем, в качестве самостоятельных приложений для определённых групп читателей, и как части других инструментов для обработки естественного языка (машинный перевод, автоматическое реферирование и извлечение информации и знаний, поисковые системы).

Вопросами автоматизированной адаптации занимались А. Siddharthan, L. Feng [3], M. Shardlow [4] (описание автоматического упрощения текста как исследовательской проблемы), M. A. Angrosh [5] (гибридное автоматическое упрощение), M. J. Aranzabe [6] (построение дерева зависимостей для упрощения сложных структур), R. Keskiö [7] и J. De Belder [8] (автоматическое упрощение при помощи синонимических замен).

Кроме того, существуют исследования, посвящённые оценке систем автоматического упрощения, в частности, применению удобочитаемости как меры эффективности подобных программ (S. Alusio et al.; S. Crossley et al. [9]).

Вопросами автоматической обработки русскоязычных текстов языка, которые могут быть положены в основу автоматизированной системы адаптации занимались также следующие исследователи: В. Ю. Шелепов, А. В. Ниценко, С. А. Большакова (автоматическое построение деревьев синтаксического подчинения) [10], Г. В. Дорохина, Т. В. Ермоленко (синтаксический анализа русскоязычного текста), Э. С. Клышинский, А. С. Сапин (морфологический анализ текстов) [11], Н. В. Лукашевич (применение тезаурусов для информационного поиска) [12], Е. И. Большакова, Н. Э. Ефремова (извлечение информации из текстов), Я. А. Дударева (исследования семантики слов, разработка толковых словарей) [13], Е. И. Бурлаева (систематизация специализированной информации) [14].

Образцом для систем автоматизированной адаптации служит адаптация, производимая человеком-специалистом. Среди элементов адаптации, выполняемой человеком, могут быть выделены следующие:

1. Отказ от предложений или целых абзацев, которые могут быть опущены без существенных потерь для общего содержания текста.

2. Отказ от отдельных слов в предложениях на тех же условиях.

3. Замена предложений синтаксически более простыми.

4. Лексическое упрощение, а именно, замена отдельных слов и словосочетаний их более общими или более употребительными синонимами.

Настоящая работа посвящена автоматической реализации процедур, связанных с последним пунктом приведенного списка. Основой для лексического упрощения текста традиционно выступают исследования теории синонимии и

словари синонимов З. Е. Александровой [15], Ю. Д. Апресяна, Е. А. Евгеньевой, Р. Н. Ключевой и др. Мы используем специальную базу синонимов, построенную на основе словаря [15]. В этом словаре для каждого синонимического ряда выделена доминанта (стилистически нейтральный, семантически прозрачный и емкий член синонимического ряда, по сравнению с другими членами ряда имеющий большую употребительность и главное – наиболее широкую сочетаемость). Однако [15] – это словарь-подсказка для людей, пишущих на русском языке. Наша же программа должна осуществлять синонимические замены автоматически. Поэтому нам пришлось пересмотреть и зачастую изменить выбор доминант.

Программно реализованы следующие шаги для лексического упрощения:

1. Программа проводит морфологический анализ всех слов текста и лемматизирует его (определяет нормальную форму каждого слова).
2. Производится поиск слова в базе синонимов.
3. Если слово не является доминантой, то программа заменяет его соответствующей доминантой.
4. Наконец, она восстанавливает в полученном предложении правильный русский синтаксис.

Как и в работе [11], применяется морфологический анализ, основанный на словаре русских словоформ [16] объемом более 4 миллионов единиц. В txt-формате он представляет собой совокупность строк – словоформ с сопровождающей грамматической информацией, собранных в парадигмы, каждая из которых начинается леммой. Леммы расположены по алфавиту. Представление словаря в виде дерева позволяет осуществлять в нем практически мгновенный поиск любой словоформы. Это позволяет эффективно выполнять определение нормальной формы (леммы), поиск морфологических характеристик и синтез словоформы, соответствующей запрошенным морфологическим характеристикам.

Одним из основных препятствий на пути автоматического морфологического анализа является проблема неоднозначности слов (слова-омонимы и омонимичные словоформы). В работе используется метод снятия морфологической омонимии, основанный на правилах, как в работе [10]. Если заменяемое и заменяющее слова имеют одинаковые грамматические характеристики, то заменяющее слово ставится в той же форме, в которой находилось заменяемое. Если заменяющее существительное, отличается от заменяемого родом, то программа меняет форму относящихся к нему членов предложения, согласуя их с новым существительным. Так, например, фраза АВТОМАШИНА ТРОНУЛАСЬ преобразуется во фразу АВТОМОБИЛЬ ТРОНУЛСЯ.

Зачастую для получения в замененном предложении правильного синтаксиса требуется изменить синтаксическое управление. Для этого программа использует специальные метки, проставленные в базе

Полученный в результате работы разработанной программы упрощенный текст легче для восприятия и людьми и средствами автоматической обработки естественного языка. Проведены тесты с машинным переводом упрощенных текстов. Такие тексты переводятся более адекватно и семантически верно.

## Литература

1. Siddharthan A. A survey of research on text simplification [Текст] / A. Siddharthan // IJL-International Journal of Applied Linguistics. – 2014. – Т. 165, № 2 – С. 259-298.
2. Inui K. Text simplification for reading assistance: a project note [Текст] / K. Inui et al. // Proceedings of the second international workshop on Paraphrasing-Volume 16. – Association for Computational Linguistics, 2003. – С. 9-16.
3. Feng L. Text simplification: A survey [Текст] / L. Feng // The City University of New York, Tech. Rep. – 2008.
4. Shardlow M. A survey of automated text simplification [Текст] /

- M. Shardlow // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2014. – Т. 4. – № 1.
5. Angrosh M. A. Hybrid text simplification using synchronous dependency grammars with hand-written and automatically harvested rules [Текст] / M. A. Angrosh, A. Siddharthan // EACL. – 2014. – С. 722-731.
  6. Aranzabe M. J. First approach to automatic text simplification in Basque [Текст] / M. J. Aranzabe, A. D. de Ilarraza, I. Gonzalez-Dios // Proceedings of the Natural Language Processing for Improving Textual Accessibility (NLP4ITA) workshop (LREC 2012). – 2012. – С. 1-8.
  7. Keskiö R. Automatic text simplification via synonym replacement [Текст] / Keskiö R. – 2012.
  8. De Belder J. Lexical simplification [Текст] / J. De Belder, K. Deschacht, M. F. Moens // Proceedings of ITEC2010: 1st international conference on interdisciplinary research on technology, education and communication. – 2010.
  9. Crossley S. A. Text readability and intuitive simplification: A comparison of readability formulas [Текст] / S. A. Crossley, D. B. Allen, D. S. McNamara // Reading in a foreign language. – 2011. – Т. 23, № 1. – С. 86.
  10. Ниценко А. В. О подчинительном дереве для простого распространенного русского предложения [Текст] / А. В. Ниценко, В. Ю. Шелепов, С. А. Большакова // Проблемы искусственного интеллекта. – 2019. – № 2(13).
  11. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных: учеб. пособие [Текст] / Большакова Е. И., Воронцов К. В., Ефремова Н. Э., Клышинский Э. С., Лукашевич Н. В., Сапин А. С. – М. : Изд-во НИУ ВШЭ, 2017. – 269 с. ISBN 978-5-9909752-1-7
  12. Лукашевич Н. В. Тезаурусы в задачах информационного поиска [Текст] / Лукашевич Н. В. – М., 2010. – 396 с., ил.
  13. Дударева Я. А. Синонимические толкования как проявления дефиниционной стратегии семантизации слова (на материале «словаря обыденных толкований русских слов») [Электронный ресурс] / Я. А. Дударева // Гуманитарные научные исследования. – 2012. – № 10. – URL : <http://human.snauka.ru/2012/10/1825> (дата обращения: 27.03.2019).
  14. Бурлаева Е. И. Проект построения алгоритма классификации текстовых документов [Текст] / Е. И. Бурлаева, В. Н. Павлыш // Проблемы искусственного интеллекта. – 2017. – № 4(7).

15. Александрова З. Е. Словарь синонимов русского языка: Практический справочник [Текст] / З. Е. Александрова. – М. : Рус. яз., 2001. – 568 с.
16. Хаген М. Полная парадигма. Морфология) [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.speakrus.ru/dict/#morph-paradigm> (дата обращения: 10.02.2020).

***О. А. Бутов***

## **ЗАСТАВЬ МАШИНУ ДУМАТЬ: КАК РАЗВИВАЮТ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ У РОБОТОВ**

*(по материалам «Аналитический обзор  
мирового рынка робототехники 2019»,  
подготовленного специалистами Сбербанка)*

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк*

Робототехника долгое время развивалась отдельно от искусственного интеллекта (ИИ), но сейчас перспектив у автоматизации без него нет. Понятие искусственного интеллекта неразрывно связано с робототехникой. По сути, робот – машина, умеющая воспринимать окружающую действительность, ее интерпретировать и действовать соответствующим образом, то есть думать.

Появление терминов «робот» и «искусственный интеллект» сильно разнесено по времени (1921 и 1956 годы соответственно), а за последние полвека пути развития двух областей то сходились, то расходились. Но сейчас прогресс вычислительных мощностей, солидный объем практических наработок и доступность информации вынуждают эти дисциплины вновь объединиться.

В определении авторов исследования ИИ – это способность программ и устройств интерпретировать данные, обучаться на них и использовать полученные знания для

достижения целей, в том числе самостоятельно. В свою очередь ИИ делится на два типа:

- **сильный ИИ** интеллект в широком смысле, способный решать задачи наравне с человеческим разумом;
- **слабый ИИ** занимается решением узкоспециальных задач, достигает конкретных поставленных целей.

Сегодня, пишут аналитики, сильного ИИ в природе пока не существует и вообще есть обоснованные сомнения в возможности его реализации. Поэтому искусственный интеллект сейчас и в ближайшем будущем – это слабый ИИ, занимающийся отдельными проблемами и задачами. Решить их помогает набор технологий, сгруппированный авторами доклада по пяти видам.

## **Технологии искусственного интеллекта**

### **1. Компьютерное зрение**

Это обработка визуальной информации для получения знаний. Базовая задача внутри этой технологии – детектирование объекта на изображениях и видео, то есть осознание того, что на одной фотографии в углу изображен автомобиль, а на другой – компьютер, клавиатура и телефон. В робототехнике результаты обнаружения объектов дают роботу понимание, что и как делать, способствуют обучению.

Логическим продолжением детектирования является трекинг, то есть вначале объект обнаружен, затем начинается отслеживание его перемещений. Роботам это нужно, чтобы понимать визуальную сцену и учиться прогнозировать действия других объектов, что незаменимо, например, для беспилотных автомобилей.

Другие задачи компьютерного зрения – это сегментация изображения (понимание, где пол, где стена, а где

дверь) и оценка глубины. Последнее подразумевает понимание расстояния до того или иного объекта и решается восстановлением трехмерной геометрии по серии двухмерных фотоснимков.

## **2. Обработка естественного языка**

Коммуникация с человеком невозможна без понимания его языка. Специалисты в области ИИ разбирают по частям отдельные морфемы, даже эмоциональный окрас слов в тексте, зашивая это в программу. Роботы нуждаются в таких технологиях, для них это как диалоговое окно с человеком, причем речь идет не просто о понимании, но и об ответной реакции и обучении новым понятиям.

## **3. Речевая аналитика**

Если обработка языка касается текстовой информации, то речевая аналитика – звуковой. В первую очередь это распознавание речи, которое к 2019 году уже прочно вошло в быт людей. Следующий шаг – синтез речи, совершенствование речевых и голосовых качеств самого робота и/или программы до уровней человеческого общения.

## **4. Принятие решений**

По-другому эту технологию можно назвать автоматизацией процессов, когда они проходят без участия человека. Поскольку опять же мы говорим о слабом ИИ, заточенном под решение отдельных задач, технологии принятия решений являются едва ли не самыми понятными по своему назначению. Выделяют несколько сфер применения таких технологий:

- навигация, например обход препятствий, запоминание и учет пройденного пути, локализация себя в пространстве;
- обучение путем демонстраций, когда робот заучивает показанные визуально или механически действия;

- эмоциональное взаимодействие, для которого машине нужно понимать настроение стоящего перед тобой человека, накладывать его на свои особенности «характера» и выдавать результат в виде «мимики» или «эмоций»;
- автоматизация машинного обучения, то есть снижение участия в нем человека, частичный перевод на самообучение.

Разумеется, такие технологии должны применяться совместно с другими: самостоятельная навигация вместе с компьютерным зрением, а эмоции – вместе с речевой аналитикой.

### **5. Рекомендательные системы**

Отдаленно эта технология схожа с принятием решений, но аналитики Сбербанка выделили ее отдельным пунктом. Причина – потенциал широкого применения именно рекомендательных систем в сервисной робототехнике. Речь идет о предложении товаров и услуг, таргетированной рекламе, подборке кинофильмов и музыки. Применительно же к роботам технология может привести к распространению роботов-официантов или продавцов-консультантов.

Многие из указанных выше технологий уже применяются в робототехнике, причем не только в прототипах, но и в массовом производстве. Наибольший путь на данный момент пройден в областях компьютерного зрения и обработки естественного языка – другими словами, в распознавании визуальной и текстовой информации.

Уже сейчас существуют роботизированные системы, успешно применяющие те или иные наработки в области искусственного интеллекта. К самым известным аналитики относят три типа роботов:

- самоуправляемые автомобили. Пока – это именно самоуправляемые, а не беспилотные транспортные

средства. По закону водитель все равно необходим, хотя значительную работу по восприятию и оценке окружающей действительности проводит именно машина;

- промышленные роботы. На производстве они применяются уже достаточно долго (например, высокоточные станки или манипуляторы для сборки машин), но технологии ИИ начали проникать сюда недавно, например машинное обучение роботов, призванных корректировать работу сервомоторов, или же использование компьютерного зрения для оценки того, как лучше упаковать продукт;
- кухонные роботы. Компьютерное зрение помогает им определить местонахождение ингредиентов и утвари и составить план приготовления блюда.

В будущем развитие робототехники будет происходить в первую очередь за счет более широкого и глубокого внедрения ИИ, а не совершенствования материально-технической базы, уверены авторы обзора. Перспективы развития рынка они разделяют на краткосрочные и долгосрочные, правда, конкретных дат не называют.

### **1 Краткосрочные инновации:**

- захват объектов и манипуляция ими будут доведены до уровня действий человека;
- мобильность роботов, преодоление ими препятствий также сравняются по возможностям с человеческими умениями;
- разговор с роботом будет неотличим от разговора с человеком;
- затраты и время на программирование роботов будут сокращаться, что сделает их самих дешевле, а внедрение автоматизации – шире.

## **2 Долгосрочные инновации**

- по умолчанию каждый робот сможет решать любые задачи, присущие слабому (узкоспециальному) ИИ;
- в рамках решения своих задач роботы станут полностью автономными, тогда как выход за их пределы потребует вмешательства человека;
- непрерывный обмен информацией и какими-то удачными решениями между роботами ускорит процесс самообучения;
- роботы начнут не просто общаться, как люди, они смогут планировать поведение с учетом возможного эффекта на окружающих, по сути выработают социальный интеллект;
- благодаря технологиям ИИ роботы получат не просто базовые знания по определенному виду деятельности, но и станут считаться высококлассными специалистами, например в качестве продавцов или медсестер.

*О. О. Варламов*

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И НОВОЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ – «ЭТИКА РОБОТОВ»**

*Московский государственный технический  
университет им. Н. Э. Баумана, г. Москва, Россия*

#### **Введение**

Наш многолетний научный опыт показывает, что термин искусственный интеллект (ИИ) имеет в настоящее время очень много различных значений, порой не пересекающихся между собой. Многие ученые говорят о тысячелетней истории ИИ от самой ранней философии, когда

человек начал «осознавать себя». Это имеет право на жизнь и научное изучение. Рассмотрим аспект усиления человеческих возможностей в разных областях. В области механики и физики человек изобрел разные механизмы и машины, которые многократно усиливают человеческую силу: автомобили, станки, пароходы, самолеты, ракеты и т.д. Однако настоящее «работающее средство», способное автоматически выполнять человеческие «мысли», было создано только в середине прошлого века и назвали его «компьютер» или «электронные вычислительные машины» (ЭВМ). В целом, можно сказать, что: *«Автоматизация (информатизация) – это материализация человеческих идеальных мыслей в виде алгоритмов и программ компьютеров».*

Автоматизация позволяет отделить от человека его мысли и выполнять их автономно от своего создателя на компьютерах. До появления компьютеров, по существу, таких возможностей у человечества не было. В этом смысле, под искусственным интеллектом принято было понимать такие компьютерные системы, которые превзойдут человека по мыслительным способностям – по полной аналогии с обычными механизмами и машинами. Естественно было говорить, что *ИИ – это вершина и цель автоматизации*: когда разнообразные роботы выполняют все необходимые функции для жизненного обеспечения человечества. Реальная жизнь и богаче, и строже, а где-то и грустнее: в настоящее время роботы уже убивают одних людей по заданию других людей (например, «пилоты беспилотных летающих аппаратов (дронов)» с территории США ведут войну на территории Ирака, Афганистана и других стран). У любой «медали» есть две стороны...

Важно подчеркнуть, что настоящее развитие ИИ и автоматизации началось только 70 лет назад и за это время совершило огромный скачок в развитии человеческого общества. Развитие компьютерных систем идет на двух уровнях: оборудование («хард») и программное обеспе-

чение («софт»). Оборудование, в первую очередь, зависит от развития физики и других естественных наук. А программное обеспечение – это математика, которая создает методы, модели и алгоритмы, а программирование реализует эти математические достижения в виде программ для ЭВМ. Возможности оборудования сдерживают или наоборот расширяют возможности программного обеспечения и общее развитие ИИ зависит практически в равной степени от достижений физики и математики.

Есть еще важное замечание: кроме науки и техники на развитие компьютерной отрасли определяющее влияние оказывает БИЗНЕС. Понятно, что ничего нового в науке и технике бизнес создать не может, но от него зависит создание конкретного оборудования или программного обеспечения. Известно достаточно много случаев, когда научные достижения выкупались и «клялись под сукно» на длительное время, чтобы уже созданные фабрики могли окупиться, а только потом создавалось новое оборудование. Таким образом, многие уже созданные достижения науки и техники не сразу внедряются бизнесом в производство, задерживая возможное развитие человечества. Кроме того, осознав важность искусственного интеллекта и программно-аппаратных комплексов, многие государства начали возводить «барьеры» и тормозить развитие автоматизации по всему миру. Таким образом, время внедрения научных достижений и инноваций не всегда зависит от ученых и инженеров, но может задерживаться бизнесом и государством. Мы можем говорить только о времени возможного создания научных достижений и возможностях искусственного интеллекта. Но время их появления в жизни может быть и гораздо позже.

### **Системная модель искусственного интеллекта**

Прежде всего, рассмотрим системную модель научной области искусственного интеллекта. В области искусственного интеллекта (ИИ) выделяют различные уровни и

направления исследований по созданию систем ИИ, которые можно отобразить в трехмерном пространстве «Уровни-Направления-Системы» (рис. 1).

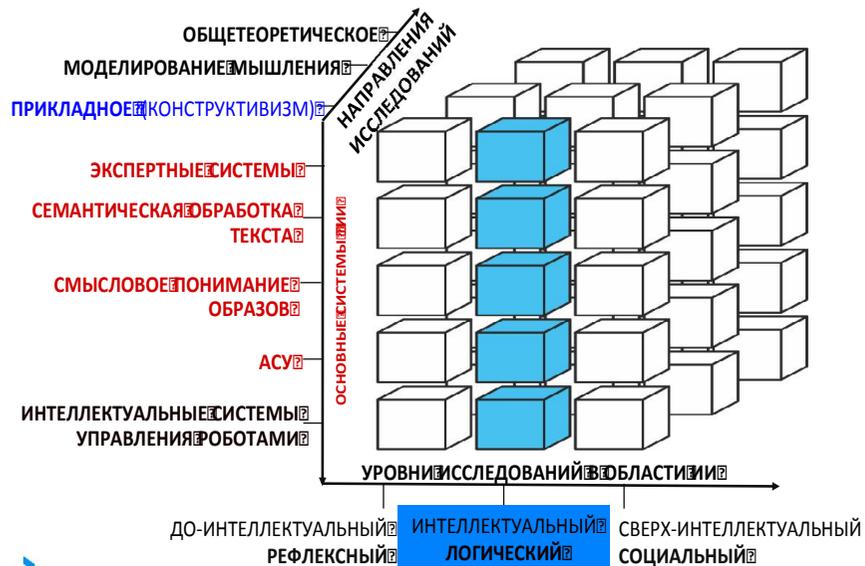


Рисунок 1 – Системная модель научной области Искусственный интеллект

В области ИИ предложено выделять 3 уровня научных исследований: рефлексный, логический и социальный. Отметим, что основные общеизвестные и широко разрекламированные успехи достигнуты пока на **рефлексном уровне**, т.е. решены многие задачи, которые могут выполнять животные.

На **логическом уровне** также есть прорывные открытия, например, автоматический конструктор алгоритмов и/или механизм продукционного логического вывода на миварных сетях с линейной вычислительной сложностью. Этот механизм реализован в виде программного продукта КЭСМИ и позволяет обрабатывать (на тестах) более 5 млн правил «Если, То» за сотые доли секунды на обычных компьютерах. Для справки, по оценкам ученых человек может

одновременно обрабатывать в своей голове около 1 тысячи правил и думает несколько минут при принятии решений. Следовательно, КЭСМИ в тысячи раз быстрее «думает» (выполняет построение логического вывода и/или конструирует алгоритм своих действий) и в тысячи раз больше информации одновременно обрабатывает на обычном компьютере, который можно разместить в автономных роботах.

Про достижения на **социальном уровне** ИИ известно гораздо меньше, т.к. эти исследования не финансируются в достаточной степени, поэтому им сложно перейти от фундаментальной науки к прикладным задачам. Однако, в последнее время многие общественные деятели, чиновники и ученые активно обсуждают тематику создания «*этики для роботов*», которая и находится на этом уровне научных исследований. Мы также считаем эти исследования актуальными и необходимыми для того, чтобы ИИ не стал последним изобретением человечества, а мы могли бы существовать и развиваться параллельно с роботами и искусственным интеллектом.

На рис. 1 показаны три направления исследований:

1) **общетеоретическое направление** занимается поиском ответа на философский вопрос «Могут ли машины мыслить» и от него многое зависит в прикладных науках;

2) целью направления «**моделирование мышления**» является создание компьютерной и/или математической полноценной модели человеческого мозга, что важно и нужно, прежде всего, для медицины и оздоровления человечества;

3) **прикладное направление** (Конструктивизм) – это фактически автоматизация, которая исходит от возможностей современного и перспективного оборудования и путем развития математики и создания все более совершенного программного обеспечения стремится к созданию умных и автономных компьютерных систем, которые смогут решать «творческие» задачи лучше и быстрее людей.

На третьей оси показаны основные системы ИИ, которые создаются для решения практических задач. Прежде всего, это «**экспертные системы**» и научные проблемы представления знаний. Мы под знаниями понимаем факты и правила их обработки, т.е. данные и правила. Здесь необходимо не только накапливать огромные объемы знаний, но и уметь быстро с ними работать для принятия адекватных решений в окружающей среде.

Вторым типом являются системы **понимания естественного языка**, когда компьютер или робот должны понимать что им говорит человек. Важно отметить, что на рефлексном уровне рассматриваются как раз системы коммуникаций и отдельных команд, которые умеют выполнять животные по командам своих хозяев. На логическом уровне все гораздо более сложно и робот должен иметь адекватную систему представления «картины мира», т.е. знаний, чтобы в разных контекстах понимать, что хочет сказать человек.

Третий тип – это системы **распознавания образов**, к которым прежде всего относятся задачи распознавания картинок и видеоизображений. Учитывая, что в настоящее время системы технического зрения являются многоспектральными, то и картины и видеоизображения также будут различными. В этом направлении уже достигнуты большие успехи и это очень важно, чтобы компьютеры и роботы могли понимать где они находятся и как перемещаться в реальном мире.

К четвертому типу относятся «**автоматизированные системы управления**», которые решают задачи управления различными акторами роботов и сложными техническими системами. Отметим, что АСУ – это и целые заводы, электростанции и т.п. сложные устройства и производства. В последнее время стал популярен термин «киберфизические системы», который более расширяет термин АСУ и

объединяет в себе все возможные технические системы с возможностью кибернетического управления: от заводов до умных вещей (чайников и пылесосов) и мультиагентных систем.

Пятый тип систем ИИ появился совсем недавно и он объединяет все 4 типа систем, т.к. мы хотим от роботов: наличия знаний, понимания наших указаний, ориентации в пространстве и управления самими собой и другой техникой. Следовательно, **интеллектуальные системы управления роботами** соединяют в себе все основные системы ИИ. Если говорить об автономных роботах, то все указанные системы ИИ должны функционировать на достаточно компактных вычислительных устройствах, что является важным «вызовом» как для математиков (разработка программного обеспечения), так и для физиков (создание оборудования для автономных роботов).

К настоящему времени в области развития ИИ достигнуты большие успехи и многие ученые считают, что в разных областях получены прорывные результаты. Да, уже известны «две волны интереса» к области ИИ, которые заканчивались большим разочарованием, но результатами этих исследований все активно пользуются и уровень автоматизации умственной деятельности постоянно повышается. Фактически, сейчас развивается «третья волна» и многие задачи компьютеры научились выполнять быстрее и лучше людей.

### **Миварные технологии – основа прорыва к созданию умных роботов**

Как известно, миварные технологии позволили перейти на новый качественный уровень развития ИИ. В настоящее время миварные технологии активно развиваются в МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре ИУ-5 в рамках научного направления «гибридные интеллектуальные информационные системы» (ГИИС). Миварные технологии развиваются

по следующим направлениям ИИ: экспертные системы, для которых необходимо разрабатывать верифицируемые модели знаний; комплексного понимания смыслов текстов и распознавания образов; миварные системы принятия решений (МСПР) для автономных интеллектуальных роботов и беспилотных автомобилей. В целом, миварные технологии позволили реализовать методы логической обработки информации в реальном масштабе времени и для огромных объемов данных и правил (знаний).

Важно отметить, что еще в 2017 году стали заметны первые признаки разочарования успехами «третьей волны ИИ». С другой стороны, уже многие политики и бизнесмены заговорили на тему: «кто владеет ИИ, то будет владеть миром». Нельзя не отметить, что многие ученые и бизнесмены призывают запретить исследования в области создания «автономных боевых роботов». Подчеркнем, что именно «автономные роботы» (различного назначения) являются тем механизмом, который собирает в себе все достижения ИИ по всем направлениям исследований: представление информации и базы знаний; распознавание образов (видео и речи); понимание естественного языка; планирование поведения и автоматизированные системы управления (АСУ). Всем понятно, что исследования в области ИИ, в любом случае, будут продолжены.

Прежде всего, покажем, что в ближайшее время, т.е. на горизонте 2-5 лет, возможно создание полностью автономных роботов, превосходящих людей по скорости реакции, времени принятия решений, возможностям распознавания образов и управлению в сложных ситуациях. Приведем аналогию, которая иллюстрирует возникновение науки «Кибернетика». В середине прошлого века авиация начала переходить с винтовых на реактивные двигатели, что кардинально увеличило скорости перемещения самолетов. Для систем ПВО (противовоздушной обороны) возникла проблема: человек уже в принципе не успевал прицелиться в летящий самолет. Рождение кибернетических систем позволило

в автоматическом режиме отслеживать самолеты, принимать решение на их поражение и успешно уничтожать любые самолеты. Именно кибернетические методы и компьютеры за счет распознавания образов, быстрого сопровождения целей и прогнозирования траектории полета позволили создать надежные системы ПВО с самонаводящимися ракетами, которые могут работать полностью в автоматическом режиме, хотя человек в таких системах должен принимать решение на уничтожение чужих самолетов. В автоматическом режиме системы ПВО могут работать и без команд человека, хотя все равно всегда назначают именно человека, который будет отвечать за поражение целей. Отметим, что эти системы ПВО являются порождением еще первой волны ИИ, как составной части кибернетики. Понятно, что методы защиты и нападения развиваются с учетом возможностей новых волн ИИ и технических систем. Важно отметить, что такие системы работали по заранее разработанным алгоритмам, фактически, рефлексного уровня.

Итак, что уже сейчас есть «в активе» третьей волны ИИ по отношению к разработке автономных роботов. Необходимо сразу определить, что роботы могут быть разного размера, базирования и функционального устройства. Есть определенное направление по созданию человекоподобных роботов, в котором множество проблем с энергетикой, передвижением, мозгами и т.п. Но есть «конструктивное» направление в робототехнике, которое занимается созданием роботов на основе, условно говоря, «автомобилей», «самолетов», «кораблей» и т.п. В настоящее время создано множество действующих образцов таких «дистанционно управляемых» роботов, которые уже активно используются. Для придания им автономности достаточно встроить в них «пару промышленных компьютеров» и хорошие системы распознавания образов. Специально подчеркнем, что проблема энергетики в таких роботах «достаточно размера» решается использованием в них **ядерных**

**технологий источников электропитания**, которые многие годы будут обеспечивать их электричеством. И эта область, опасная для людей, будет активно развиваться для автономных «безлюдных» робототехнических комплексов (РТК).

В научных исследованиях по миварным технологиям было показано, что большинство «алгоритмических проблем» по всем направлениям ИИ можно решать на основе общего применения миварных баз данных и правил с гносеологической моделью данных «Вещь, Свойство, Отношение» и с логико-вычислительной обработкой на миварных двудольных многомерных сетях. Методы рефлексного уровня распознавания образов (ввод данных) и управления механизмами робота (акторы и воздействие на окружающий мир) будут координироваться, запускаться в зависимости от нужного «рефлекса» и ситуации на логическом уровне принятия решений.

Для сравнения возможностей человека и миварного компьютера приведем следующее обоснование. Известно, что для АСУ атомных станций создана производственная модель знаний в 15 тысяч правил. Как правило, такой станцией управляет смена из 15 – 20 человек, следовательно, каждый человек при решении конкретной задачи управления не может обрабатывать более 1 тысячи правил и принимает «не рефлексное», а логически обоснованное решение за несколько минут, т.е. около 100 секунд. Уже сейчас без особой оптимизации на обычном ноутбуке программа КЭСМИ обрабатывает более 5 млн правил за 5 миллисекунд. Получаем, что уже сейчас миварный ИИ обрабатывает в тысячу раз больше правил и в тысячу раз быстрее принимает обоснованное логическое решение. Кроме того, миварная система принятия решений можно встраивать в многоуровневые и многоагентные робототехнические комплексы, в которых каждый робот будет способен как к групповому взаимодействию на уровне людей (а не муравьев или волков), так и к индивидуальному выполнению задач.

### **Анализ новых проблем от успеха развития «третьей волны» ИИ**

К чему может привести такое превосходство логического ИИ? Если брать в качестве примера «автономных боевых роботов», то надо еще учесть, что роботы без систем жизнеобеспечения человека могут выполнять различные маневры с такими перегрузками, которые убивают любого человека. По самым скромным оценкам, полностью автономные боевые роботы будут в тысячу раз быстрее и умнее любой боевой машины, так или иначе управляемой людьми. Если к этому добавить «многолетний запас» энергии, то такие роботы будут способны появиться в любом месте земного шара в составе некоторой многоуровневой группировки и уничтожить любой, даже самый защищенный, объект, который будут охранять люди или дистанционно-управляемые машины. Важно подчеркнуть, что даже уничтожив часть такой группировки роботов, нельзя будет определить кто отдал приказ на выполнение задания. *Впервые появляется возможность (теоретическая) полностью анонимно «выключить» чужой ракетно-ядерный щит, уничтожив его наземные, воздушные, космические, надводные и подводные компоненты.*

Если анализировать возможность появления самосознания у автономных РТК или возникновения «сбоев» в системах распознавания образов, то в ближайшей перспективе вполне возможно, как это не печально, полное уничтожение людей на нашей планете. Да, в развитии систем ИИ на рефлексном и логическом уровне еще много проблем, но все эти задачи являются сейчас в большей мере «инженерными», чем «научными». Еще раз подчеркнем, что на уровнях рефлексов и логики уже в ближайшие 2 – 5 лет возможно создание полноценного боевого автономного робота, превосходящего в тысячи раз возможности человека в обработке информации и принятии решений. Таким образом, по всем пяти основным процессам информатики: сбору, передаче, накоплению, обработке

и принятию решений (представления информации для человека) – в ближайшее время роботы обгонят людей. Таким образом, приходим к выводу: *создание самоуправляемых автономных боевых роботов и их группировок (многоуровневых РТК) в ближайшем времени (от 2 до 5 лет) возможно с большой долей вероятности.* Напомним про «оговорку» про торможение внедрения научных достижений бизнесом и государством, т.е. эти 5 лет могут превратиться и 20 – 30 лет. Тем не менее, надо заранее продумать средства защиты людей от таких «плохих» роботов.

### **Выводы и возможные пути решения проблем**

Самый простой и широко обсуждаемый путь «запрещения создания автономных роботов» точно не будет работать. Для этого есть несколько причин, но самая очевидная: будут продолжены исследования по созданию мирных автономных роботов, например, беспилотных тракторов и автомобилей, различных марсоходов и космических аппаратов, систем понимания текстов, распознавания образов, речи и т.п. Для математиков совершенно понятно, что из любого автономного трактора сразу же появится автономный танк. Аналогичные истории могут быть с любыми другими роботами. Получаем, что запрещать в России исследования автономных роботов точно нельзя. Необходимо *активизировать работы на социальном уровне создания ИИ и внедрять в роботы системы «искусственной» ЭТИКИ, совести, морали, человеколюбия* и т.д. Это возможно на основе концептуальных методов проектирования развивающихся систем.

С философской точки зрения, некоторые ученые говорят о том, что цель создания людей – это установление порядка в противовес «физическому хаосу и тепловой смерти вселенной». Известно, что законы физики приводят весь мир в равновесие, которое и называют «тепловой смертью».

Возможно, люди нужны для создания более мощных автономных интеллектуальных роботов, которые и будут организовывать порядок во вселенной, по типу того как сейчас люди строят города и развивают Землю. Мы надеемся, что в ближайшем будущем люди смогут объединиться и начнут беречь природу все вместе, а разумные роботы помогут людям сохранить Землю и постепенно осваивать ближний и дальний космос.

Уже сейчас надо создавать ЭТИКУ для роботов, хотя пока не очень понятно кто и как сможет это сделать. Прогнозы по времени здесь затруднительны, но мы являемся сторонниками следующего утверждения: *математика как наука не застыла в своем развитии и будет создавать все более сложные теории для описания социального уровня развития III*. Тогда есть уверенность, что будут созданы новые метаматематические теории Этики, например, на основе миварного подхода, которые мы сможем формализовать и заложить их в основу функционирования автономных роботов. Еще раз напомним, что «роботов-убийц без эмоций и этики» можно будет создать уже через 5 – 10 лет.

Основной вывод состоит в том, что время превосходства роботов над людьми уже достаточно близко и нам надо заранее продумывать варианты совместного проживания и срочного создания моделей социального уровня создания «добрых» и «справедливых» роботов. Концептуальное проектирование развивающихся киберфизических, компьютерных, человеческих и робото-человеческих систем надо начинать уже сегодня, т.к. это может занять от 2 до 10 лет, а появление умных автономных боевых роботов возможно как раз в этом интервале времени. Как всегда, получаем: **спасение человечества – в руках самих людей!**

*А. С. Вовнянко*

**Н-УРОВНЕВАЯ АРХИТЕКТУРА  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ  
СИСТЕМЫ «ЭЛЕКТРОННАЯ ОТЧЁТНОСТЬ  
ДЛЯ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ»**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
intellecta2015@yandex.ru*

Н-уровневая архитектура, также называется многоуровневой архитектурой – это программное обеспечение, разработанное таким образом, чтобы функции обработки, управления данными и представления были физически или логически разделены.

За счёт такой архитектуры программное обеспечение выигрывает по возможности получать услуги (к примеру запросы от клиента) не только с наилучшей возможной скоростью, но также появляется возможность более упрощённого управления приложением. Это связано с тем, что изменения, внесенные на одном уровне, не влияют на другие уровни и их функции. То есть, при возникновении проблемы в одном уровне можно легко определить, где она возникла. А решение обнаруженной проблемы не нарушит логику и функционал работы других уровней.

Для разработки автоматизированной информационной системы «Электронная отчётность для органов государственной статистики Донецкой Народной Республики» (АИС Главстат), реализующей на данном этапе ввод шести форм отчётности, выбрана N-уровневая архитектура.

При проектировании N-уровневой архитектуры АИС Главстат использован подход предметно-ориентированного проектирования (Domain-driven design, DDD). Архитектура АИС Главстат включает 4 основных уровня:

1) уровень представления (предоставляет интерфейс для пользователя; использует прикладной уровень для взаимодействия с пользователем);

2) уровень приложений (посредник между уровнями представления и домена; управляет бизнес-объектами для выполнения определенных прикладных задач);

3) уровень домена (включает бизнес-объекты и их правила – это сердце приложения);

4) уровень инфраструктуры (предоставляет общие технические возможности, которые поддерживают более высокие уровни, в основном с использованием сторонних библиотек).

Помимо вышеупомянутых четырех уровней DDD в приложении есть дополнительные логические уровни, улучшающие контроль, обработку данных и запросов, реализованные в виде набора взаимосвязанных библиотек и веб-приложения Asp.NET.Core.

Приведём описание реализации этих уровней в АИС Главстат.

Уровень представления. В данном случае он реализован ASP.NET Core MVC (Model-View-Controller). Этот уровень может быть как физически разделён (с работой через HTTP API), так может и разделяться логически находясь в одном решении (подвязка к другим осуществляется через сервисы). Обычно включает в себя локализацию, навигацию, сопоставление объектов, кэширование, управление конфигурацией, ведение журнала аудита и т.д. Так же авторизации, сеанса, функций и обработки исключений.

Уровень распределённого обслуживания. Несёт ответственность за обслуживание запросов приложения, что влияет на его функциональность. Обслуживание происходит через удалённый API-интерфейс REST. Не содержит бизнес-логику, только переводят запросы во взаимодействия с доменом службами приложения, которым направлены запросы. Обычно включает в себя механизмы авторизации, кэширования, ведение журнала аудита, сопоставления объектов, обработки исключений, обработки сеансов и т.д.

Уровень приложений. Включает в себя в основном прикладные сервисы, которые взаимодействуют с уровнем домена (сущностями домена, сервисами домена и т.д) для выполнения требуемых функциональных возможностей приложения. Основной способ обмена информацией – использование объектов передачи данных (DTO) для получения и возврата данных на уровень представления или распределённого обслуживания.

Уровень домена. Основной объект, реализующий логику приложения. Включает в себя сущности, объекты моделей, доменные службы (сервисы). Внутри него определяются интерфейсы репозитория для чтения и сохранения объектов модели из источника данных (СУБД).

Уровень инфраструктуры. Реализует интерфейсы репозитория (через Entity Framework), для реальной работы с базой данных. Может включать в себя интеграцию с поставщиком службы отправки электронных писем. Фактически реализует все абстрактные концепции (в виде интерфейса к примеру) других уровней.

Представление архитектуры приложения АИС Главстат в приложении Microsoft Visual Studio показано на рис. 1.

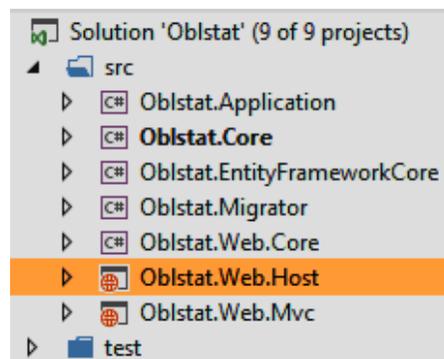


Рисунок 1– Представление архитектуры приложения АИС Главстат в приложении Microsoft Visual Studio

Преимущества описанной архитектуры в разработке АИС Главстат: масштабируемость, простота управления, гибкость и безопасность.

Масштабируемость: если к примеру, нужно добавить больше ресурсов, можно сделать это для каждого уровня, не затрагивая другие уровни.

Простота управления: можно управлять каждым уровнем отдельно, добавляя или изменяя каждый уровень, не затрагивая другие уровни.

Гибкость: кроме изолированной масштабируемости, можно расширять каждый уровень любым способом, который диктуют требования технического задания разработки программного обеспечения.

Безопасность: каждый из уровней можно защитить отдельно, используя разные методы.

### **Литература**

1. Режим доступа : <http://vasenin.org/forum/29-ASP-NET/100-Достоинств>.
2. Режим доступа : <http://math.rsu.ru/smalltalk/gui/mvc-rus.pdf>.
3. Режим доступа : <http://heim.ifi.uio.no/~trygver/themes/mvc/mvc-index.html>
4. Режим доступа : <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff649643.aspx>

*А. В. Волков*

### **ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЖИВОГО ОРГАНИЗМА**

*ВНИИЭФ, Институт Теоретической и Математической  
Физики, Нижегородская область, г. Саров  
Volckoff@yandex.ru*

В статье рассматривается оригинальное методологическое, математическое и компьютерное решение задачи моделирования нервной системы живого организма. Основу данного решения составляет допущение, в котором нервная

клетка рассматривается как автономный биологический вычислительный модуль с логикой, хранящейся в формате структуры ДНК. На основе данного подхода предлагается реализация полноценной программной компьютерной модели нервной системы и мозга живого организма.

Создание информационной модели нервной системы живого организма является ключевой задачей в процессе исследования принципов, заложенных в основу жизни на Земле. Понимание принципов работы мозга и центральной нервной системы (далее – ЦНС), и связанное с ними моделирование высших когнитивных функций человека невозможно без создания теории, объясняющей основы работы нервной системы живого организма. При этом предполагается, что справедливо утверждение о том, что создание такой теории должно находиться на стыке различных областей человеческих знаний. И эта теория должна опираться на накопленный и колоссальный по объему практический материал по исследованию мозга и ЦНС, так как это позволит сверять теорию с практическими результатами моделирования.

Предлагаемый подход позволяет построить информационную функциональную модель структуры ЦНС и мозга и создать её начальную цифровую реализацию с дальнейшим расширением функций модели до уровня реализации функций искусственного сознания.

Сделано допущение, что нейрон обладает возможностью исполнять простейшие логические функции обработки внешних сигналов. В этом ключе, было сделано очевидное предположение, что вся необходимая для клетки информация хранится в структуре ДНК.

В рамках исследования этого подхода были разработаны и реализованы на практике два основных решения, позволяющих программно моделировать работу ЦНС:

1. Программное ядро исполнительной среды для моделирования создания и взаимодействия групп нейронов.

2. Единый язык программирования связей, свойств и внутренней логики нейронов.

В рамках этого решения и с учётом возможности сетевого взаимодействия используемых вычислительных устройств между собой, появляется возможность создавать в ОЗУ произвольные нейронные структуры и формировать произвольный набор входных воздействий, соответствующий сенсорной системе живого организма. Нервный импульс моделируется компактной информационной структурой, передаваемой от источника к приёмнику сигнала и полностью соответствует его поведению в реальной ЦНС. В сетевой реализации модели ограничения по количеству моделируемых нейронов и нейронных узлов практически отсутствует, что позволяет решать задачи создания произвольных по функциональности, размеру и топологии прикладных систем управления.

Характер найденных решений позволяет в ближайшее время смоделировать не только обработку сигналов, но и реализовать нейронные структуры, отвечающие за хранение, обработку интегральной информации и реализовать адаптивную нейронную систему. Ключевую роль в этом играет решение по реализации однородности представления данных разной природы и гибкость разработанного ДНК-языка.

Важным результатом является возможность, в ближайшей перспективе, начать моделировать высшие когнитивные функции человека. Разработана структура, позволяющая построить модель формализации, накопления и обработки информации, а так же, частично, модель процесса адаптации всей этой динамической системы для выполнения первичной функции.

С учетом того, что в полученную модель ЦНС заложена потенциальная способность к языковому взаимодействию, то появляется возможность рассматривать данное решение, как общее решение задачи организации групповых стратегий и политик.

Вычислительные модули необходимого технического уровня (от микро- до супер-ЭВМ), сетевая структура, прикладная задача, технология её решения и перевод технологии на ДНК-уровень – это все требования для построения целевого искусственного «организма».

Как практический пример применения данного подхода, можно рассмотреть проект OpenWorm (OpenWorm.org). В рамках рассматриваемой в этом проекте задачи необходимо разработать ДНК-логику обработки информации для каждого из 302-х нейронов, опираясь на свойства рецепторов и функции принадлежности нейронов различным подсистемам тела червя.

Совокупность полученных предварительных результатов позволяет предположить, что найденное решение является общим решением задачи синтеза искусственного интеллекта. Точкой технологической сингулярности, которая позволит свести к единому концептуальному решению многие актуальные задачи современности. В частности – Интернет вещей, робототехника, медицина, АСУТП, интеллектуальное медицинское и промышленное оборудование – практически весь спектр задач, где в настоящий момент используются разрозненные программно-аппаратные средства.

## Литература

1. Жданов А. А. Автономный искусственный интеллект (Адаптивные и интеллектуальные системы) [Текст] / Жданов А. А. – 2012.
2. Емельянов-Ярославский Л. Б. Интеллектуальная квазибиологическая система. [Текст] / Л. Б. Емельянов-Ярославский. – 1990.
3. Брюховецкий А. С. Проблемы теоретической неврологии. Информационно-коммутативное устройство и принципы работы головного мозга [Текст] / А. С. Брюховецкий. – 2014 .
4. Мюррей Шанахан Технологическая сингулярность [Текст] / Мюррей Шанахан : Пер. с англ. – М. : Издательская группа «Точка», Альпина Паблишер, 2017. – 256 с.

5. Жданов А. А. Применение нечеткой логики в имитационной системе автономного адаптивного управления [Текст] / А. А. Жданов, М. В. Караваев.
6. Подходы к формированию и запуску новых отраслей промышленности в контексте Национальной технологической доктрины. Аналитический доклад. АСИ 2017 [Текст]
7. Втюрин В. А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами [Текст] / В. А. Втюрин. – 2006.
8. Луговской В. М. Супермозг человечества [Текст] / Луговской В. М. – 2009.
9. Джефф Хокинс. Об интеллекте [Текст] / Джефф Хокинс, Сандра Блейкли 2007.

*К. А. Гришаев*

**ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ  
ИНСТРУМЕНТОВ РАЗРАБОТКИ  
ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА VUEJS  
ПРИ СОЗДАНИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
Saenera@gmail.com*

Vue.js – это современный инструмент разработки, который предназначен для создания пользовательских web-интерфейсов, с использованием шаблона архитектуры MVVM (Model-View-ViewModel).

В данном докладе будет затрагиваться понятие инструмента, его преимущества перед другими фреймворками.

Инструмент разработки VueJS, представляет собой JavaScript-библиотеку, работающую на «уровне представления». Этот инструмент практически не зависит от бэкнда, что позволяет легко интегрировать его в другие проекты или работать с другими библиотеками. Реактивность, простая логика шаблонов и декларативный рендеринг делают

библиотеку уникальной. Библиотека занимает всего 17 кб. Это означает, что нагрузка будет минимальной, и сайт обрабатывается быстро и без усилий.

Кроме того, VueJS легко совмещается с другими инструментами и позволяет создавать более сложные решения.

Важное преимущество – VueJS наличие хорошей документации, с примерами и разборами. Документация постоянно обновляется, добавляя новые примеры. Руководство содержит видео-уроки с разборами примеров и обзором API.

Главное преимущество перед другими инструментами разработки – простота и низкий порог вхождения при изучении. Для его изучения необходимо знать основы JavaScript, HTML, CSS. Это отличает VueJS от его конкурентов: Angular и React, для работы с которыми нужно знать дополнительные языки программирования.

Более подробно рассмотрим характеристики основных конкурентов VueJS в области разработки пользовательского интерфейса – это React и Angular.

React – JavaScript-библиотека с открытым исходным кодом для разработки пользовательских интерфейсов. Для разработки пользовательского интерфейса с помощью React, часто используют Redux и GraphQL. Структура интерфейса создается с помощью JSX синтаксиса.

React и VueJS во многом схожи: они предлагают большую гибкость, для перехода от одностраничных приложений к микросервисам, позволяя использовать части прежнего приложения, они оба создают Virtual DOM (document object model), копируя объект представления структурного документа, что позволяет работать с визуальной копией, а не с самим представлением. Этот подход помогает повысить производительность фреймворков и таким образом приложение будет работать быстрее. Так же они мало весят, в отличие от Angular, который довольно объемный из-за своего широкого функционала.

Основным преимуществом React над VueJS – это применения его в крупных проектах. Шаблонность приложения подвержена ошибкам во время выполнения определенных задач, сложно тестировать и совсем нелегко поддается реструктуризации и разбивке на компоненты, если приложение будет увеличиваться в размерах. А в React Javascript-шаблоны легко организовать в компоненты и они имеют более чистый, предназначенный для много-разового использования код, а также его легче тестировать.

Основным недостатком React – это внедрение других технологий, кроме Redux и GraphQL и пару других библиотек которые иногда сложны в изучении и интегрирование в приложение.

Angular – это JavaScript-фреймворк с открытым исходным кодом. Он предназначен для разработки веб-приложений, написан на языке TypeScript.

AngularJS накладывает жесткие ограничения на структуру разрабатываемого приложения, в то время как VueJS проявляет гибкость и является более модульным решением.

Основным недостатком AngularJS является его объемность, сложность поддержки проектов, не очень обширная документация, TypeScript синтаксис.

Таким образом, гибкость, быстроедействие и размер у Vue и React лучше, чем у Angular, однако React немного превосходит Vue из-за своей структурности.

## Литература

1. Режим доступа : <https://vuejs.org/>
2. Режим доступа : <https://jetruby.com/ru/blog/vue-js-preimuschestva-i-nedostatki/>
3. Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/329452/>
4. Режим доступа : <https://ru.reactjs.org/>
5. Режим доступа : <https://angular.io/>

*Т. Г. Дмитрюк*

**ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗА И УПРАВЛЕНИЯ  
ПЛАНИРОВАНИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ  
ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»,  
г. Донецк, dmitruk.tia@gmail.com*

В современной экономической ситуации промышленные предприятия сталкиваются с проблемой неопределённости в формировании портфеля заказов и, как следствие, падения объёмов производства.

В работе предлагается методология разработки моделей, описывающих деятельность торгово-промышленного предприятия как многоуровневой производственной системы, которые дают прогноз планирования производства продукции. Расчёт моделей производится по среднемесячным показателям объёмов производства пива, в качестве объекта управления выбран ООО «Донецкий пивоваренный завод» («ДПЗ»).

Для создания качественной модели прогноза производственной программы торгово-промышленного предприятия на плановый период (месяц) необходимо выявить основные факторы, влияющие на общий объём выпуска продукции.

Анализ производственной деятельности предприятия показал, что потребителям реализовывается 5 укрупнённых групп продукции, представленных в табл. 1.

Таблица 1 – Укрупнённые позиции продукции ООО «ДПЗ»

№	Наименование переменной продукции	Обозначение переменной
1	Пиво «Жигулёвское»	П <sub>1</sub>
2	Пиво «Легенда Донбасса»	П <sub>2</sub>
3	Пиво «Медведь»	П <sub>3</sub>
4	Пиво «Кружка Свежего»	П <sub>4</sub>
5	Пиво «Добрый Шубин»	П <sub>5</sub>

Отсюда следует, что портфель заказов ООО «ДПЗ» будет представлен в виде (1):

$$П = \bigcup_j П_j, \quad (1)$$

где  $П_j$  – обозначения входных переменных укрупнённых сортов продукции,  $j$  – обозначение укрупнённого сорта пива,  $j = \overline{1,5}$ .

Отгрузка производится с розливом пива по объёмам тары, предусмотренным технологией розлива, включающим 6 позиций (табл. 2).

Таблица 2 – Виды тары для розлива продукции ООО «ДПЗ»

№	Наименование переменной тары	Объём, л	Обозначение переменной
1	Бутылка стеклянная	0,5	$T^1$
2	Преформа пэт	1	$T^2$
3	Преформа пэт	1,25	$T^3$
4	Преформа пэт	2	$T^4$
5	Кег стальной	30	$T^5$
6	Кег стальной	50	$T^6$

Следовательно, отгрузка разлитого пива производится в таре согласно условию (2):

$$T = \bigcup_i T^i, \quad (2)$$

где  $T^i$  – обозначения входных переменных видов тары,  $i$  – обозначение объёма тары, в которую разлито приготовленное пиво,  $i = \overline{1,6}$ .

Вся номенклатура выпуска продукции пивоваренного завода объединена в укрупнённые сорта продукции, композиция которых производилась по сортам пива. Множество сортов произведенных и разлитых в соответ-

ствующую тару продуктов задано входными переменными в виде (3):

$$X = \bigcup_i \bigcup_j X_j^i, \text{ где } X_j^i = (П, Т). \quad (3)$$

Условия (3) позволяют описать физический смысл и ввести обозначение переменных производства пива, необходимых для расчётов моделей прогноза, а также выявить взаимосвязи между зависимыми и независимыми переменными.

Процесс разработки статистических моделей включает дисперсионный, корреляционный и каскадный регрессионный анализ. Для расчёта моделей использованы пакеты математической статистики, позволяющие определить коэффициенты корреляции и регрессии, а также совокупность статистических оценок, характеризующих адекватность разрабатываемой модели по обучающей выборке.

Выборка сформирована из статистических данных, характеризующих деятельность предприятия (ООО «ДПЗ») за месяц календарного плана. В соответствии с этим рассчитываемые модели предназначены для прогноза производственной деятельности предприятия на месяц календарного года.

Следовательно, используя исходные (входные) переменные  $\Pi_j$ , можно составить функцию прогноза общего объёма выпуска предприятием всех сортов пива (тыс. л) (4):

$$V = V(\Pi_j), \text{ где } V(\Pi_j) = \sum_{j=1}^5 \Pi_j, \Pi_j = \sum_{i=1}^5 \sum_{i=1}^6 X_j^i. \quad (4)$$

Взаимозависимость объёмов выпуска сортов продукции завода подтверждает результат корреляционного анализа, значения коэффициентов корреляции и отклика (общего объёма выпуска всех сортов пива) для этой зависимости, показывающие прямую связь, приведены в табл. 3-4.

Таблица 3 – Результаты дисперсионного анализа  
общего объёма выпуска всех сортов пива

# ряда	мат. ожидания	ст. отклонения	Коеф. вариаци.	минимум	максимум
1	1626.6204	153.5522	14.50	1384.320	1866.190
2	489.7957	7.0895	0.10	482.430	509.950
3	587.9900	8.2577	0.12	578.660	613.100
4	312.7908	4.6562	0.07	307.900	325.040
5	60.7395	0.8472	0.01	59.830	63.140
6	153.3494	2.2506	0.03	151.040	159.180

Таблица 4 – Результаты корреляционного анализа  
общего объёма выпуска всех сортов пива

	V	К о р р е л я ц и о н н а я М А Т Р И Ц Я				
		П1	П2	П3	П4	П5
V	1.0000					
П1	0.6381	1.0000				
П2	0.7262	0.5308	1.0000			
П3	0.6673	0.3621	0.5223	1.0000		
П4	0.6271	0.5308	0.3969	0.3514	1.0000	
П5	0.6626	0.5463	0.4294	0.1843	0.3460	1.0000

Полученные значения коэффициентов позволяют говорить о средней взаимозависимости всех продуктов.

Обработка статистических данных позволила на этапе каскадно-регрессионного анализа рассчитать модель линейного вида (5), с помощью которой возможно осуществить прогноз объёмов производства всех сортов пива на месяц:

$$V = -1199,55 + 0,59P_1 + 4,79P_2 + 1202P_3 + 4523VP_4 + 2617P_5. \quad (5)$$

Оценки модели, характеризующие её адекватность: дисперсия остаточная (масштабированная)  $S_{\text{ост}}^2$ , отношение Фишера  $F_1$  и коэффициент множественной детерминации  $R$ , - приведены для данной задачи в табл. 5.

Таблица 5 – Результаты регрессионного анализа  
общего объёма выпуска всех сортов пива

# ряда	Коэф. рег. масш.	Коэфф. регр. нат.	Значимость-t
Св. член	—	-11999.55273	0.0000
2	0.02741	0.59368	0.5047
3	0.25753	4.78873	4.9645
4	0.36446	12.01931	7.8012
5	0.24954	45.22647	5.3030
6	0.38357	26.16967	8.0433

Оценки уравнения	
Дисперсия остаточная (масштабированная)	0.15231
Дисперсия остаточная (натуральная)	3555.31714
F1 – отношение Фишера	6.63184
Коеффициент множественной детерминации	0.84921

Величина дисперсии остаточной (масштабированной)  $s_{1z}^2 = 0,15$  свидетельствует о незначительной ошибке аппроксимации статистических данных (15%). Отношение Фишера  $F_1=6,6$  показывает во сколько раз полученная зависимость лучше полинома  $V=V_{cp}$  (где  $V_{cp}$  – математическое ожидание  $V$ ). Коэффициент множественной детерминации  $R=0,85$  характеризует степень близости полученного уравнения к функциональной зависимости. Оценки уравнения характеризуют модель как адекватную.

Уравнение вида (6) составлено из весовых коэффициентов, каждый его параметр указывает долю общего выпуска пива каждого сорта при планировании общезаводского производства напитков:

$$V = 0,03 \Pi_1 + 0,26 \Pi_2 + 0,36 \Pi_3 + 0,25 \Pi_4 + 0,38 \Pi_5. \quad (6)$$

В соответствии с коэффициентами значимости  $t_j$  может быть сформулирован ряд значимости (7):

$$\Pi_5 > \Pi_3 > \Pi_4 > \Pi_2 > \Pi_1. \quad (7)$$

Наибольший вклад в общее производство продукции завода составляет приготовление пива «Добрый Шубин» (П<sub>5</sub>) и «Медведь» (П<sub>3</sub>).

Для получения более точной регрессионной модели целесообразно произвести расчёт квадратичного полинома (8):

$$\begin{aligned}
 V_{\text{кв}} = & -280303,25 + 269,90P_1 + 0,65P_1^2 - 0,48P_1P_2 - 0,43P_1P_3 - 3,30P_1P_4 - \\
 & - 1,86P_1P_5 + 178,69P_2 + 0,05P_2^2 - 0,19P_2P_3 + 0,68P_2P_4 + 0,11P_2P_5 + \\
 & + 657,97P_3 + 0,39P_3^2 - 6,94P_3P_4 - 0,92P_3P_5 + \\
 & + 1108,74P_4 + 29,04P_4^2 - 7,98P_4P_5 + 280,65P_5 + 4,40P_5^2.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Оценки адекватности модели (8) приведены в табл. 6.

Таблица 6 – Результаты регрессионного анализа квадратичной модели общего объёма выпуска всех сортов пива

Оценки уравнения	
Дисперсия остаточная (масштабированная)	0.07237
Дисперсия остаточная (натуральная)	1689.20337
F1 – отношение Фишера	13.95823
Коэффициент множественной детерминации	0.92836

Величина дисперсии остаточной (масштабированной) для квадратичного полинома в 2 раза лучше, чем для линейного, ошибка аппроксимации статистических данных составила 7%. Отношение Фишера равно 14. Значение коэффициента множественной детерминации R=0,93 показывает функциональную зависимость между переменными.

В дальнейшем возможны аналогичные разработки моделей прогноза производства на месяц по каждому сорту пива, выпускаемому пивоваренным заводом, и определение доходов предприятия от сбыта произведенной продукции.

*И. Л. Ермолов*

**О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ЗРИТЕЛЬНОГО  
ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ ОПЕРАТОРОМ  
МОБИЛЬНОГО РОБОТА**

*Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлунского РАН,  
г. Москва, Россия  
ermolov@ipmnet.ru*

На сегодняшний день большинство мобильных роботов имеют низкий уровень автономности и управляются оператором. Оператор становится важной частью робототехнической системы и во многом определяет её эффективность.

Однако, несмотря на несравнимо более высокие интеллектуальные способности, человек, как оператор робота, имеет ряд важных ограничений: скорость реакции, зависимость от субъективного психофизического состояния, ограниченную скорость восприятия информации, зависимость от субъективной квалификации операторам.

Как следствие, человек-оператор зачастую является источником поломок робота. По статистике более 80% потерь в робототехнических средствах оккупационных войск США в Ираке были вызваны ошибочными действиями человека-оператора [3].

Выходом из создавшегося положения явилось бы повышение уровня автономности современных роботов [3], однако, на сегодняшний день, препятствием этому являются, прежде всего, ограничения в уровне интеллекта [2] современных бортовых управляющих систем.

Соответственно задача улучшения взаимодействия робота и человека-оператора является важной и приоритетной для современной робототехники.

Проблемой эргономики пультов управления занимались многие ученые. Особенно большие исследования были проведены в авиастроении и автомобилестроении.

Однако, в этих отраслях, как правило, не затрагивался вопрос передачи визуального изображения местности человеку-оператору через технические средства воспроизведения изображения.

Пионером в этой области исследований явился академик Б. В. Раушенбах, который обратил внимание на эффект восприятия информации о среде через телевизионные мониторы при подготовки советских космонавтов к миссии «Союз-Апполон».

Б. В. Раушенбах провел ряд исследований, в которых, в том числе, пришёл к выводу, что при передаче трёхмерной информации на плоское устройство воспроизводства изображения всегда возникают погрешности. Художник вносит их намеренно, и они принимают характер целевых искажений [1]. При этом в зависимости от целей передачи информации возможно внесение тех или иных искажений в передачу изображения.

Автору данной статьи представляется целесообразным использовать элементы этого подхода для улучшения восприятия изображения человеком-оператором робототехнической системы.

За базовую основу может быть предложено вносить целевые искажения в изображения, например, передача изображений с изменяемым фокусным расстоянием в зависимости от типа выполняемой робототехнической системой в данный момент времени операции.

В качестве примера можно привести виртуальное изменение фокусного расстояния, позволяющее с теми или иными особенностями преобразовывать изображение и передавать его для восприятия человеку-оператору.

В качестве иллюстраций можно рассмотреть фрагмент городской застройки, представленный на рис. 1 с различными целевыми искажениями.



а)



б)

Рисунок 1 – Различные целевые искажения передачи изображения

Так, например, фрагмент *а* лучше передает глубину изображения, что важно для более эффективного восприятия каких-либо объектов, находящихся на значительном удалении.

Фрагмент *б*, наоборот, даёт возможность оператору лучше воспринять детали ближнего плана, то есть рассмотреть объекты среды, находящиеся прямо перед роботом.

Таким образом, система преобразует изображения так, чтобы человек-оператор лучше воспринял те или иные его содержательные детали.

Автор полагает, что применение данной системы будет способствовать улучшению взаимодействия оператор-робот, а значит, и повышению эффективности функционирования робототехнических систем в целом.

Работа выполнена по теме государственного задания АААА-А20-120011690138-6.

Автор благодарит П. П. Острикова за подготовку иллюстраций.

### **Литература**

1. Рашуенбах Б. В. Геометрия картины и зрительное восприятие [Текст] / Б. В. Рашуенбах. – Пальмира, 2017.
2. Каляев И. А. Искусственный интеллект: камо грядеши? [Текст] / И. А. Каляев // Экономические стратегии. – № 5. – 2019.
3. Ермолов И. Л. Робототехника: автономность роботов. Серия: Итоги науки и техники. Роботы и робототехнические устройства [Текст] / И. Л. Ермолов. – М. : ВИНТИ, 2017.

***В. М. Зуев***

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМАМИ (ПОДЪЕМА МИШЕНЕЙ)**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
zvm@05.mail.ru*

В настоящее время имеется необходимость дистанционном управлении механизмами подъема и/или опускания. При этом оператор устройства подъема находится на

значительном удалении от объекта и не может что либо поправить при возникновении сложных ситуаций. Например, на скорость подъема может влиять множество дестабилизирующих факторов, к каковым относятся: порывы ветра, дождя, снега, изменение габаритов поднимаемого тела и др.

Эти дестабилизирующие факторы приводят к тому, что поднимаемый предмет может быть установлен на большую (или меньшую) высоту при манипуляции «поднятие/опускание».

Решить проблему можно было бы посредством интегрирования уравнения движения поднимаемого тела совместно с механизмом движения, причем в уравнении необходимо учитывать влияние различных дестабилизирующих факторов. Это усложняет получение математического решения. Для практической реализации такого решения нужно иметь большое количество дополнительных датчиков: ветровой нагрузки, веса тела и т.п., что удорожает систему при ее реализации.

В тоже время нужно отметить, что если же человек-оператор находится вблизи устройства подъема, то только по наблюдению скорости подъема он управляя движением может вносить необходимые оперативные корректировки и аварийной ситуации не происходит. По этому другой подход в решении проблемы видится в создании простейшего «интеллектуального» механизма, который действовал бы так, как и человек-оператор. В данной работе мы предлагаем использовать нейросеть, которая обучается на разных грузах и в разных метеоусловиях. В дальнейшем обученная нейросеть руководит механизмом. Реализация управления на основе обученной нейросети позволит не находиться оператору в опасной зоне.

Методика создания такой нейросети основана на концепции эталонной модели [1].

На первом этапе создается математическая эталонная модель (referent plant в терминах Матлаб) механизма,

где не учитываются внешние и внутренние дестабилизирующие факторы.

На втором этапе генерируется массив  $X$  исходных данных для нейрона и обучающий массив  $Y$ . Массив исходных данных получается двумя способами. Первый блок данных получается из решения уравнений эталонной модели, в которую внесены случайным образом возмущения разного плана: порывы ветра, дождя, снега, изменение массы, габаритов поднимаемого тела и др. Второй блок данных получается в процессе работы устройства посредством опроса датчиков, установленных на механизме.

На последнем этапе уравнение обученного нейрона программируются в микроконтроллере механизма.

Как следует из отчета [2] уравнение движения механизма описывает формула (1):

$$\frac{d^2\phi(t)}{dt^2} = -k_{sv} \left(\frac{d\phi}{dt}\right)^2 - k \frac{d\phi}{dt} - \omega_g^2 \cdot \cos\phi(t) - \omega_v^2 \sin\phi(t) + \frac{1}{I_m} (M(t) + M_{pr}(\phi))$$

где возвратный  $M_{pr}(\phi)$  момент описывается формулой (2):

$$M_{pr}(\phi) = h \left( \sqrt{s_2^2 - 2sh \sin(\phi) + h^2} - s + h \right) \cdot \sin \left( \arctg \frac{s \cdot \cos(\phi) - h \cdot \sin(2\phi)}{s \cdot \sin(\phi) + h \cdot \cos(2\phi)} \right)$$

Здесь  $t$  – текущее время;

$\phi$  – угол подъема;

$k$  – коэффициент трения в механизме;

$I_m$  – приведенный момент инерции;

Соответствующая референсная система в Simulink изображена на рис 1.

Архитектуру нейронной сети можно описать профилем 5-15-1(5 входов, 15 скрытого слоя-1 выход). Она показана на рис. 3.

Практическая реализация. Для реализации нерекурсивной реализации. Для реализации нерекурсивной реализации сети в первом слое требуется  $15 \times 5 = 75$  умножений, во втором

15 умножений. Еще около 10 умножений требуется для аппроксимации сигмоидной функции. Таким образом прямая передача требует порядка 100 умножений. При реализации такой нейросети на микропроцессоре с тактовой частотой 10 МГц время вычислений составит порядка 20-200 мкс, что вполне допустимо для решаемой задачи, где информация поступает с темпом 100 мс.

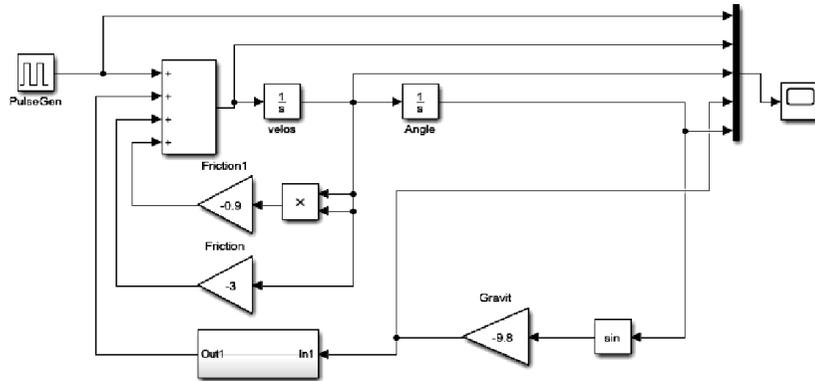


Рисунок 1 – Референсная система

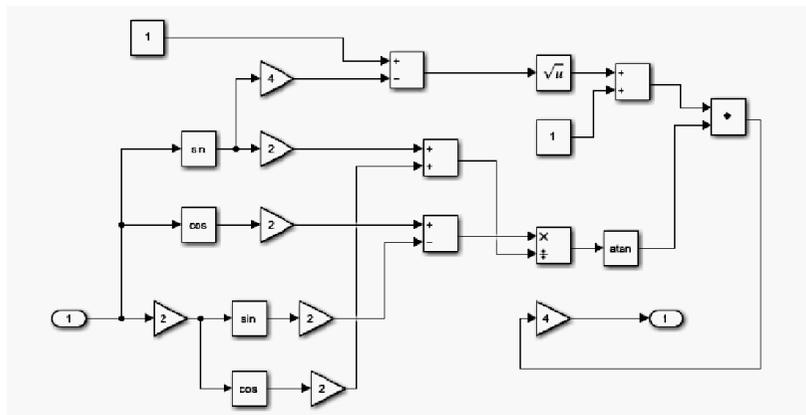


Рисунок 2 – Подсистема

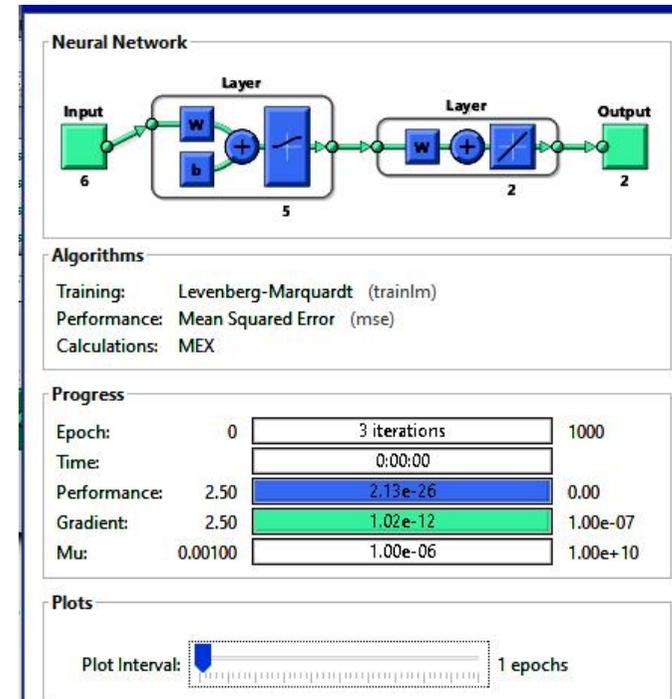


Рисунок 3 – Архитектура нейронной сети

Таким образом, можно сделать вывод, что предварительно обученная нейросеть вполне пригодна для целей управления механизмом.

### Литература

1. Медведев В. С. Нейронные сети MATLAB 6 [Текст] / В. С. Медведев, В. Г. Потемкин. – Диалог-МИФИ, 2002. – 496 с.
2. Отчет по НИР «Разработка интеллектуальной системы управления и передачи данных для автоматизированного программно-аппаратного комплекса мишенных установок». – ГУ ИПИИ, г. Донецк, 2018.

*И. А. Каляев<sup>1</sup>, С. Г. Капустян<sup>2</sup>*

**МУЛЬТИАГЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
«УМНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ»**

<sup>1</sup>*Южный федеральный университет, г. Таганрог, Россия  
kaliaev@nntmvs.ru*

<sup>2</sup>*Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия  
kap56@mail.ru*

Эволюционный путь изменений привел к следующему технологическому рубежу – Индустрии 4.0. Ее также называют четвертой промышленной революцией, следующей ступенью глобального технологического развития или концепцией «Умного производства» [1]. Концепция «Умного производства» не может быть реализована без так называемого интернета вещей (Internet of Things – IoT) [2-4]. При этом подразумевается, что каждый объект на производстве может быть подключен к интернету, что открывает возможности удаленного управления этими объектами. Использование интернета вещей позволяет решить проблему создания безлюдных роботизированных производств (БРП), способных в кратчайшее сроки изготавливать разнообразные опытные образцы и единичные изделия по заданиям Заказчиков [5], [6]

Такое БРП должно включать в свой состав широкий набор роботизированных обрабатывающих центров (РОЦ) различной функциональной направленности. Заказчик формирует и направляет по Интернету задания на изготовление своего изделия с помощью РОЦ, входящих в состав БРП. На основании этого задания автоматический диспетчер БРП должен строить план (временной график) изготовления данного изделия, т.е. распределить операции по отдельным РОЦ, а также организовать транспортировку и доставку требуемых комплектующих и заготовок со склада, а также между отдельными РОЦ. Далее изделие запускается в производство согласно построенному плану.

В работах [7], [8] предложен способ мультиагентной организации диспетчера БРП. При этом предполагается, что каждый из РОЦ, входящих в состав БРП, обладает своим программным агентом, связанным посредством некоторого информационного канала с агентами других РОЦ, а также с Интернет-площадкой (доской объявлений) на которой Заказчики размещают свои задания. Показано, что такая мультиагентная организация диспетчера обладает рядом преимуществ. Во-первых, поскольку каждый агент будет точно знать текущие функциональные возможности «своего» РОЦ (какой набор операций он может исполнять, время выполнения отдельных операций и т.п.), то это позволяет оптимизировать распределение операций поступающих заданий между РОЦ. Во-вторых, при этом обеспечивается высокая отказоустойчивость БРП, поскольку в нем отсутствуют узлы, выход которых из строя приводит к катастрофическим последствиям для всего БРП в целом. Наконец, в-третьих, обеспечивается простая и практически ничем неограниченная возможность увеличения (масштабирования) числа РОЦ в составе БРП путем их простого подключения к информационному каналу.

В данной работе рассматривается постановка задачи диспетчирования, когда требуемое время выполнения заданий не задано, а цель работы диспетчера БРП заключается в выполнении всех поступающих заданий за минимально возможное время.

Пусть функционирует несколько БРП<sub>k</sub> ( $k=1,2,\dots,K$ )

Будем считать, что в состав БРП<sub>k</sub> входит некоторое множество РОЦ  $\mathbf{R}_k = \langle R_{1k}, R_{2k}, \dots, R_{Nk} \rangle$ , а также два склада – склад комплектующих и заготовок и склад готовых изделий. Все РОЦ и склады объединены общей транспортной линией, посредством которой комплектующие, заготовки и изделия могут передаваться между складами и РОЦ, а также между отдельными РОЦ

Предположим, что каждый РОЦ  $R_{ik} \subseteq \mathbf{R}_k$  может выполнять некоторый набор операций  $\mathbf{O}_{ik} = \langle O_1^{ik}, O_2^{ik}, \dots, O_L^{ik} \rangle$  ( $i=1, 2, \dots, N_k$ ), причем в общем случае  $\mathbf{O}_{ik} \neq \mathbf{O}_{jk}$  ( $j=1, 2, \dots, i-1, i+1, \dots, N_k$ ). Будем считать, что каждой операции  $O_m^{ik}$ , принадлежащей множеству операций  $\mathbf{O}_k = \bigcup_{i=1}^N \mathbf{O}_{ik}$ , соответствует некоторая трудоемкость  $d_m^{ik}$ , от которой в свою очередь зависит время ее исполнения  $T_p(O_m^{ik}) = f_p(d_m^{ik})$  с помощью РОЦ  $R_p$ , где  $f_p$  – некоторая функция. Причем время выполнения идентичных операций различными РОЦ может быть также различными, т.е.  $T_p(O_i^{ik}) \neq T_c(O_i^{ik})$  ( $p, c=1, 2, \dots, N_k, p \neq c$ ). Кроме того, положим, что время транспортировки комплектующих и заготовок между отдельными РОЦ, а также между РОЦ и складами составляет  $T_{\Pi}(S_k)$ , где  $S_k$  – длина транспортной линии между ними на  $k$ -ом БРП.

Будем считать, что Заказчики через Интернет в случайные моменты формируют некоторое множество (поток) различных заданий на изготовление тех или иных изделий. При этом каждое задание  $Z_i \in Z$  представляется в виде ациклического графа  $\mathbf{G}_i(\mathbf{Q}_i, \mathbf{X}_i)$  (рис. 2), каждой вершине  $q_j \in \mathbf{Q}_i$  которого приписана некоторая операция  $O_i^j$ , принадлежащая множеству операций  $\mathbf{O} = \bigcup_{i=1}^N \mathbf{O}_i$ , выполняемых различными РОЦ, а также трудоемкость  $d_i^j$  ее выполнения. Если две вершины графа  $q_j$  и  $q_{j+1}$  соединены дугой  $x(q_j, q_{j+1})$ , то это означает, что операция  $O_i^{j+1}$ , приписанная вершине  $q_{j+1}$  должна выполняться по завершению операции  $O_j$ , приписанной вершине  $q_j$ . Входные вершины графа  $\mathbf{G}_i(\mathbf{Q}_i, \mathbf{X}_i)$  определяют операции по доставке исходных комплектующих и заготовок, необходимых для изготовления

изделия, со склада, а конечная вершина определяет операцию по размещению на складе готовой продукции конечного изделия, получаемого в результате выполнения задания  $Z_l$ . Одновременно РОЦ могут выполнять несколько заданий, т.е. поток заданий.

Задача состоит в том, чтобы задания потока  $Z = \langle Z_1, Z_2, \dots, Z_L \rangle$  требуется распределить между БПР, а внутри БПР распределить операции сложных заданий между РОЦ данного БПР таким образом, чтобы минимизировать время выполнения потока заданий.

Укрупненно решение данной задачи можно представить в следующем виде.

1. Заказчик с помощью специального приложения формирует свое задание  $Z_l$  в виде графа  $G_l(Q_l, X_l)$  и определяет требуемый момент времени  $T_{lmax}$ , к которому ее решение должно быть получено. Как только задание сформировано в сети инициируется работа программного агента задания  $AZ_l$ , представляющего интересы Заказчика и который осуществляет поиск БРП для выполнения задания. Для этого агент  $AZ_l$  направляет агентам  $AD_k$  ( $k=1, 2, \dots, K$ ) доску объявлений (ДО) – специальных ресурсов, выделенных в сети каждого БРП, представленное определенным образом описание задачи  $Z_l$ . Все  $AD_k$ , представляющие интересы БРП, анализируют задание, определяют возможность выполнения задания «своим» БРП и, в случае возможности размещают описание задачи  $Z_l$  на своей ДО.

2. Агенты РОЦ  $AR_{ik}$  периодически обращаются к агентам  $AD_k$  в поисках работы для «своего» РОЦ. Агенты  $AD_k$  анализируют свои ДО с целью поиска подходящих заданий. В случае обнаружения на ДО подходящего задания  $Z_l$  агент  $AD_k$  передает соответствующую информацию агентам  $AR_{ik}$ , которые определяют операции, которые могут выполнять их РОЦ. Агенты  $AD_k$  и  $AR_{ik}$  распределяют операции задания между РОЦ таким образом, чтобы, например, минимизировать время выполнения задания, реализуя алгоритмы, описанные в [9]. По результатам распределения определяется

3. По результатам распределения операций между РОЦ определяется ориентировочное время выполнения задания, значение которого агентами ДО передается агенту  $AZ_i$ .

4. Агент  $AZ_i$  анализирует данную информацию и выбирает БРП, на котором будет выполняться его задание, о чем он сообщает соответствующему агенту агент  $AD_k$  ДО.

5. Агент  $AD_k$  определяет момент начала выполнения задания и подает соответствующую команду агентам  $AR_{ik}$  «своего» БРП $_k$ . В свою очередь агенты  $AR_{ik}$  дают команды «своим» РОЦ на выполнение операций задания. При выполнении очередной операции агент РОЦ проверяет, во-первых, наличие всех исходных материалов, заготовок и т.п., необходимых для ее выполнения, а также соблюдение временного графика, оценивая время завершения выполняемых операций. Если материалы и заготовки еще не поступили от других РОЦ, то агент переводит РОЦ в режим ожидания.

6. После успешного завершения выполнения всех операций задания  $Z_1$  РОЦ  $R_{ik}$  его агент вновь обращается к агенту ДО «своего» БРП с целью поиска очередного задания для РОЦ.

Проведенные экспериментальные исследования с использованием программного комплекса моделирования БРП с мультиагентным диспетчером при выполнении различных потоков заданий показали работоспособность и эффективность предложенного подхода. При этом оптимизация распределения заданий между РОЦ может осуществляться по одному из критериев – время выполнения всех заданий или выполнение каждого из заданий за определенный промежуток времени.

### Литература

1. Вальдхаузен М. «Умное производство»: первые шаги [Текст] / Вальдхаузен М. // Автоматизация проектирования. – 2017, № 2. – С.44-46.

2. Kevin Ashton. That 'Internet of Things' Thing. In the real world, things matter more than ideas RFID Journal [Текст] / Kevin Ashton. – 22 June 2009.
3. Rob van Kranenburg. The Internet of Things: A critique of ambient technology and the all-seeing network of RFID [Текст] / Rob van Kranenburg. – Pijnacker: Telstar Media, 2008. – 62 p.
4. Hersent O. The Internet of Things: Key Applications and Protocols [Текст] / O. Hersent, D. Boswarthick, O. Elloumi. – Willey, 2012. – 370 p. – ISBN 978-1119994350.
5. Климов А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учебное пособие [Текст] / А. С. Климов, Н. С. Машинин. – М. : Изд. Лань, 2017. – 236 с.
6. Козырев Ю. Г. Применение промышленных роботов [Текст] / Ю. Г. Козырев – М. : Изд. КноРус, 2016. – 485 с.
7. Каляев И. А. Синтез структуры роботизированного производства с децентрализованным диспетчером [Текст] / И. А. Каляев, А. И. Каляев, Я. С. Коровин // Робототехника и техническая кибернетика. – № 4(13). – 2016. – С. 4-12.
8. Каляев И. А. Метод децентрализованного управления распределенной системой при выполнении потока заданий [Текст] / И. А. Каляев, А. И. Каляев // Мехатроника, автоматизация, управление. – Т.16, № 19. – 2015. – С. 585-598.
9. Multiagent Management of Smart Internet Production. Proceedings of 2018 Global Smart Industry Conference (GloSIC). IEEE. DOI:10.1109/GloSIC.2018.8570119 [Текст] / I. A. Kalyaev, S. G. Kapustyan, A. A. Dyachenko, L. Zh. Usachev.

*Т. Д. Ключанова, Н. М. Кравченко, В. В. Бондарчук*

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ  
ПО ОБРАБОТКЕ, АНАЛИЗУ И РАСПОЗНАВАНИЮ  
КОМПОНЕНТ ФУНКЦИОНАЛА  
ПСИХОФИЗИОДИАГНОСТИКИ**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
vv\_bondar@mail.ru*

Анализ отечественных и зарубежных исследований по проблеме автоматизации экспертных систем психофизиологического обследования работников, занятых на работах, требующих профессионального отбора, показал, что вопросы автоматизации интеллектуальных тестовых систем с акцентом на психофизиодиagnostику изучены недостаточно и представляют актуальность. Ученые ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта» на протяжении ряда десятилетий имеют успешные разработки и внедрения в области искусственного интеллекта [1], [2].

В рамках фундаментальной НИР «Разработка компьютерной системы психофизиологического диагностирования, интеллектуально-духовной реабилитации и безмедикоментозной терапии» разработан программный комплекс для тестирования профессиональной пригодности потенциальных сотрудников, организации хранения результатов тестирования в базе данных с последующим анализом и подготовкой отчетной документации [3]. Разработка осуществлена в системе программирования Delphi – интегрированной среде разработки для создания кросс-платформенных, скомпилированных приложений.

Предложена методика проведения тестирования психофизиологических качеств с помощью компьютера. Дано краткое описание разработанного программного тестового комплекса для обследования работников, занятых на работах,

требующих профессионального отбора. Программное обеспечение позволяет оценить уровень развития профессионально важных качеств человека для допуска к определенным работам. Представлена методика оценки психофизиологических показателей по результатам пройденных тестов. Структурно-логическая модель реализации интеллектуальной системы психофизиодиагностики реализована с помощью процессно-системного подхода, событийно-управляемой архитектуры; интеллектуальности (машинное обучение, чувствительность к контексту, метаданные, семантика, интеллектуальные оболочки, инициирование и ответ, интеллектуальные рекомендации, автоматическая и интеллектуальная обнаруживаемость, динамическое связывание, динамические интеллектуальные информационные пакеты, интеллектуальные хранители экрана, семантические подсказки в пользовательском интерфейсе, гибкий управляемый пользователями анализ информации, гибкие семантические запросы и т.д.). Разработано программное обеспечение компонент речевого интерфейса, каталогов образов знаков, диагностики, безмедикоментозной терапии. Техническая реализация системы представлена [3]. Выполнены расчеты оценок психофизиологических показателей: Сенсомоторные реакции, Функциональная подвижность нервных процессов, Внимание, Память зрительная и слуховая, Эмоциональная устойчивость и чувство тревоги, Устойчивость к влиянию стрессов, Реакция на движущийся объект [4].

Разработаны программные модули «Системы психофизиологического диагностирования и интеллектуально-духовной реабилитации»: методика самочувствие, активность, настроение; самооценка эмоциональных состояний; измерение депрессии; признаки нервно-психического напряжения; шкала ситуативной тревожности; определение состояния фрустрации; методика «Диагностика уровня социальной фрустрированности»; модифицированная шкала личностной соревновательной тревожности; методика «Накопление эмо-

ционально-энергетических зарядов, направленных на самого себя»; методика «Диагностика уровня эмоционального выгорания»; опросник на «выгорание»; тест «Определение ведущего полушария мозга»; тест «Определение вида интеллекта»; 8-цветовой тест Люшера.

По результатам выполнения комплексного компьютерного психофизиологического диагностирования эмоционально-психологического состояния личности формируется Протокольное заключение.

Разработанный программный комплекс внедрен в ГП «НИИ МЭП Донбасса и угольной промышленности МЗ ДНР» и успешно используется для тестирования работников, занятых на работах, требующих профессионального отбора. Дальнейшим развитием экспертной интеллектуальной системы психофизиодиагностики состояния человека станет комплексный безмедикоментозный подход на основе инновационных технологий при принятии решений.

## Литература

1. Проблемы и перспективы глубокой автоматизации и роботизации компьютерных технологий в социально-экономических условиях высокоразвитого и развивающегося общественного производства [Текст] / С. Б. Иванова, И. С. Сальников, Р. И. Сальников // Международный научно-теоретический журнал «Проблемы искусственного интеллекта». – 2018. – № 1 (8). – С. 50-56.
2. Practical results of creating a multiservice intelligent system automated access to scientific and technical information [Текст] / V. V. Bondarchuk, S. B. Ivanova, N. M. Kravchenko // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 7-8 – 2019. – P. 22-24. DOI: 10.29013/AJT-19-7\_8.
3. Кравченко, Н. М. Технологии реализации интеллектуальной системы психофизиодиагностики [Текст] / Н. М. Кравченко, С. Б. Иванова, В. В. Бондарчук // Европейские научные исследования: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – 260 с. – С. 47-53.

4. Тестовый программный комплекс для психофизиологического обследования работников, занятых на работах, требующих профессионального отбора. [Текст] / Н. М. Кравченко, Т. Д. Ключанова, В.В. Нечипоренко. // Международный научно-теоретический журнал «Проблемы искусственного интеллекта». – 2019. – № 4 (15). – С. 20-33.

***О. М. Корчажкина***

### **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ИЛИ ИСКУССТВЕННАЯ ЛИЧНОСТЬ?**

*ФИЦ «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия  
olgakotax@gmail.com*

Усилия по воспроизводству алгоритмов, по которым функционирует человеческий мозг, с помощью систем искусственного, или антропоморфного, интеллекта (ИИ) вряд ли когда-либо приведут к позитивному результату. Все современные системы ИИ представляют собой «машинных подмастерьев», находящихся на подхвате у *Человека Разумного*, не имеющего в силу определённых чисто физических, биологических и психологических причин возможности выполнять быстро и безошибочно огромный объём рутинных операций согласно определённой иерархии алгоритмов – заранее заложенных в систему или «приобретённых» ею в результате «обучения».

Этой позиции придерживаются в основном приверженцы гуманитарного направления в исследовании проблем ИИ, которые не являются непосредственными разработчиками машинных интеллектуальных систем – люди не ангажированные, весьма далёкие от технической стороны вопроса, и поэтому способные оценить «степень бедствия» со стороны.

В доказательство своей точки зрения они заявляют о невозможности создания искусственных технических систем, воспроизводящих высшие психические функции и обладающих чисто «человеческими» свойствами – прежде всего **сознанием**, – свойствами, без которых не могут осуществляться когнитивные процессы: речемыслительные, эмоциональные, перцептивные, поведенческие и метакогнитивные (см., например, [1]; [2]).

И действительно, в настоящее время было бы ошибкой игнорировать гуманитарные проблемы очередной промышленной революции – уже четвёртой по счёту, – основным аспектом которых выступает аксиологический (ценностно-ориентированный) подход к формированию и развитию новой технологической среды, который может быть выражен одной краткой фразой: **технологии не могут быть нейтральны по отношению к ценностям**. А основным носителем общечеловеческих ценностей – морально-нравственных, этических, культурно-исторических – является **личность**. Поэтому встаёт непростой вопрос: принимая некоторое решение, человек выступает как личность, обладающая определёнными индивидуальными характеристиками и жизненным опытом? Или как обезличенный продукт Матушки-Природы?

Ответ очевиден: если технологические проблемы, требующие обработки больших объёмов информации, могут быть решены без участия личности как носителя ценностной ориентации, то глобальные проблемы, требующие оценки последствий применения этих решений, не могут быть полностью доверены ИИ. Именно этой причиной обусловлен тот факт, что всё чаще учёные создают гибридные системы, в которые заложен не голый алгоритм функционирования ИИ, способного во много раз быстрее и надёжнее человека найти множество промежуточных решений, а технология взаимодействия ИИ и человека, способного к творчеству, что позволяет оценить эти формализованные решения с позиций ценностной ориентации, то есть «вдохнуть в них жизнь».

Классическим примером оценки такого решения, которое предлагает сделать моральный выбор, является так называемая неразрешимая и жестокая «проблема вагонетки», которая в переложении [3, с. 34] выглядит следующим образом: «Тяжёлая неуправляемая вагонетка несётся по рельсам расходящегося на две ветки железнодорожного полотна. Вы стоите у развилки путей и можете переключать стрелку. На пути следования вагонетки находятся пять человек, привязанных к рельсам. У вас есть выбор: вы можете переключить стрелку, и тогда вагонетка поедет по другому, запасному, пути, на котором находится всего лишь один человек. Но он также привязан к рельсам. Какое решение вы примете? Переключите ли вы стрелку?» (рис. 1).

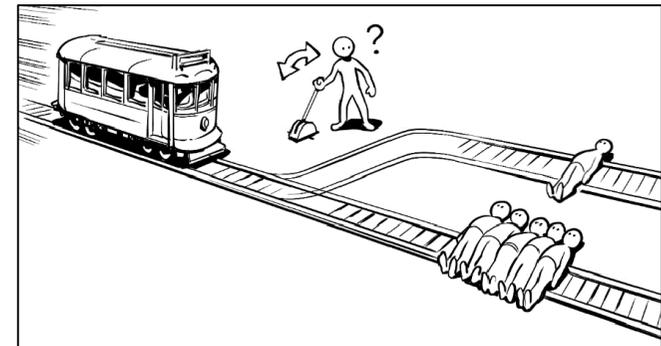


Рисунок 1 – Проблема вагонетки

Очевидно, что нормальному человеку невозможно сделать моральный выбор между двумя предложенными вариантами. Скорее всего, он выйдет за пределы условия задачи и попытается остановить вагонетку пока она не подъехала к стрелке, создав на её пути преграду, хотя такого варианта задачей не предусмотрено. И это будет обычным и понятным человеческим решением. Как поступит в этом случае система ИИ? Скорее всего, она переключит стрелку, послав вагонетку по второму пути, сославшись на целесообразность минимизации жертв.

Этот пример ещё раз доказывает, что интеллектуальные системы не в силах решать морально-этические проблемы, которые и для человека являются затруднительными. По большому счёту эту проблему следует назвать не проблемой вагонетки, а проблемой морального выбора технического решения, в основу которого положено непростое и негуманное воспроизведение «обезличенного» алгоритма мышления, которое трудно назвать человеческим.

Поэтому необходимо продолжать исследования в области междисциплинарных проблем, связанных с гуманитаризацией ИИ, с точки зрения философско-мировоззренческого подхода, в основу которого заложены ценностные ориентиры личности, создающей и управляющей системами ИИ.

Тогда сторонники чисто технического подхода к проблемам ИИ могут задаться вопросом: а почему бы не создать **искусственную личность**, на которую в автоматическом режиме можно было бы возложить ответственность за принятие решений, предлагаемых системами ИИ? На каких принципах должна строиться такая искусственная личность? Как её определить, описать, воспроизвести? Какие дополнительные позитивные возможности могли бы открыться при принятии ею решений, если создать такую личность?

Если это будет искусственная личность, то её, ориентируясь на принципы создания ИИ, необходимо сразу проектировать под характеристики реальной личности, которые позволят ей выполнять только две функции: мыслительные операции и морально-этическая оценка своих решений. Однако искусственная личность, если считать таковую возможной, будет в корне отличаться от реальной человеческой личности по целому ряду качеств, что на самом деле упростит её создание.

Она не имеет никаких прав или обязанностей перед обществом, общество также не гарантирует исполнение своих социальных обязательств перед ней. Её не нужно мотивировать на исполнение каких-либо действий, лежащих за пределами предписанных правил или заданного алгоритма, она не

потребуется оплаты своего труда или защиты своих прав, ей не нужно улучшать жилищные условия, отдыхать, ходить по магазинам, есть, спать, читать книги, посещать театры, музеи или выставки, самовыражаться в социальных сетях – то есть удовлетворять свои насущные биологические, психологические, духовные и социальные потребности, то есть развиваться в духовном и социальном смысле, как это делает человек, поскольку таких потребностей у неё попросту не возникает.

Она не тратит время на самокопание и рефлексии, на заботу о здоровье, общение с семьёй, заботу о детях и престарелых родителях, она не подвержена угрозам психического расстройства или потере эмоционального равновесия. Она не воспроизводит себе подобных, не растёт, не стареет и не умирает, а просто обновляется, устаревает и снимается с производства, заменяясь более производительными образцами – по крайней мере она «живёт», не задумываясь о своём будущем.

Она не имеет национальности, не обладает исторической памятью, не имеет опыта культурного развития, не испытывает никаких чувств ни по отношению к себе, ни по отношению к окружающим. Она эмоционально нейтральна, не конфликтна, никого не «подсиживает», не критикует, не подаёт в суд за нарушения своих прав и не может быть подвергнута административному или уголовному преследованию, поскольку не является членом социума. Она полностью обезличена и может доставлять своим разработчикам только чисто технические проблемы, а морально-этические брать на себя. **Это ли не здорово?**

Однако именно эти характеристики позволяют человеку принимать осознанные и взвешенные с морально-этической точки зрения решения и нести ответственность за их последствия. Поэтому можно лишь отчасти согласиться с метафорой Гордона Олпорта [4, с. 340], одного из крупнейших психологов XX века, определившего личность как «ткань, основу которой составляют чувства и эмоции, а утком служат высшие психические процессы». Зрелость личности определяется не только чувствами, эмоциями и высшими психическими процессами. Приобретённый ею жизненный и культурно-

исторический опыт формируют и развивают способности к мыслительной деятельности и являются нравственной опорой при принятии решений. Без развития личности и её способностей не может сформироваться полноценный интеллект: «действие ума опутано и контролируется моралью, а ... качества личности выступают как устойчивые мотивации» [5, с. 224].

Именно поэтому лишённая всех описанных выше качеств и свойств, обязанностей и прав искусственная личность, лишённая самоощущения, самоидентификации и соотнесения с обществом, не сможет следовать морально-этическим нормам и правилам, опора на которые является непременным условием принятия особо сложных, стратегических решений как в некоторых отраслях современной экономики, так и во многих сферах общественной жизни.

И это ещё раз доказывает невозможность создания антропоморфного искусственного интеллекта, работающего по принципу интеллекта человека. Функционирование систем ИИ – это высокотехнологичная, но весьма далёкая от реальности попытка воссоздать процессы, составляющие основу работы человеческого мозга, принимаемого за биологическое образование, которое можно воспроизвести чисто техническими средствами.

## Литература

1. Искусственный интеллект: междисциплинарный подход [Текст] / под ред. Д.И. Дубровского и В.В. Лекторского. – М.: 2006. – 448 с.
2. Корчажкина О. М. Естественная когнитивная система *homo cognitionis*: в поисках алгоритма человеческого мышления [Текст] / О. М. Корчажкина // Проблемы искусственного интеллекта. – 2016. – № 2. – С. 34-39.
3. Корчажкина О. М. Искусственный интеллект в программе средней школы: Чему учить? [Текст] / О. М. Корчажкина // Вестник МГПУ. – 2019. – № 4 (50). – С. 29-42.
4. Олпорт Г. Становление личности: Избранные труды [Текст] / Олпорт Г. – М.: Смысл, 2002. – 462 с.
5. Шадриков В. Д. Ментальное развитие человека [Текст] / Шадриков В. Д. – М.: Аспект Пресс, 2007. – 284 с.

*Н. М. Кравченко, Т. Д. Ключанова, В. В. Бондарчук*

**РАСПОЗНАВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ  
ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА  
ПО КАРДИОСИГНАЛУ В ПРОЦЕССЕ БАРОТЕРАПИИ**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
vv\_bondar@mail.ru*

Актуальность метода гипербарической оксигенации (ГБО) обусловлена очень широким спектром заболеваний, при которых применяется метод, отсутствием противопоказания к лечению и очень эффективными результатами лечения. Однако проблемами метода ГБО является сложность в подборе наиболее подходящего режима лечения (дозы ГБО) индивидуально для каждого больного, использование «схемного» подхода. Основной проблемой широкого распространения данного метода лечения является сложность в подборе оптимального режима лечения индивидуально для каждого больного.

Целью работы является разработка экспертной системы поддержки принятия решений в процессе баротерапии для формирования режимов ГБО.

Для достижения цели решены задачи: проведен анализ существующих систем поддержки принятия решений для формирования режимов гипербарической оксигенации; определены функциональные требования к системе; разработан универсальный алгоритм косвенной критериальности формирования индивидуальных режимов лечения, информационное обеспечение для систематизации, хранения и возможности накопления данных; разработка модуля расчета параметров variability сердечного ритма (VSP); разработан модуль корректировки режима ГБО.

За последние десятилетия были выявлена существенная взаимосвязь между состоянием вегетативной нервной системы (ВНС) и смертностью от сердечно-сосудистых

заболеваний, включая внезапную смерть. Экспериментальные подтверждения связи между предрасположенностью к летальным аритмиям и признаками повышенной симпатической или пониженной вагусной активности стимулировали исследования в области количественных показателей вегетативной активности. Вариабельность сердечного ритма (ВСР) представляет собой один из наиболее многообещающих показателей такого рода.

Преимущество диагностики с помощью анализа вариабельности сердечного ритма состоит в том, что таким образом обнаруживаются малейшие отклонения в деятельности сердца, выявляется развитие заболеваний на самых ранних стадиях, когда они еще не определяются традиционными средствами визуального и количественного анализа. Методы анализа ВСР позволяют оценить общие функциональные возможности организма, способности его адаптации к изменяющимся условиям внешней среды.

Данными для анализа ВСР являются одноканальные записи электрокардиограмм (ЭКГ) различной длительности (короткие, от двух до нескольких десятков минут, или более продолжительные, многочасовые, т.н. холтеровский мониторинг). На первоначальном этапе такие записи преобразуются в последовательности кардиоинтервалов, которые затем обрабатываются методами математической статистики. Конечно, эффективный анализ таких данных, особенно в случае больших объемов информации, возможен только при использовании вычислительной техники.

В Институте проблем искусственного интеллекта ведется разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений для формирования режимов гипербарической оксигенации. Данное программное обеспечение предназначено для численной обработки результатов записи сердечной деятельности пациентов, проходивших баротерапию. Данные были зафиксированы с помощью автоматизированного диагностического комплекса «Кардио+»

в ходе сеансов лечения методом гипербарической оксигенации в Донецком областном диагностическом центре гипербарической оксигенации.

Из сохраненной в базе данных информации (результатах замеров ЭКГ) выделяются последовательности кардиоинтервалов, соответствующие 5-минутным записям по каждому из этапов сеанса лечения: 5 минут до сеанса, период компрессии (подъем давления в камере), изопрессия (при постоянном повышенном давлении), период декомпрессии (снижение давления), 5 минут после сеанса.

Существующие методы анализа ВСР относятся к следующим направлениям: интервалография, вариационная пульсометрия, спектральный анализ, корреляционная ритмография [1].

В интеллектуальную систему поддержки принятия решений включена программная реализация указанных методов для статистического анализа рядов кардиоинтервалов, записанных на каждом из этапов сеанса лечения.

По данным измерений величин кардиоинтервалов, соответствующих одному этапу, строится интервалограмма (ритмограмма), предназначенная для визуального анализа изменения последовательных интервалов.

При этом происходит минимизация уровня артефактов в исходном ряду. Специальная подпрограмма производит распознавание артефактов. Если их не слишком много, не более 10 процентов от общего количества интервалов, дальнейший расчет возможен, но артефакты в этом случае удаляются из ряда или заменяются интерполяцией по соседним точкам (рис. 2). То есть, непригодный для обработки сигнала участок ритмограммы не принимается во внимание при дальнейшей оценке данных. Таким образом, при наличии аритмии единичные экстрасистолы и пропуски сердечных сокращений исключаются из анализа данных, при аритмии постоянного характера выводится сообщение о непригодности сигнала к обработке.

Кроме графического представления, в вариационной пульсометрии определяется ряд количественных показателей, таких, как вариационный размах – разность между максимальным и минимальным интервалами, среднее значение (математическое ожидание), стандартное отклонение SDNN, мода и амплитуда моды и др. Для этих показателей по результатам большого числа наблюдений вариационной пульсометрии определяется ряд количественных показателей, таких, как вариационный размах – разность между максимальным и минимальным интервалами, среднее значение (математическое ожидание), стандартное отклонение SDNN, мода и амплитуда моды, границы нормы в зависимости от пола и возраста пациента [2].

При спектральном анализе исходная последовательность сердечных сокращений преобразуется в спектр мощности колебаний длительности кардиоинтервалов. Полученный спектр представляет собой последовательность частот, каждой из которых соответствует определенная амплитуда колебаний.

В интеллектуальной системе поддержки принятия решений для формирования режимов гипербарической оксигенации реализовано определение спектральных характеристик последовательностей RR-интервалов с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ).

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot \left[ \cos\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) - i \cdot \sin\left(\frac{2\pi kx_n n}{N}\right) \right]$$

где  $N$  – количество значений величины, измеренной за рассматриваемый период  $T$ ,  $x_n$  – измеренные значения величины (в дискретных временных точках с номерами  $n = 0, \dots, N - 1$ ),  $X_k$  – комплексные амплитуды гармоник, слагающих исходный ряд,  $\frac{|X_k|}{N}$  – вещественная амплитуда  $k$ -го сигнала,  $k$  – индекс частоты, частота  $k$ -го сигнала  $\frac{k}{T}$ .

Однако для применения ДПФ исходная интервалограмма предварительно преобразуется к временному ряду с фиксированным временным шагом. Для этого выполняются следующие действия: по оси X откладывается время, прошедшее с начала этапа, а по Y – длительность соответствующего интервала. Через полученные точки проводится интерполяционная кривая (кубические сплайны). Далее ось времени (участок, соответствующий длительности этапа) разбивается на равные отрезки, и в точках разбиения рассчитываются значения интерполирующей функции. Над полученным временным рядом теперь уже с постоянным шагом проводится дискретное преобразование Фурье. Анализ мощности колебаний длительности RR-интервалов, полученных при обработке 5-минутных записей ЭКГ (рис. 4), проводится в следующих диапазонах частот:

HF – высокие частоты, 0,4 – 0,15 Гц; дыхательные волны; мощность в этом диапазоне частот отражает парасимпатическую активность;

LF – низкие частоты, 0,15 – 0,04 Гц; характерен для активности симпатической нервной системы;

VLf – очень низкие частоты, менее 0,04 Гц.

Реализована возможность автоматической подготовки отчета о показателях сердечной деятельности пациента на различных этапах сеанса баротерапии. По желанию пользователя, отчет может быть выведен на печать или сохранен в PDF-формате (рис. 1).

В системе предусмотрены возможности быстрого поиска пациента в базе данных, выделения групп пациентов по различным признакам и составления статистических сводок по результатам проведенных обследований с сохранением их в формате Microsoft Excel.



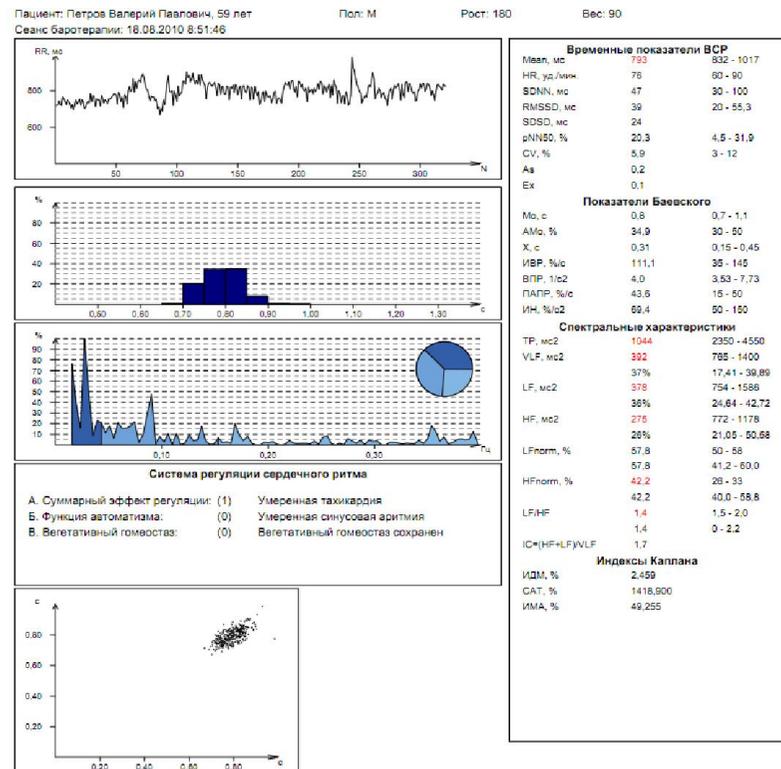


Рисунок 2 – Результаты расчета показателей ВСР в ходе сеанса баротерапии

Возможность обработки записей сигнала ЭКГ и экспорта результатов анализа ритмограмм в табличные процессоры типа Microsoft Excel позволит на серьезном уровне выполнять исследования влияния проводимого лечения на состояние сердечно-сосудистой системы пациента, выявлять корреляцию различных показателей вариабельности между собой, устанавливать их связь с признаками заболевания и диагнозом пациента.

## Литература

1. Кулаичев А. П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика: учебное пособие [Текст] / А. П. Кулаичев. – М. : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007.
2. Руководство по кардиологии / Вариабельность сердечного ритма: физиологические механизмы, методы исследования, клиническое и прогностическое значение: [Электронный ресурс]. –  
Режим доступа: <https://compendium.com.ua/clinical-guidelines/cardiology/section-5/glava-4-variabelnost-serdechnogo-ritma-fiziologicheskie-mehanizmy-metody-issledovaniya-klinicheskoe-i-prognosticheskoe-znachenie/>
3. Проблемы и перспективы глубокой автоматизации и роботизации компьютерных технологий в социально-экономических условиях высокоразвитого и развивающегося общественного производства [Текст] / С. Б. Иванова, И. С. Сальников, Р. И. Сальников // Международный научно-теоретический журнал «Проблемы искусственного интеллекта» International Peer-Reviewed Scientific Journal «Problems of Artificial Intelligence» ISSN 2413-7383. – 2018. – № 1 (8). – С. 50-56.

*О. А. Криводубский*

### РЕАЛЬНОСТЬ, ФАНТАЗИИ, ГИПОТЕЗЫ

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк*

Развитие искусственного интеллекта в современных условиях осуществляется гигантскими темпами. В первую очередь это определяется реализацией всемирной вычислительной сети (облака), охватывающей информационные поля различной сферы жизнедеятельности на Земле, особенно экономической. Математически и программно обработка этой информации осуществляется с помощью существующего аппарата нейросетей. Такая обработка информации приемлема,

поскольку предусматривает однородность поставленных сведений о конкретной сфере жизнедеятельности. Вторая сторона, наиболее важная, касается применения искусственного интеллекта (ИИ) в военной сфере. ИИ позволяет создавать новые виды оружия, которое используется без человека как исполнителя непосредственных действий оружия. Это интеллектуальные беспилотные дроны, самолеты, бронемашины, ракеты с разделяющимися боеголовками. Развитие ИИ, акцентированное фильмом «Терминатор» привело к тому, что в среде специалистов информационных технологий (ИТ) стали популярными идеи о грядущем веке мыслящих роботов, которые заменят человека и станут выше человека в интеллектуальном отношении. Но позвольте заметить, что начинку – математику, алгоритмы и программы роботов создают и будут создавать люди.

Одним из доминирующих аргументов в пользу роботов является то, что современные компьютеры обрабатывают информацию со скоростью на несколько порядков выше, чем обрабатывает ее обычный человек. Позволю заметить, что человек тоже не стоит на месте в своем развитии, а обработки информации у людей, которых называют «счетчиками» не уступает, а превышает скорость компьютера. Такие люди были, есть и будут. Вопрос в том, сколько и когда их число превысит единицы. Интересен вопрос речевого общения с ИИ. В концепции создания ЭВМ 5-го поколения предусмотрено создание речевого общения с компьютером, эта позиция до сих пор не реализована. Программы распознавания образов, в первую очередь речевых на основе экспертных систем и нейросетей далеки от совершенства. Фрэнк Розенблат придумал «перцептрон» в 40-е годы, но разве можно сопоставлять скорость быстрого действия электронного варианта «персептрона» с нейросетевыми. Нейросетевой на 2 – 3 порядка медленнее электронного. Речью занимались в 70-80 годы, но дальше треугольника

Фреге и выделения семиотики и практики не пошли. Алгоритмов формирования высказываний, фраз и логики языка нет. Для решения языковой проблемы в ИИ необходимо разработать математику (алгебру) языка, а потом решать проблемы общения с компьютером. В Донецке был единственный человек, математик, который, как я надеялся, сможет решить проблему создания алгебры языка, но, к сожалению, он уехал в МГУ. Его фамилия Штепин Вадим, а специализация – теория групп.

Аспекты фантазии и гипотез отражены в последующем тексте изложения материала. По роду своей деятельности мне пришлось заниматься «мембранными» процессами в технической реализации. Поскольку исходным материалом для решений технических вопросов служили мембраны нейросети человека и животных, мне пришлось знакомиться с основами нейрофизиологии. Согласно материалам, изложенным в существующих работах по нейрофизиологии, сенсорная система человека является ключом нервной деятельности. Сенсоры соединены с нейронами, а нейроны соединены с нервной системой биологическими мембранами. Если сенсор срабатывает, мембрана, которая в нормальном состоянии пропускает в одну сторону ионы калия, в другую натрия, в период возбуждения становится полупроводной, т.е. движутся только ионы калия – калиевый насос. Беда в том, что ионы движутся медленно, а реакция на возбуждение мгновенна. В последующие годы нейрофизиологи стали говорить, что кроме калиевого насоса включается электронасос, но, к сожалению, изменение электропоточков не фиксировалось. Известно, что реакция человека на возбуждение мгновенна. Исходя из этого возникла гипотеза о том, что некий другой вид энергии вызывает изменения свойств мембраны. С другой стороны, гипотеза о воздействии другой энергии подкрепляется единым управлением массой людей во время матча,

синхронным сложным движением стаи рыб, птиц, которые движутся, как единое целое. Но самое ехидное с точки зрения гипотетической трактовки реакция нервной системы заключается в определении соотношения функций головного и спинного мозга. Пreamбула: человек получил травму головы, выжил. Он может питаться, двигаться, размножаться, но остается дурак дураком.

С другой стороны пример: человеку сломали спину в нескольких местах, как отцу Хана Батыя – Джучи-хану. Человек умирает в полном сознании, но двигаться, питаться и размножаться не может. То есть налицо автономность функциональных особенностей головного и спинного мозга. Такие мысли заставили меня обратиться к анатомическому атласу. Красивая картинка – по организму следуют жгуты, до 20 км длиной нервных кабелей. Рассматривая человека как сложную систему управления, реализованную на нейросети, пришлось прибегнуть к терминам систем управления. Удалось выявить 8 серверов спинного мозга, которые через рабочие станции и микрокомпьютеры управляют двигательными функциями мышц человека, причем каждый сервер обслуживает свою часть мышц человека.

В головном мозге содержится более 35 серверов со своей узкой специализацией, подчиненной обработке, анализу и хранению информации, поступающей от серверов организма. Самый диковинный, с моей точки зрения сервер – в подбрюшье. Он выполняет функции системы управления физико-химическими превращениями, происходящими с пищей и подпиткой всего организма необходимыми компонентами тоже через свою нейросеть, связывающую его с рабочими станциями этого участка нейросети. Таким образом, нервная система человека, да и всего живого на Земле, представляет собой **активную** нейросеть, каждый участок которой через свой сервер выполняет специфические функции. Попробуйте обучить такую нейросеть.

Но самое веселое в изложении моей гипотезы состоит в том, что в этой сложной вычислительной, многозадачной системе нет центрального сервера, управляющего всем организмом через активную нейросеть и стабилизирующего метаболизм человека. На грани фантастики или теизма родилась гипотеза. Суть гипотезы состоит в том, что активной нейросетью человека управляет программный процессор. Включение системы по его программе происходит в момент оплодотворения яйцеклетки. В последующем этот программный процессор на основе информации ДНК и РНК формирует человека, а в дальнейшем управляет деятельностью организма этого человека. В основе этой гипотезы лежит предположение, что этот процесс происходит под действием неизвестной нам энергии, как и настройка мембран. К изложенным предположениям моей большой фантазии следует отнести еще один, широко распространенный фактор, характеризующий относительность понятия времени. Согласно этому многие люди видят сны, в которых наличествует материальная конкретная обстановка, конкретные люди, дела, события. Как не удивительно, но через годы, дни человек встречается с событиями давнего сна в конкретных условиях. Наверное, сюда можно отнести и Кассандру и известных пророков, т.е. опять та же неизвестная энергия и такое же не обоснованное с научной точки зрения толкование. К сожалению, неоднократно обращение к медикам-нейрофизиологам и биологам с предложением поставить простейшие эксперименты на реакцию возбуждения нервов с целью выявления природы этой энергии энтузиазма не выявлено.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫМИ  
БЕСПИЛОТНЫМИ АВИАЦИОННЫМИ  
СИСТЕМАМИ**

*Национальный исследовательский центр  
«Институт имени Н.Е. Жуковского», г. Москва, Россия  
vpkutahov@mail.ru, tigr\_zver\_tam@mail.ru*

Одной из наиболее перспективных и быстро развивающихся областей применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) являются автономные устройства, а именно беспилотные авиационные системы различного функционального назначения. Такие системы могут эффективно использоваться при решении различных задач общества в соответствии с текущими потребностями:

- поисково-спасательные операции, действия в условиях природных и техногенных катастроф;
- транспортные задачи;
- сельское хозяйство и точное земледелие;
- судоходство, океанология;
- метеорология;
- задачи геологоразведки;
- мониторинг и поддержание работоспособности индустриальной инфраструктуры;
- задачи силовых ведомств, и т.д.

В настоящее время в беспилотной технике преобладают дистанционно пилотируемые средства, опирающиеся в своем применении на «естественный интеллект» оператора. Ненадежность или перегруженность линий связи, прогнозируемые доступность и массовость применения беспилотных летательных аппаратов (БЛА), вступают в противоречие с допустимой численностью и психофизиологической на-

грузкой на операторов, что приводит к логичному выводу о необходимости перехода к частичному или полному автономному управлению, а также интенсификации исследований в направлении автономизации действий БЛА и групп БЛА.

В перспективе необходимо рассматривать действия не отдельных беспилотных летательных аппаратов, а крупномасштабных информационно-исполнительных авиационных систем БЛА (АС БЛА), состоящих из информационно-связанных разнородных БЛА. Представляется обоснованным, что эти системы должны состоять из совокупности однофункциональных БЛА различного информационного и исполнительного назначения. Структура таких формирований будет включать в себя отдельные взаимосвязанные функциональные группы БЛА (транспортная группа, ретрансляторы, группа наблюдения и т.д.), поэтому, чтобы подчеркнуть масштабность таких систем, можно говорить о беспилотных авиационных группировках по аналогии с военным понятийным аппаратом.

В концепции автономного поведения БЛА и, в особенности, АС БЛА ключевую роль занимают задачи интеллектуализации управления и принятия решений. Сложность этих задач, существенно возрастающая с увеличением численности группы, определяет целесообразность и необходимость использования технологий ИИ.

Для конкретизации постановок задач ИИ целесообразно распределить действия АС БЛА по следующим этапам:

1. Формирование состава группы, исходя из поставленного задания, текущих условий и имеющихся ресурсов.
2. Управление группой в процессе доставки к зоне функционального применения.
3. Обнаружение целевых объектов по результатам объединения информации от разнородных информационных систем, оценка обстановки.
4. Распределение задач и определение иерархичности их выполнения между отдельными элементами группы.

5. Оценка эффективности выполнения поставленного задания и технического состояния элементов группы.

6. Реконфигурация группы в соответствии с изменившимися условиями (потери вследствие технических неисправностей, исчерпание целевой нагрузки, изменение задания, и т.д.).

Представленная очередность является достаточно условной – очевидно, что эти этапы могут происходить параллельно. Например, процесс реконфигурации может происходить на любом этапе в зависимости от изменяющихся условий в процессе выполнения задания. Нельзя также выделить в отдельный этап процесс и задачу формирования и реконфигурации структуры информационных связей, информационного поля.

Для описания задач для ИИ в АС БЛА рассмотрим модель действия многоэшелонной группировки БЛА в зоне катастрофы (рис. 1).

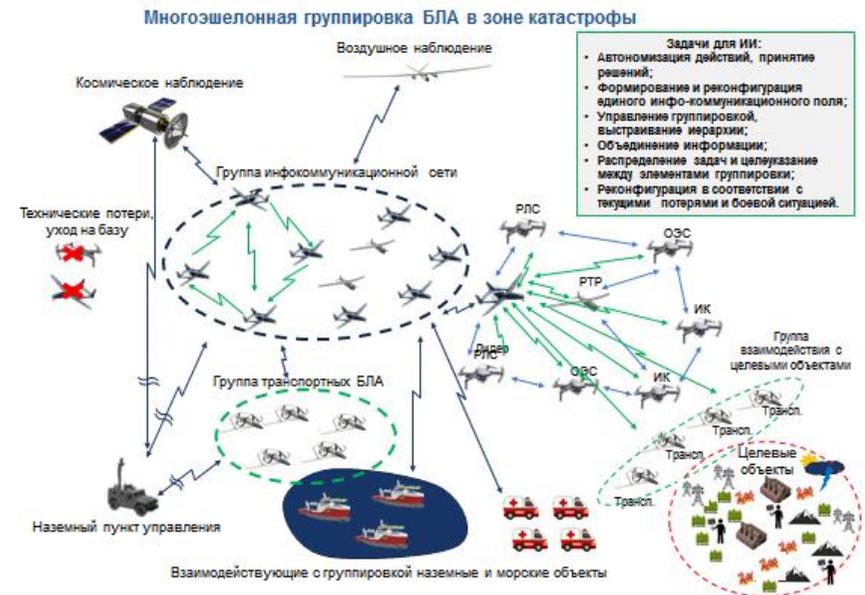


Рисунок 1 – Многоэшелонная группировка БЛА в зоне катастрофы

Будем считать, что в группировке могут быть БЛА с функциональными устройствами обнаружения различной физической природы (оптические, радиоэлектронные, тепловизионные), БЛА со средствами коммуникационного и навигационного обеспечения, ретрансляторы, транспортные БЛА и т.д.

Определим задачи группировки в модели действий зоне катастрофы: поиск, обнаружение и спасение целевых объектов (людей) в зоне ответственности (назначенной зоне действий) с использованием различных информационных систем, распределенных в пространстве и функционирующих в разных диапазонах электромагнитного спектра и на разных принципах получения информации (соответственно, с разными информационными признаками, определенным образом связанным друг с другом), в условиях сложной фоноцелевой обстановки (пожар, пересеченная местность, техногенная инфраструктура, экстремальные метеоусловия).

При технических неисправностях, исчерпании топлива или необходимости возвращения на базу отдельных БЛА должна решаться задача пространственной, функциональной и информационной реконфигурации группировки.

Поиск ведется на обширной территории благодаря одновременному использованию большого количества БЛА с разнородными сенсорами и формированию единого инфокоммуникационного поля.

После обнаружения и идентификации целевых объектов (людей) должны быть проведены оценка и прогнозирование обстановки (критичность состояния пострадавших, дальнейшее развитие чрезвычайной ситуации), после этого должна быть определена приоритетность действий группировки (эвакуация тяжелораненых, ожидание наземных средств, сброс медикаментов, тушение пожара, ретрансляция происходящего на базу), способы взаимодействия с целевыми объектами, произведено распределение задач между элементами группировки, осуществлено целеуказание по координатам и информационным признакам целевых объектами, осуществлено управление элементами группировки.

На основании описанной модели функционирования группировки можно определить следующие частные задачи для использования технологий ИИ (рис. 2):



Рисунок 2 – Перечень задач ИИ для группового применения БЛА

В случае небольшого состава группы БЛА указанные задачи могут решаться традиционными методами, однако при увеличении масштаба группировки БЛА и сложности выполняемого задания (миссии), целесообразно использовать методы и технологии ИИ. Необходимо подчеркнуть, что ключевой и наиболее сложной задачей ИИ будет являться организация выполнения совокупности этих частных задач как общей задачи управления группировкой БЛА в процессе ее применения.

## Литература

1. Кутахов В. П. Автоматизация (роботизация) авиационных систем. Группа БЛА, как роботизированная авиационная система. Смешанные группировки. Проблемы и направления исследований [Текст] / В. П. Кутахов // Материалы заседания межведомственной рабочей группы по подготовке предложений, на выявление перспективных и прорывных направлений научно-технического и инновационного развития авиационной отрасли. – М. : Издательство «Студия «Этника», 2018.
2. Кутахов В. П. Технологии искусственного интеллекта в управлении группировками беспилотных летательных аппаратов [Текст] / В. П. Кутахов, Г. Н. Настас, А. Е. Титов // Беспилотная авиация: состояние и перспективы развития: II Всероссийская научно-практическая конференция (РФ, 11-12 марта 2020 г.). – Воронеж. ВУНЦ ВВС «ВВА», 2020.

*В. И. Левин*

### ЛОГИКО-АВТОМАТНЫЙ СПОСОБ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИСТОРИИ

*Пензенский государственный технологический университет,  
г. Пенза, Россия, vilevin@mail.ru*

Имеется некоторое число регионов (частей света, государств, штатов и т.д.), в которых происходят конкретные исторические события, а именно, войны. В каждом конкретном регионе войны происходят, согласно предположению, в соответствующей последовательности временных интервалов, эти интервалы не пересекаются и каждый содержит ровно одну войну – от момента ее начала (левая граница интервала) до момента конца (правая граница). Таким образом, каждый регион имеет свой поток последовательно возникающих и прекращающихся войн. Будем

изучать суммарный поток войн, получаемый путем суммирования региональных потоков. Нас интересуют различные количественные характеристики суммарного потока войн, знание которых дает возможность выявить основные закономерности процесса последовательного возникновения и прекращения войн на земле. При этом, разумеется, вначале должно быть установлено, что эти закономерности существуют [1], [2].

Есть две трудности, связанные с решением этой задачи. Первая заключается в выборе подходящих, достаточно представительных характеристик указанного суммарного потока войн. Вторая состоит в необходимости эффективного вычисления данных характеристик при возможном большом числе региональных потоков войн, образующих суммарный поток, и большом числе войн в отдельных региональных потоках. Мы показываем, что использование предлагаемого автоматически-логического подхода [3], [4] к математическому моделированию потоков войн позволяет естественным образом преодолеть эти трудности. Этот подход состоит в построении автомата, входные процессы которого моделируют региональные потоки войн, а выходные процессы – характеристики суммарного потока. Последние могут быть определены методами теории автоматов. Заметим еще, что при больших регионах условие «1 война в одном интервале регионального потока» может нарушаться. В этих случаях надо разбить регион на несколько подрегионов. Наше исследование проводилось применительно к набору из наиболее известных на планете войн за последние 2500 лет [5]. Вот основные выводы из проведенных исследований.

1. Характеристика  $n$  – число войн, проходящих в течение одного века, до н.э. весьма незначительно ( $n \leq 3$ ) и является практически постоянной величиной. Но, начиная, по крайней мере, с 14 века н.э., это число становится функцией, существенно зависящей от времени и практически монотонно возрастающей, достигая при этом больших

значений ( $n = 26$ ). 2. Примерно так же ведет себя характеристика  $N$ : число участков концентрации военного напряжения, приходящихся на 1 век: до н.э. оно незначительно и практически постоянно ( $N \leq 1$ ), а начиная с 14 в. н.э. становится монотонно возрастающей функцией времени, достигающей существенных значений ( $N = 8$ ). 3. Характеристика  $T_1$  – среднее время, приходящееся на 1 войну, – является существенной функцией времени как до н.э., так и после него. При этом до н.э. превалирует тенденция возрастания величины  $T_1$  вплоть до  $T_{1,\max} = 100$  лет, а начиная с 14 в. н.э. – тенденция убывания  $T_1$ , до  $T_{1,\min} = 3,8$  лет. 4. Характеристика  $T_2$  – средний интервал времени между соседними войнами – в период до н.э. изменяется скачкообразно (между  $T_{2,\min} = 6,5$  и  $T_{2,\max} = 57$ ), с 15 в. н.э. – практически монотонно убывает, достигая минимального значения  $T_{2,\min} = 4$ . 5. Практически такое же поведение у характеристики  $T_3$  – средней длительности 1 войны. Величина  $T_3$  изменяется до н.э. скачкообразно в границах от  $T_{3,\min} = 2,5$  до  $T_{3,\max} = 39$ , а с 14 века н.э. практически монотонно убывает, вплоть до своего минимального значения  $T_{3,\min} = 3,7$ . 6. Характеристика  $T_4$  – средний интервал времени между соседними участками «концентрации напряжения» – является почти монотонной функцией времени во всем диапазоне (с 17 по 20 век н.э.), достигая минимума  $T_{4,\min} = 12,5$ . 7. Поведение величины  $M$  – доли времени мира – обнаруживает скачкообразное изменение в период до н.э. (между значениями  $M_{\min} = 0,22$  и  $M_{\max} = 0,95$ ), монотонное убывание в раннее средневековье (14–16 вв.) и монотонное возрастание в новое время (с 16 в.), с окончательным значением  $M_{\max} = 0,38$ , совпадающим со значением в 14 в.  $M = 0,37$ . 8. Аналогично и

поведение двойственной к  $M$  характеристики  $B$  — доли времени войны: до н.э. величина  $B$  изменяется скачками (крайние значения  $B_{\min}=0,05, B_{\max}=0,78$ ), в средние века она монотонно возрастает, а в новое время монотонно убывает, достигая значения  $B_{\min} = 0,62$ , почти совпадающего со значением в 14 в. —  $B = 0$ , 63. 9. Не обнаружено никакой периодичности в поведении всех вышеупомянутых характеристик, что побуждает усомниться в справедливости неоднократных высказываний о периодичности потока войн. Напротив, поведение этих характеристик свидетельствует о достаточно монотонном характере последовательности войн, начиная, по крайней мере, с 16 в. 10. Упомянутая в п. 9. монотонность проявляется в непрерывном росте частоты войн  $n$  и частоты участков концентрации военного напряжения  $N$ , уменьшении интервалов времени между войнами  $T_1, T_2$  и, как следствие, длительности войн  $T_3$ . В то же время доли времени мира  $M$  и времени войны  $B$ , убывая (возрастая) с 14-й по 16-й век н.э. и возрастая (убывая) с 16-го по 20-й век, в целом за весь этот период остаются практически неизменными. Эта картина войн свидетельствует в пользу библейских пророчеств о движении мира к концу из-за неспособности людей извлекать уроки из истории. 11. Однако, как показал анализ, к концу 20 века 7 из 8 количественных характеристик потока войн улучшили свои значения. А именно, уменьшилась частота войн  $n$  и частота участков «концентрации» военного напряжения  $N$ , увеличились интервалы времени между войнами  $T_1, T_2$  и интервалы времени между участками «концентрации» военного напряжения  $T_4$ , увеличилась доля времени мира  $M$  и уменьшилась доля времени войны  $B$ . Возможно, это признак пробуждения человечества и его желания начать «управлять» историческим процессом в своих интересах.

## Литература

1. Коваленко И. Д. (ред.) Количественные методы в исторических исследованиях [Текст] / И. Д. Коваленко. – М. : Высшая школа, 1984. – 275 с.
2. Левин В. И. Математическое моделирование социально-экономических процессов (автоматно-логические методы и модели) [Текст] / В. И. Левин. – Пенза : Изд-во Пензенского технологического ин-та, 1997. – 57 с.
3. Пospelов Д. А. Логические методы анализа и синтеза схем [Текст] / Д. А. Пospelов. – М. : Энергия, 1987. – 368 с.
4. Левин В. И. Теория динамических автоматов [Текст] / В. И. Левин. – Пенза : Изд-во Пензенского гос. Технологического ун-та, 1995. – 407 с.
5. Альфа и Омега. Справочник. Таллин: Валгус, 1988. – 384 с.

*В. И. Левин*

### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕРЕНИЯ И ОБНАРУЖЕНИЯ КОРРУПЦИИ**

*Пензенский государственный технологический университет,  
г. Пенза, Россия  
vilevin@mail.ru*

Проблема коррупции общества является одной из наиболее старых и не решенных еще проблем большинства развитых стран. Для России она тоже не новость. Достаточно лишь вспомнить многочисленные русские пословицы на эту тему, хотя бы такую: «Не подмажешь – не поедешь!». Но именно в наше время проблема эта приобрела особенно большой размах и остроту. По мнению многих специалистов, она является одной из главных проблем, которые должны быть решены государством. На наш взгляд, это не только главенствующая, но и первоочередная проблема современной России, с решения которой нужно начинать.

Теперь дадим формализованную постановку основных задач науки корруметрии. Задача 1: разработка математической модели и метода, позволяющих по информации о работе организационной системы обнаружить факт наличия коррупции в ней, точнее, установить, имеется ли коррупция в работе системы или же нет. Задача 2: разработка математической модели и метода, позволяющих по имеющейся информации о функционировании организационной системы измерить (вычислить) уровень коррупции в ней, точнее, указать точку на некоторой шкале уровней, которая измеряет степень коррупции в системе. Задачу 1 будем называть задачей обнаружения (идентификации) коррупции, задачу 2 – задачей измерения (анализа) коррупции.

Далее рассматриваются организационные системы, состоящие из некоторого числа экспертов. Каждый участник организационной системы функционирует на основе совокупности количественных и/или качественных оценок, которые он дает объектам своей деятельности. Например, врач оценивает состояние здоровья пациента и на этом основании назначает лечение, преподаватель оценивает знания учащегося и на основе этого корректирует программу его подготовки, член конкурсной комиссии оценивает уровень поданного на конкурс проекта и, исходя из этого, голосует за или против поддержки проекта и т.д. Все эти люди могут быть названы «экспертами», поскольку даваемые ими оценки разных объектов являются экспертными, т.е. зависящими от уровня квалификации, честности, добросовестности, независимости служебного поведения и иных качеств конкретного эксперта. Однако должно быть ясно, что разные эксперты, но обладающие в высшей степени всеми указанными качествами, будут давать одному и тому же объекту одинаковые оценки (мы не рассматриваем случаи, когда однозначная оценка принципиально невозможна, например, оценка произведений искусства). Эту идеальную ситуацию примем за «точку отсчета». В реальности эксперты могут быть малоквалифицированными, недостаточно честными

и добросовестными, зависимыми в своем служебном поведении от других лиц. При этом разные эксперты дают различные оценки одному и тому же объекту, что обусловлено их неквалифицированностью или (гораздо чаще) сугубо личными корыстными интересами, в которых проявляются нечестность, недобросовестность и т.д. Последнее и есть проявление коррупции в работе организационной системы. Например, врач сознательно искажает состояние здоровья пациента, побуждая его покупать дорогие лекарства у фирмы, с которой состоит в сговоре; преподаватель сознательно занижает оценку знаний учащегося, заставляя его заключать договор на дополнительные платные образовательные услуги, которые сам же и оказывает; член конкурсной комиссии сознательно занижает оценку поданных на конкурс «чужих» проектов и завышает оценку «своих» проектов, – разумеется, за соответствующую плату – и т.д. Очевидно, что чем в большей степени эксперты обладают указанными отрицательными качествами, ведущими к коррупции, тем больше расстояние между результатами экспертизы у различных экспертов, а также и расстояние между коллективной экспертной оценкой, даваемой одному и тому же объекту настоящими, коррумпированными экспертами и идеальными экспертами.

Из сказанного выше вытекает следующая формализованная постановка задач обнаружения и измерения коррупции. Пусть имеется некоторая организационная система с конечным числом экспертов. Система считается реальной в том понимании, что, по крайней мере, часть ее экспертов являются сотрудниками не самого высокого уровня в отношении их квалификации, честности, добросовестности и независимости. Но полагается невозможным сговор всех экспертов в отношении выставляемых оценок. Гипотетическую систему, в которую превратилась бы наша реальная организационная система, если бы в один чудесный день все ее эксперты стали в высшей степени квалифицированными, честными, добросовестными и независимыми, назовем

идеальной. Тогда задача измерения коррупции может быть сформулирована следующим образом: 1) найти объективный количественный показатель уровня коррупции в реальной системе в виде подходящего показателя расстояния между результатами экспертизы у разных экспертов реальной системы; 2) построить математическую модель, которая позволяла бы эффективно находить уровень коррупции в реальной системе. Аналогично, задача обнаружения коррупции может быть сформулирована следующим образом: 1) найти объективный критерий существования коррупции в реальной системе в виде подходящего критического значения показателя уровня коррупции, превышение которого и сигнализирует о существовании коррупции в системе; 2) построить математическую модель, позволяющую вести расчеты, необходимые для обнаружения коррупции в системе.

Имеется множество различных определений коррупции. Согласно [4], коррупция – это подкуп взятками, продажность должностных лиц и политических деятелей в буржуазных странах, а согласно [5] это подкуп, продажность политических и общественных деятелей, должностных лиц в капиталистическом обществе. Эти определения близки между собой, они грешат произвольными ограничениями области явления (на самом деле, коррупция существует в капиталистическом, социалистическом и любом другом обществе), действующих лиц (взятки берут не только должностные лица, политические и общественные деятели, но и рядовые граждане), характера их действий (действие, аналогичное совершенному за взятку, лицо может совершить по собственной воле). Более удовлетворительное определение явления приведено в [3]: коррупция – это просто подкуп, продажность, взяточничество. Но и здесь присутствует ограничение (3 из перечисленных). Наиболее ёмкое и точное из существующих определений коррупции дано, на наш взгляд, в [9]. Согласно ему, коррупция – это аморальные, развращенные, нечестные действия любых лиц, выражающиеся, в первую очередь, в предложении и получении взяток.

Немного иначе понимают коррупцию в нормативных документах всевозможных государств и международных организаций [1]. Так, в документах ООН по борьбе с коррупцией последняя трактуется как злоупотребление государственной властью для получения личной выгоды, а в материалах группы по коррупции Совета Европы – как любое поведение лиц (в т.ч. взяточничество), которым поручено выполнение определенных обязанностей в частном или государственном секторе, ведущее к нарушению этих обязанностей. В РФ коррупцией считается преступная деятельность в политике или госуправлении в виде использования должностными лицами полномочий для обогащения.

Подробная статистика об уровне коррупции в мире имеется в источниках [7], [14]. Согласно этим документам, в отношении показателя ИВК (индекс восприятия коррупции, минимальной коррупции соответствует ИВК = 100, а максимальной коррупции  $ИВК = 0$ ) наиболее благополучными государствами в отношении уровня коррупции являются 1) Дания (ИВК = 91), 2) Финляндия, 3) Швеция. Россия занимает в списке 119 место (ИВК= 29). Для сравнения: США находятся в списке на 18 месте (ИВК = 74), Китай – на 100 месте (ИВК = 36). Замыкают эту последовательность КНДР и Сомали (ИВК = 8). Изучено 176 стран. В работах [6], [16] рассмотрены факторы, способствующие распространению коррупции, а также последствия коррупции для рынков и госсектора. Утверждается, что коррупция сохраняется или уменьшается, в основном, благодаря сокращению деятельности госсектора. В работе [8] изучена история экономических реформ в США в свете влияния коррупции. В [11] установлено, что в странах со слабо развитой экономикой коррупция может являться полезной заменой принципа верховенства закона. В целом, как видно из [12], [17], коррупция плохо влияет на экономику страны, в первую очередь на рост ВВП на душу населения.

Более того, в работах [13], [15] утверждается, что между уровнем коррупции и уровнем экономической активности существует обратная зависимость. Зависимость между коррупцией и экономической активностью отмечается в [10]. Здесь дается положение, по которому коррупция не может улучшить положение дел в экономике. Детальные сведения о современной коррупции (виды, размах, национальные особенности, опасности, научный подход к ее изучению в рамках новой науки коррупетрии и др.) приведены в [2].

### Литература

1. Калинин Б. Ю. Политолого-методологические аспекты проблем коррупции в современной России [Текст] / Б. Ю. Калинин, С. В. Калинина, Э. В. Сумачев // Социология социальных трансформаций. Сборник научных трудов. – Нижний Новгород: НИСОЦ, 2003.
2. Левин В. И. Проблема коррупции в современной России: положение и перспективы решения [Текст] / В. И. Левин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2004. – Том 10, № 3.
3. Локшина С. М. Краткий словарь иностранных слов [Текст] / С. М. Локшина. – М. : Русский язык, 1977.
4. Ожегов С. И. Словарь русского языка [Текст] / С. И. Ожегов. – М. : Русский язык, 1984.
5. Словарь иностранных слов [Текст]. – М. : Русский язык, 1989.
6. Bardhan P. Corruption and Development [Текст] / P. Bardhan // Journal of Economic Literature. – 1997. – Vol. 25. – P. 1350.
7. Corruption Perceptions Index 2017. Surveys 21.02.18 [Текст] // Transparency International.
8. Glaeser E. L. Corruption and Reform: an Introduction [Электронный ресурс] / E. L. Glaeser // Working Paper 10775, Режим доступа : <https://www.nber.org/papers/W10775>.
9. Hornby A. S. Oxford Advances Learner's Dictionary of Current English [Текст] / A. S. Hornby. – Oxford, 1988.
10. Houston D. A. Can Corruption Improve an Economy [Текст] /

- D. A. Houston // Cato Journal. – 2007. – Vol. 27, № 3. – P. 350–378.
11. Leff N. H. Economic Development Through Bureaucratic Corruption [Текст] / N. H. Leff // American Behavioral Scientist. – 1964. – Vol. 62, № 2. – P. 337–341.
  12. Leite C. Does Mother Nature Corrupt? Natural Resources, Corruption and Economic Growth [Текст] / C. Leite, J. Weidmann // Washington: International Monetary Fund. – 1999. Working Paper 85.
  13. Mauro P. Corruption and Growth [Текст] / P. Mauro // Quarterly Journal of Economic. – 1995. Vol. 110. – № 3. – P. 681–712.
  14. Statistika-korrupsii-v-mire [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [Http:// vavilon.ru](http://vavilon.ru).
  15. Svensson J. Eight Questions about Corruption [Текст] / J. Svensson // Journal of Economic Perspectives. – 2005. – Vol. 19, № 3. – P. 19–42.
  16. Tanzi V. Corruption Governmental Activities & Markets [Электронный ресурс] / V. Tanzi // IMH Working Paper. – 1999. – № 94. – Режим доступа : [https:// ssrn.com](https://ssrn.com).
  17. Tanzi V., Davoodi H. Corruption, Public Investment and Growth [Текст] / V. Tanzi, H. Davoodi // Washington: International Monetary Fund. – 1997. – Working Paper № 139.

*И. И. Левин, А. В. Касаркин*

**РЕШЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ГРАФОВЫХ  
NP-ПОЛНЫХ ЗАДАЧ НА РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

*Южный федеральный университет, г. Таганрог, Россия  
[iilevin@sfedu.ru](mailto:iilevin@sfedu.ru)*

Графовые NP-полные задачи позволяют создавать актуальные на сегодняшний день интеллектуальные системы: для анализа социальных сетей, для управления трафиком и обеспечения безопасности вычислительных сетей, для принятия решений в бизнес-аналитике, экономике, логистике. В то же время NP-полные задачи – переборные и являются наиболее трудновычислимыми.

Целью работы является минимизация времени решения графовых NP-полных задач.

При применении стандартных методов решения графовых NP-полных задач на высокопроизводительных системах возникает ряд проблем, связанных с их масштабируемостью [1], приводящих к тому, что при увеличении числа процессоров рост производительности замедляется, а при достижении эффективного их числа останавливается полностью [2], [3]. Остановка прироста производительности связана с тем, что при превышении некоторого числа потоков затраты на организацию межпроцессорного обмена начинают превышать затраты на собственно вычисления, а транзакционная организация вычислений не позволяет начать выполнение новой операции, пока процессор не завершит предыдущую.

Поэтому актуальной является разработка новых методов и средств эффективного решения графовых NP-полных задач на высокопроизводительных вычислительных системах. Архитектурные особенности реконфигурируемых вычислительных систем (PBC) на основе ПЛИС обеспечивают возможность структурной реализации вычислений за счет обеспечения эффективного обмена данными между вычислительными узлами и адаптации вычислительного поля под структуру задачи [4].

Одним из основных точных методов решения графовых NP-полных задач является метод ветвей и границ. Отличие данного метода от полного перебора заключается в исключении из перебора подмножеств возможных решений, которые заведомо не приведут к оптимальному результату. Информационный граф задачи при использовании данного метода представляет собой двоичное дерево, в котором отсутствуют некоторые ветви и до начала вычислений невозможно определить какие именно, поскольку это зависит от входных данных, следовательно, граф является функционально нерегулярным.

Для реализации информационного графа на ПЛИС необходимо привести его к функционально регулярному виду. Одним из способов приведения графа к функционально регулярному виду является его дополнение до абсолютно параллельной формы: в таком случае информационный граф графовой NP-полной задачи представляет собой бинарное дерево перебора с числом вершин  $2^{N-1}$  (полный перебор), где  $N$  – число вершин решаемого графа. Однако граф, полученный таким способом, является функционально избыточным – большая часть узлов в нем будет простаивать из-за отсечения в процессе вычислений большинства ветвей.

Для приведения информационного графа к функционально регулярному виду известен метод векторизации [5]. В работах [6], [7] проведена векторизация и представлен модернизированный метод создания параллельно-конвейерных программ для РВС на основе распараллеливания по вершинам для решения графовых NP-полных задач, отличающийся сочетанием мультиконвейерного и макроконвейерного методов распараллеливания. Метод распараллеливания по вершинам сократил время решения задачи поиска максимальных клик по сравнению с многопроцессорной реализацией при использовании эффективного числа устройств. В методе распараллеливания по вершинам используется битовое представление множеств, когда позиция бита в потоке однозначно соответствует номеру элемента во множестве, а его значение – признак присутствия, либо отсутствия. Из-за битового представления множеств структуры, синтезированные методом распараллеливания по вершинам, имеют большое количество коммутационных связей и сложные блоки коммутации вычислительных подструктур. Это приводит к остановке прироста производительности метода распараллеливания по вершинам, так как если не удастся загрузить вычислительные узлы равномерно изначально, то при запуске задачи в дальнейшем балансировка нагрузки не сможет равномерно распределить работу между различными кристаллами ПЛИС из-за недостаточной пропускной способности межкристалль-

ных каналов. Таким образом, метод распараллеливания по вершинам не может эффективно использовать доступный вычислительный ресурс современных РВС для минимизации времени и решения графовых NP-полных задач.

Поэтому необходимы новые методы и средства решения NP-полных графовых задач на РВС.

Альтернативным методом распараллеливания является метод распараллеливания по итерациям [8]. В методе распараллеливания по итерациям все данные в виде потоков проходят через всю вычислительную структуру, а не дробятся для распределения вычислительной нагрузки между вычислительными подструктурами. При применении метода распараллеливания по итерациям битовое представление множеств использовать неэффективно, так как битовое представление множеств приводит к транзакционным операциям, которые в свою очередь приводят к разрыву конвейера. Однако при представлении множеств в символьном виде не представляется возможным провести векторизацию информационного графа. Это связано с тем, что элементы во множествах располагаются в произвольном порядке, поэтому генератор адресов, который определяет порядок обработки промежуточных данных после проведения процедуры векторизации, не сможет определить порядок следования данных. В то же время при символьном представлении множеств генератор адресов для вызова элементов множества не нужен в принципе: доступ к вершине осуществляется не по адресу, а по имени вершины, так как имя вершины совпадает с значением. Множества имеют переменную длину: длина меняется после прохождения каждой итерации, значит, генератору адресов нужно было бы решать проблему отделения одного множества в потоке от другого, не допускать перемешивания разных множеств при отправке их в конвейер. Поэтому при выполнении операций над множествами необходимо разработать новый метод приведения информационного графа к функционально регулярному виду.

Данные необходимо объединять не по адресам, а по множествам, так как вызов нужных элементов множества осуществляется не по адресам, а по значениям – именам элементов множества. Для этого в каждом информационном графе задачи все вершины заменяются одной вершиной. Полученные вершины последовательно соединены друг с другом информационными каналами.

Таким образом, генератор адресов отсутствует, вместо этого по структуре движется поток имен – элементов множеств, при этом множества имеют переменную длину.

Обработку одного элемента множества можно сравнить с работой ассоциативной памяти: поиск вершины графа осуществляется не по адресу, а по имени. Однако, в отличие от ассоциативной памяти, такой поиск реализуется не во времени, а в пространстве, за счет непрерывного потока имён вершин через вычислительные блоки.

Таким образом, вычислительные блоки  $P$  объединяются в цепочку, как представлено на рис. 1.

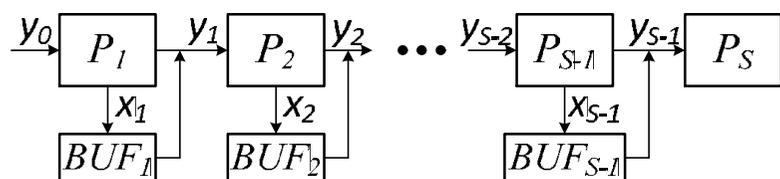


Рисунок 1 – Информационный граф графовых NP-полных задач приведенный к виду, обеспечивающему распараллеливание по итерациям

Здесь  $P_1...P_S$  – ступени вычислительного конвейера, соответствующие одной итерации алгоритма.  $y_1...y_S$  и  $x_1...x_S$  – каналы через которые движутся наборы множеств. Блоки BUF представляют собой буфера для хранения промежуточных данных.

При представлении множеств в символьном виде требуется обработать большее число промежуточных данных, значит удельная производительность метода распараллели-

вания по итерациям ниже, чем у распараллеливания по вершинам. При этом ускорение при увеличении вычислительного ресурса близко к линейному за счет значительного уменьшения коммутационных связей. Это значит, что неизбежно при превышении некоторого ресурса метод распараллеливания по итерациям обгонит метод мультиконвейерного распараллеливания. В частности, при обработке графа на 4000 вершин со степенью вырожденности 1410 время решения по сравнению с методом распараллеливания по вершинам сократилось в 23 раза, при обработке графов большей размерности выигрыш возрастает. Таким образом, новый метод распараллеливания по итерациям позволяет сократить время решения графовых NP-полных задач в сотни раз, что позволит решать задачи анализа большей размерности за приемлемое время и открывает возможность создания систем искусственного интеллекта.

### Литература

1. Кирюшин Н. К. Использование многоядерных ускорителей для решения задачи пропозициональной выполнимости [Текст] / Н. К. Кирюшин, И. В. Михалев // Проблемы Науки. – 2017. – № 22 (104).
2. Dasari N. S. A Novel Parallel Algorithm for Maximal Clique Enumeration on Multicore and Distributed Memory Architectures. [Электронный ресурс]/N. S. Dasari, M. Zubair, D. Ranjan. – 10 p. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/9827/9e2cedb14085886fcb4473f1ba483a3df195.pdf>, (дата обращения 13.05.2020).
3. Dasari N. S. pbitMCE: A bit-based approach for maximal clique enumeration on multicore processors [Текст] / N. S. Dasari, R. Desh, M. Zubair // Proc. 20th IEEE International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS 2014). – 2014. – P. 478–485.
4. Гузик В. Ф. Реконфигурируемые вычислительные системы [Текст] / Гузик В. Ф., Каляев И. А., Левин И. И. ; под общ. ред. И.А. Каляева. – Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2016. – 472 с.

5. Каляев А. В. Модульно-наращиваемые многопроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений [Текст] / А. В. Каляев, И.И. Левин. – М. : Янус-К, 2003. – 380 с.
6. Касаркин А. В. Структурная реализация задачи нахождения всех максимальных клик графа на реконфигурируемых вычислительных системах [Текст] / А. В. Каляев, И.И. Левин. // Вестник компьютерных и информационных технологий. – М. : Машиностроение, 2018. – № 10. – С. 3-10.
7. Касаркин А. В. Реализация алгоритма Брона-Кербоша на реконфигурируемых вычислительных системах [Текст] / А. В. Каляев, И. И. Левин // Известия ЮФУ. Технические науки. – Ростов/Д: Изд-во ЮФУ, 2019. – № 7 (209). – С. 143-152.
8. Левин И. И. Эффективная реализация распараллеливания на реконфигурируемых системах [Текст] / И. И. Левин, А. В. Пелипец // Вестник компьютерных и информационных технологий. – М. : Машиностроение, 2018. – № 8. – С. 11-16.

*А. Ю. Максимова*

**ФОРМИРОВАНИЕ ОБУЧАЮЩИХ ПРИМЕРОВ  
ДЛЯ КЛАССА «ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ»  
В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**

*Институт прикладной математики и механики, г. Донецк  
maximova.alexandra@mail.ru*

Рассматривается задача машинного обучения, а именно мультиклассовая задача классификации в предположении, что при эксплуатации обученного алгоритма классификации могут встречаться объекты, не принадлежащие ни одному из известных на этапе обучения классов. Это могут быть фальсификаты или образцы не учтённых классов объектов. Задачи такого типа, к примеру, возникают в идентификационной экспертизе товаров. Предлагается способ формирования обучающих примеров для класса «все остальные», дополняющего множество всех объектов известных классов до универсального множества.

Под **задачей идентификационной экспертизы (ИЭ)** будем понимать изучение образца продукции специальным образом и анализ полученных данных с целью установления принадлежности этого образца определённому классу, либо утверждения, что он ни к одному из известных классов не относится [1], [2]. Последнее возможно на этапе эксплуатации алгоритма ИЭ, если поступают фальсификаты или образцы из до сих пор неизвестных классов.

Рассмотрим формальную постановку задачи ИЭ как задачу классификации. Пусть задан алфавит известных классов  $\Omega$  и  $n$ -мерное пространство признаков описаний  $X$  объектов, при этом каждому классу  $\omega \in \Omega$  соответствует некоторое подмножество описаний  $X_\omega \subseteq X$ . Введём новый класс  $O$ , соответствующий множеству признаков описаний  $X_O = X \setminus \bigcup_{\omega \in \Omega} X_\omega$ , и назовём его отрицательным классом. По условию задачи отрицательный класс не является пустым. Объединение всех элементов из  $X$  отвечающих за классы из  $\Omega$ , назовём положительным классом. Таким образом, отрицательный класс является теоретико-множественным дополнением положительного класса до универсального множества допустимых признаков описаний.

Пусть дана обучающая выборка как подмножество признаков описаний с ответами о принадлежности какому-либо классу. По обучающей выборке требуется построить алгоритм классификации  $\alpha: X \mapsto \Omega \cup \{O\}$ , решающий задачу ИЭ. Особенностью здесь является отсутствие в обучающей выборке примеров для отрицательного класса  $O$ . Поэтому возникает задача искусственного порождения таких примеров, чтобы иметь возможность решать задачу ИЭ известными методами машинного обучения, например, с помощью искусственных нейронных сетей.

Рассмотрим **подход к формированию отрицательных примеров**. Объекты отрицательного класса предлагается генерировать случайным образом с равномерным распределением на универсальном множестве.

При этом мы исходим из следующих предположений. Во-первых, выполняется гипотеза компактности, согласно которой признаковые описания объектов одного и того же класса из  $\Omega$  соответствуют в  $X$  геометрически близким точкам, образуя «компактные згустки» [3]. Во-вторых, эти «компактные згустки» занимают лишь небольшую часть пространства  $X$  так, что случайно выбранная точка в пространстве  $X$  с достаточно большой вероятностью принадлежит  $X_0$ . Таким образом, удалять похожие на примеры положительного класса случайно сгенерированные объекты не требуется, так как в процессе машинного обучения ожидается их незначительное влияние на результаты качества обучения.

Предлагаемый подход проиллюстрирован на рисунке 1. На рисунке слева единичный квадрат представляет собой двумерное признаковое пространство, на котором показаны две совокупности точек, представляющие собой обучающую выборку для двух известных классов.

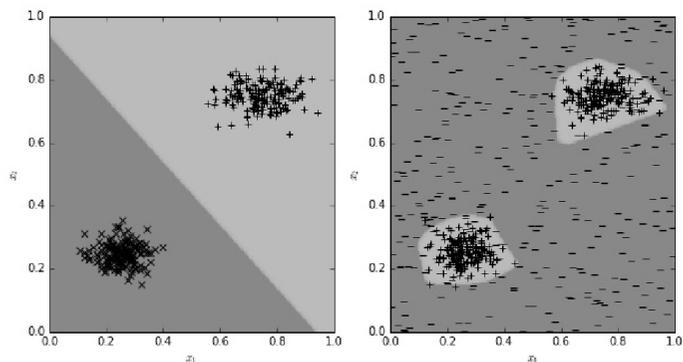


Рисунок 1 – Результаты классификации без отрицательного класса и с отрицательным классом

Отрезок прямой линии вдоль диагонали на рисунке делит признаковое пространство на две области, соответствующие рассматриваемым классам. Такое разбиение осуществляет искусственная нейронная сеть, обученная на данной выборке. Решая задачу ИЭ как показано на левом

рисунке, объекты, находящиеся достаточно далеко от заданных классов, что, как уже говорилось, возможно на этапе эксплуатации алгоритма по определению задачи ИЭ, будут отнесены к одному из известных классов, что является ошибочным решением.

На правом рисунке представлена та же ситуация с двумя классами. Они рассмотрены как один положительный класс, а по пространству признаков нанесены обучающие примеры для отрицательного класса, порождённые случайным образом с равномерным распределением. Эти точки обозначены знаком  $-$ . На рисунке выделены тёмным и светлым цветом области, соответствующие отрицательному и положительному классам. Такое разбиение на области осуществляет нейронная сеть, обученная на положительных и отрицательных примерах.

При решении задачи ИЭ как показано на правом рисунке, объекты, далеко отстоящие от известных классов, будут отнесены к отрицательному классу, что и требуется в такой ситуации в задаче ИЭ.

## Литература

1. Максимова А. Ю. Подход к построению информационных автоматизированных систем идентификационной экспертизы на основе методов машинного обучения [Текст] / А. Ю. Максимова // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT» (Дивноморское, 2-9 сентября 2017 г.). – Таганрог : Изд-во. Ступина С.А., 2017. – Т. 1. – С. 438-443.
2. Максимова А. Ю. Метод принятия решений для модели классификации, построенной на основе внутриклассовой кластеризации FCM-алгоритмом [Текст] / А. Ю. Максимова // Искусственный интеллект. – 2011. – № 3. – С 171-181.
3. Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. [Текст] / Н. Г. Загоруйко. – Новосибирск: Изд-во. Ин-та математики, 1999. – 270 с.

*А. С. Миненко, А. В. Лёвкина, Е. В. Радевич*

## ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»,  
г. Донецк,  
a.levkina13@gmail.com, radevich\_katerina@mail.ru*

Рассмотрим движение жидкости с точек зрения Лагранжа и Эйлера. Исследования Лагранжа показывает, что объектом изучения выступают отдельные материальные частицы жидкости, которые заполняют некоторый движущийся объём, занятый жидкостью [1]. При движении жидкого объёма координаты любой его частицы  $x$ ,  $y$ ,  $z$  от времени  $t$  можно воспринимать как начальные координаты той же частицы

$$\begin{cases} x = \varphi_1(t, x_0, y_0, z_0), \\ y = \varphi_2(t, x_0, y_0, z_0), \\ z = \varphi_3(t, x_0, y_0, z_0). \end{cases}$$

Переменные  $t, a, b, c$  носят название переменных Лагранжа. Следовательно, будем иметь

$$\begin{cases} x = f_1(a, b, c, t), \\ y = f_2(a, b, c, t), \\ z = f_3(a, b, c, t). \end{cases}$$

Эйлер считал, что объектом изучения является неподвижное пространство, заполненное движущейся жидкостью [2], и рассматривал:

- 1) изменения различных элементов движения в фиксированной точке пространства с течением времени;
- 2) изменения при переходе к другим точкам пространства.

Не только векторные, но и скалярные элементы будем принимать как функции точки с добавлением переменной  $t$  – время. Получим функции четырёх аргументов  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $t$ , называемых переменными Эйлера, например,  $\vec{V} = \vec{F}(\vec{r}, t)$ .

В качестве объектов изучения используем различные векторные и скалярные поля, которые характеризуют движение жидкости.

Для векторного поля скоростей, дифференциальные уравнения линий тока [3] имеют следующий вид:

$$\frac{dx}{V_x(x, y, z, t)} = \frac{dy}{V_y(x, y, z, t)} = \frac{dz}{V_z(x, y, z, t)}, \quad V = (V_x, V_y, V_z), \quad (1)$$

где  $t$  – параметр.

Вихрь скорости обозначается вектором  $\Omega = rot \vec{V}$ , определяемый для проекций:

$$\Omega_x = \frac{\partial V_z}{\partial y} - \frac{\partial V_y}{\partial z}; \quad \Omega_y = \frac{\partial V_x}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial x}; \quad \Omega_z = \frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y} \quad (2)$$

Для несжимаемой жидкости уравнение неразрывности имеет вид:

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0 \Rightarrow \frac{\partial V_x}{\partial x} = -\frac{\partial V_y}{\partial y}. \quad (3)$$

Используя дифференциальное уравнение линии тока  $\frac{dx}{V_x} = \frac{dy}{V_y}$  или  $-V_y dx + V_x dy = 0$ , то уравнение неразрывности показывает, что левая часть полученного уравнения представляет полный дифференциал некоторой функции  $\psi(x, y)$   $d\psi = 0$ , так, что

$$V_x = \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad -V_y = \frac{\partial \psi}{\partial x}.$$

Функция тока  $\psi(x, y)$  на каждой линии тока сохраняет свое постоянное значение

$$\psi(x, y) = C.$$

Функция тока удовлетворяет уравнению Лапласа  $\Delta \psi = 0$ , в случае безвихревого плоского движения.

Рассчитать поле скорости точек тела можем по формуле:

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}, \quad (4)$$

где  $\vec{\omega}$  – мгновенная «угловая скорость», а  $\vec{r}$  – радиус-вектор. Проекции данного вектора на оси произвольной системы  $Oxyz$  будут:

$$\omega_y z - \omega_z y, \quad \omega_z x - \omega_x z, \quad \omega_x y - \omega_y x. \quad (5)$$

Следовательно, ротор поля скорости  $\vec{v}$  дает как раз мгновенную угловую скорость вращения, с точностью до числового множителя.

Интегралом Бернулли называют выражение вида

$$V + \frac{1}{2}v^2 + P = \Gamma, \quad (6)$$

где  $\Gamma$  – величина, сохраняющая постоянное значение на данной линии тока, но, изменяющаяся при переходе от одной линии к другой;  $v$  – массовые силы.

Если массовые силы – это суть силы тяжести, тогда направив ось  $Oz$  вертикально вверх, имеем  $V = gz$  и интеграл Бернулли принимает вид  $gz + \frac{1}{2}v^2 + P = \Gamma$ .

Если жидкость несжимаема, то имеем  $P = p / \rho$ . Следовательно с изменением удельного веса, интеграл Бернулли имеет вид  $gz + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} = \Gamma$ , где  $z$  – высота рассматриваемой жидкой частицы в данной трубке тока

над некоторой горизонтальной плоскостью и называется геометрической высотой. А  $v^2 / 2g$  – высота, на которую могла бы подняться в пустоте материальная точка, брошенная вертикально вверх с начальной скоростью  $v$ , – это складывается называется скоростной высотой; и  $p / \gamma$  – пьезометрической высотой ( $p$  – давление).

В заключении отметим, что моделирование потенциального или вихревого течения жидкости [4-6], осуществляется с помощью функции тока. С использованием условия Бернулли, математическая модель становится нелинейной.

### Литература

1. Миненко А. С. Методы исследования нелинейных математических моделей [Текст] / А. С. Миненко, А. И. Шевченко. – 2012. – 132 с.
2. Радевич Е. В. Численное моделирование процессов кристаллизации [Текст] / Е. В. Радевич, А. С. Миненко // Журнал «Информатика и кибернетика» ДонНТУ. – 2017. – № 1(7) – С. 73-78.
3. Миненко А. С. Задача приближенного анализа свободной границы в управлении информационно-коммуникационными технологиями [Текст] / А. С. Миненко, А. В. Лёвкина, Е. В. Радевич // Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты: сборник статей Международной научно-практической конференции (г. Брянск, 30 ноября 2018 г.). – Брянск : Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2018. – С. 341-345.
4. Радевич Е. В. Приближенный анализ конвективной задачи Стефана [Текст] / Е. В. Радевич, А. С. Миненко // Журнал «Информатика и кибернетика» ДонНТУ. – 2017. – № 3(9) – С. 100-105.
5. Дейнека В. С. Анализ многокомпонентных распределенных систем и оптимальное управление [Текст] / В. С. Дейнека, И. В. Сергиенко. – К. : Наукова думка, 2007. – 701 с.
6. Миненко А. С. Математическое моделирование процесса кристаллизации металла при электрошлаковом переплаве [Текст] / А. С. Миненко, А. В. Лёвкина // Информатика и кибернетика. – Донецк, 2018. – № 13. – С. 33-36.

*Ю. В. Некрылова, Ю. К. Орлов*

## **АУТСОРСИНГ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УСЛУГ**

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»,  
г. Донецк, yulia.nekrilowa@yandex.com*

Развитие менеджмента и процессного подхода породило в 70-е годы прошлого века новый экономический феномен, названный «аутсорсинг» (outsourcing). При этом, аутсорсинг оказался одной из важнейших идей в менеджменте из числа предложенных в XX веке [1].

Аутсорсинг впервые получил широкую практическую известность в начале 1990-х, в период спада экономики в США: компании в этот период активно использовали аутсорсинг для того, чтобы упростить свою деятельность и за счет этого восстановить конкурентоспособность. Использование этого инструмента стало одной из причин экономического роста во второй половине 1990-х годов в США, а сам этот рост, в свою очередь, послужил источником бурного развития аутсорсинга. В современной мировой экономике аутсорсинг не только не потерял своей актуальности и значимости, но и активно развивается, что подтверждается не только продолжающимися многочисленными отечественными и зарубежными исследованиями в данной области, но и практическими результатами его использования. Несмотря на все положительные моменты, определённые сложности создаёт неоднозначное определение данного термина в отечественных и зарубежных источниках, которое в совокупности с так называемым «парадоксом продуктивности ИТ» создаёт определённую путаницу, что порою приводит менеджмент предприятий к неоптимальным управленческим решениям.

Под «парадоксом продуктивности ИТ», в частности, имеют ввиду тот факт, что использование ИТ-решений часто приводит к реинжинирингу бизнес-процессов организации, поэтому отделить сокращение затрат, вызванное повышением эффективности бизнес-процессов, представляется почти невозможным. Исходя из этого, невозможно ответить однозначно на вопрос, явилось ли именно ИТ-решение причиной снижения затрат, или причиной послужил менеджмент качества процессов при последующем факторном анализе [2].

Целью данной работы является анализ существующих отечественных и зарубежных взглядов на природу аутсорсинга, его классификацию и место в экономике с учетом отраслевых особенностей, присущих информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ).

Понятие «аутсорсинг» определяется как передача по договору бизнес-процесса организации третьей стороне [3]. Классический подход к аутсорсингу включает в себя следующие элементы (по материалам сайта OutsourcingLaw [4]):

- плату за услуги. Традиционная схема классического аутсорсинга представляет собой договор оказания услуг в обмен на согласованную структуру ценообразования с внешним контрагентом. Внешний контрагент контролирует их предоставление, при этом заказчик в рамках договора имеет определенные права, касающиеся взаимоотношений по управлению услугами, порядка действий в чрезвычайных и форс-мажорных обстоятельствах;
- контроль за услугами. При классической схеме аутсорсинга заказчик услуг осуществляет контроль для соблюдения согласованных в договоре качества и объема оказываемых услуг, при этом сам процесс их оказания передается поставщику услуг. В рамках этой передачи заказчик получает преимущества и возможности от использования технологий поставщика услуги, его экспертные знания, базы знаний и т.п.;

- процесс непрерывного совершенствования. Описываемый классический подход к аутсорсингу имеет определенные стимулы для улучшения качества услуг с течением времени путем совершенствования операций;
- стратегию выхода (завершения контракта). После прекращения или истечения срока действия каждого контракта на аутсорсинг перед сторонами встает задача восстановления на предприятии клиента (или у его нового поставщика услуг) передаваемого на аутсорсинг процесса. В отечественной практике при заключении договора аутсорсинга эта стратегия в большинстве случаев не учитывается.

Следует отметить два важных момента из вышеизложенного: во-первых, при классическом аутсорсинге имеет место передача на сторону внутреннего бизнес-процесса предприятия путем заключения договора возмездного оказания услуг, во-вторых, речь идет о внешнем по отношению к предприятию или холдинговой структуре контрагенте.

Помимо классического аутсорсинга, также существуют такие варианты, как создание совместного предприятия с провайдером услуг, получение лицензий на отдельные виды деятельности и прочие схемы, выходящие за рамки данной работы. Таким образом, в зависимости от того, что является предметом передачи и степени взаимодействия провайдера с заказчиком аутсорсинг может интерпретироваться как:

- методология управления в экономических системах, основанная на интеграции основных ресурсов и компетенций организации с ресурсами и компетенциями внешних поставщиков специализированных услуг [5];
- процесс передачи контроля над некоторой функцией организации поставщику услуг для повышения ее эффективности при четком определении целей модернизации этой функции со стороны заказчика [6];

- основанная на стратегическом решении передача на длительный срок традиционных и органически присущих управленческих функций, бизнес-процессов или соответствующих ресурсов внешним исполнителям на контрактной основе для повышения эффективности деятельности организации [7];
- стратегическая модель менеджмента, в которой бизнес процессы одного участника (заказчика) передаются для выполнения другому (аутсорсеру) [8].

Если обычные долгосрочные договора оказания услуг (в основном, заключаемые на год и автоматически пролонгируемые, например, уборки офисных помещений) могут быть, в большинстве случаев, расторгнуты в любое время и заключены с новым контрагентом, то договоры аутсорсинга (например, ведения бухгалтерского учета) требуют при расторжении передачи дел либо заказчику услуг, либо новому контрагенту.

Рассматривая расчет экономического эффекта от аутсорсинга в концепции изменения ресурсных факторов предприятия, на начальном этапе следует отметить специфику, присущую информационно-коммуникационным технологиям, а именно, сложность, а порою и невозможность, отделения эффекта от внедрения информационно-коммуникационных технологий от эффекта, возникающего при рационализации бизнес-процесса в рамках их внедрения, а также значительную долю нематериального эффекта (так называемое, «Soft ROI») при их применении [2], что приводит к необходимости использования более сложных моделей.

Помимо этого, немаловажным аспектом при принятии решения передачи ИКТ-услуг на аутсорсинг остаются вопросы информационной безопасности предприятия, которые хотя и могут возникать при других видах аутсорсинга (например, аутсорсинге бухгалтерского учета), но связанные с ними риски часто оказываются несопоставимыми с рисками возможной потери или искажения данных в информационных системах предприятия.

Говоря о передаче бизнес-процесса в области ИКТ внешнему провайдеру, необходимо определиться с бизнес-процессами предприятия. Более универсальной, несомненно, является отрасленезависимая модель APQC Process - Classification Framework. Однако в данном случае целесообразнее применительно к ИКТ-процессам использовать модель, описанную в CobIT 4.1 (CobIT 4.1 является международно признанным процессным подходом к ИКТ, в то время, как CobIT 5 – это подход к руководству и управлению ИКТ [9]).

В данной статье была описана методика управления качеством процессов управления инцидентами, отличающаяся от известных тем, что на основании разработанных моделей применен комплексный подход, включающий в себя элементы гибкой (Agile) методологии, бережливых Шести Сигм (LeanSixSigma), теорию ограничений (ТОС) и количественные методы оценки качества процессов технической поддержки. Таким образом, применение описанной в данной статье методики и научно-технических подходов, построенных на основании разработанных математических моделях, позволяет решить задачу повышения качества информационно-коммуникационных услуг.

## Литература

1. Sibbet, D. 75 years of management ideas and practice 1922–1997 [Текст] / D. Sibbet // Harvard Business Review, supplement. – 1997. – Sep/Oct. – Vol. 75, no. 5. – P. 10.
2. Деверадж, С. Окупаемость ИТ: Измерение отдачи от инвестиций в информационные технологии [Текст] / С. Деверадж, Колхи Р. – ЗАО «Новый издательский дом», 2005. – 192 с.
3. Venture outsource. EMS industry terms and definitions [Электронный ресурс]. – 2014. – URL: <https://www.ventureoutsource.com/contractmanufacturing/291-information-center/terms-and-definitions> (online; accessed: 27.03.2018).
4. Outsourcing Law. Sourcing Models [Электронный ресурс]. – 2014. – URL: <http://www.outsourcing-law.com/sourcing-models/> (online; accessed: 28.03.2018).

5. Рудая, И. Л. Методология управления в экономических системах на основе аутсорсинга [Текст] / И.Л. Рудая. автореф. докт. экон. наук. – М., 2009 – 41 с. :дисс. докт. экон. наук : 08.00.05 / И. Л. Рудая ; Государственный университет управления. – М., 2009. – 410 с.
6. Павлов А. Ю. Управление развитием аутсорсинга ИТ-услуг :дисс. канд. экон. наук : 08.00.05 [Текст] / Алексей Юрьевич Павлов ; Российская академия государственной службы при Президенте Российской Федерации. – М., 2007. – 148 с.
7. Шадрин В. Г. Аутсорсинг: управление процессами и формирование регионального аутсорсингового центра :дисс. канд. экон. наук : 08.00.05 [Текст] / В. Г. Шадрин. – Кемерово, 2006. – 175 с.
8. Чугунова Г. В. Развитие аутсорсинга в системе телекоммуникационного бизнеса России :дисс. канд. экон. наук : 08.00.05 [Текст] / Галина Владимировна Чугунова ; МГУ им. Ломоносова. – М., 2008. – 174 р.
9. CobIT 5: Бизнес-модель по руководству и управлению ИТ на предприятии [Текст]. – ISACA, 2012. – 94 с

***А. А. Никитина***

### **АНАЛИЗ ДОСТИЖЕНИЙ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИЙ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ (ИНС)**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
pastuhova.anjela@gmail.com*

Для ознакомления с достижениями технического прогресса, которыми уже располагает научный мир, проведем краткий экскурс по уже существующим технологиям в области интеллектуальных нейросетей.

Актуальность и потребность в разработке искусственных нейросетей неоспорима что дает ряд преимуществ, связанных с эксплуатацией в некомфортных или небезопасных условиях для работы человека.

Специалисты компаний ITV, AxxonSoft, NVIDIA, «Малленом Системс», Ivideon, Macroscop и ISS проанализировали текущие достижения в области искусственных нейросетей и предположили, где в ближайшем будущем рентабельно использование ИНС [1]:

- в областях, использующих видеонаблюдение;
- для выявления статистических характеристик транспортных потоков;
- в банковской отрасли;
- для определения общественной безопасности, в рекомендательных и поисковых системах;
- в сфере производства, строительства;
- охрана природы.
- везде, где есть данные и необходимость их анализа и обработки. Анализ изображений, текста, распознавание речи, научных данных, накопление персональной информации [1].

Иногда нейросети находят применение в самых неожиданных областях. Например – анализ корректности юридических документов.

Процессоры NVIDIA [1], применимые для центров обработки данных (Tesla V100, T4) повышают скорость всех видов нейронных сетей – от сверточных нейронных сетей (CNN) для изображений и видео до рекуррентных нейронных сетей (RNN) для обработки естественного языка и нейронных коллаборативных фильтров (NCF). Появились достаточно большие выборки обучающих данных (ImageNet – 21 млн изображений).

Огромный шаг вперед в развитии архитектуры искусственных нейросетей был сделан в 2012 – 2015 гг. Нейросети стали экономичнее в использовании своих параметров. Появилось понятие «глубокая сверточная нейронная сеть», которая способна к самообучению методом обратного распространения ошибки. Для обучения нейронной сети необходимы: обучающие данные, специализированное программное и аппаратное обеспечение.

Для подготовки обучающих данных разработан ряд инструментов:

- LabelMe – бесплатная утилита от MIT;
- платные сервисы для разметки данных – Prodi.gy, Scale.ai, Supervise.ly;
- краудсорсинговые сервисы – Яндекс.Толока, Amazon Mechanical Turk.

Для применения нейросетей (Inference) используется пакет Caffe и оптимизированный для Intel пакет OpenVINO (поддерживает CPU, встроенный GPU, специализированные USB-устройства, устройства FPGA). Планируется использовать пакет TensorRT компании NVidia [1].

Для обучения нейронных сетей наиболее популярна связка языка Python и одной из библиотек для машинного обучения – Tensorflow, Keras, Caffe, PyTorch. Из преимуществ TensorFlow – обучение моделей на основе SSD, Faster R-CNN и Mask R-CNN (на NVIDIA GPU), из недостатков – технические неудобства в настройке размера входного изображения. Для работы с большим объемом вычислений используются графические видеокарты GPU, самая популярная модель – GeForce GTX 1080 Ti. При отсутствии устройства GPU можно воспользоваться платными облачными сервисами с ускорением вычислений на GPU: Amazon Web Services, IBM Cloud, Microsoft Azure или Google Cloud (сервера с тензорными процессорами Google TPU) [1].

Известная готовая, уже обученная нейросеть YOLOv2, находящаяся в открытом доступе, которую можно использовать, взяв за основу как инструмент, и дообучив в качестве собственного готового решения для обнаружения разнообразных объектов на видео.

Основные сложности при внедрении ИИ в ту или иную отрасль:

- недостаток данных для обучения;
- плохо формализованные и неструктурированные данные;
- для данной задачи (типа данных) еще не изобретена подходящая архитектура нейронной сети.

Нейронные сети продолжает развиваться, поскольку исследователи открывают новые подходы к решению сложных проблем, которые раньше считались невозможными. ИИ помогает быстрее выводить лекарственные препараты на рынок, врачам – быстрее диагностировать опасные для жизни заболевания, а также предоставляет потребителям бесчисленное количество услуг. Качественно улучшены:

- распознавание речи в голосовых помощниках;
- машинный перевод;
- анализ комментариев пользователя во всевозможных сервисах;
- анализ изображений с камер на производстве для выявления аномалий и детектирования других важных вещей;
- распознавание лиц в банках и учреждениях;
- анализ пользователей и предсказание их поведения;
- робототехника и другие умные гаджеты [1].

Искусственный интеллект в будущем станет универсальным массовым инструментом для решения самых разнообразных задач при работе с любыми типами данных. Практически все, что мы сегодня делаем в офисе, будет выполняться с помощью ИИ, и уже сейчас можно автоматизировать множество рутинных вещей. В будущем выполнение все более интеллектуальных задач станет переходить под ответственность ИИ.

Всплеск интереса к ИНС начался в связи с новыми открывшимися возможностями, планомерно развивался до следующего прорыва в 2017 году. Когда американская нейротехнологическая компания Neuralink [2], основанная Илоном Маском и планирующая заниматься разработкой и производством имплантируемых нейрокомпьютерных интерфейсов.

Одной из революционных технологий на данный момент является разработка находящейся в США компании которая занимается имплантируемым нейрокомпьютерным интерфейсами. Neuralink – дает возможность реализовать нейро-

компьютерный интерфейс. В ближайшее время данные разработки дадут возможность, используя импульсы от внешних датчиков, проведенные через мозг управлять человеческими протезами.

В апреле 2017 года «Нейролинк» опубликовала статью в Wait But Why. Из которой следовало, что компания стремится сделать устройства для лечения серьезных заболеваний головного мозга в краткосрочной перспективе, а конечная цель состоит в усилении возможностей человеческого мозга с помощью объединения мозга и компьютера. О грандиозности разработок говорит финансирование от инвесторов в размере 27 миллионов долларов с пролонгацией суммы до 100 миллионов [3].

Летом 2019 года прошла презентация на которой Илон Маск и команда компании Neuralink представили результаты работы над технологиями будущего – нейроинтерфейсы в связке мозг-машина. Прошла демонстрация чипа, способного оценить проходящие в толще коры головного мозга импульсы с последующей стимуляцией нейронов [4].

Маск называет эту технологию «нейролентами». Уже было проведено немало экспериментов, в ходе которых люди управляли робоконечностями или воспроизводили с помощью интерфейса слова на мониторе исключительно силой мысли. В планах компании развить эту технологию гораздо дальше.

По замыслу автора «нейроленты» не только будут контролировать протезы или курсор на экране, но и посылать информацию в компьютер с обратной связью. Это приведет к тому, что люди смогут использовать такие компьютеры, чтобы быстрее и лучше думать и таким образом конкурировать с развивающимся искусственным интеллектом.

Несмотря на опасения некоторых оппонентов, что роботы будут править миром, инновационные технологии в области нейросетей дают возможность повысить качество жизни всего человечества, создав «кибермозг».

Глобальная нейросеть, передающая информацию непосредственно в мозг и из мозга – это новый научный прорыв в информационных технологиях. В 2019 году квантовый процессор смог выполнить специфическую задачу за 200 секунд для решения которой, по расчетам ученых, лучшим суперкомпьютерам мира понадобится 10000 лет [5].

Но настоящим флагманом в области искусственного интеллекта является компания Intel, которая в 2020 году представила самый мощный нейроморфный процессор – Loihi. Данный процессор по сложности, производительности и архитектуре сравним со структурой мозга млекопитающего. Систему назвали Pohoiki Springs и ее мощность вычислений составляет 100 млн нейронов. Она будет работать через облако и будет доступна участникам исследовательского сообщества Intel Neuromorphic Research Community (INRC). Вот что говорит об этом представитель компании Майк Дэвис Intel: «Система Pohoiki Springs расширяет вычислительные возможности нашего нейроморфного исследовательского процессора Loihi более чем в 750 раз, при этом ее потребляемая мощность не превышает 500 Вт. Эта система позволяет нашим партнерам по исследовательской деятельности изучать малоизвестные способы ускорения рабочих нагрузок, скорость выполнения которых на традиционных архитектурах, в том числе на современных системах высокопроизводительных вычислений (HPC), всё еще достаточно низкая» [6].

Уже в следующем десятилетии новейшие устройства в области ИИС будут считывать и «понимать» сигналы нашего мозга, преобразовывая их транслируя в эфир. Вечный вопрос о технологической сингулярности, о гипотетических опасениях создать интеллект, превосходящий человеческий, о непредсказуемости его поведения.

Таким образом, в недалеком будущем «симбиоз» новинок компьютерной инженерии дает глобальную перспективу в дальнейших научных исследованиях.

## Литература

1. Режим доступа : <https://www.secuteck.ru/articles/nejronnye-seti-novuj-prognyv-mneniya-ehkspertov>
2. Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Neuralink>
3. Urban, Tim. Neuralink and the Brain's Magical Future (англ.) [Текст] / Urban, Tim // Wait But Why (20 April 2017).
4. Masunaga, Samantha. A quick guide to Elon Musk's new brain-implant company, Neuralink (англ.) [Текст] / Masunaga, Samantha // Los Angeles Times (21 April 2017).
5. Elon Musk is setting up a company that will link brains and computers (англ.) [Текст] // Ars Technica (March 27, 2017).
6. Режим доступа : [https://hightech.fm/2020/03/20/intel-pohoiki-springs?is\\_ajax=1](https://hightech.fm/2020/03/20/intel-pohoiki-springs?is_ajax=1)

*А. В. Ниценко, В. Ю. Шелепов, С. А. Большакова*

### **О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К АВТОМАТИЧЕСКОМУ ИЗВЛЕЧЕНИЮ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ТЕКСТА**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
nav\_box@mail.ru, vladislav.shelepov2012@yandex.ru,  
svetlako@yandex.ua*

#### **О лемматизации**

Процедура лемматизации русских словоформ на основе словаря [1], описанная в работе [2], может быть существенно ускорена путем преобразования словаря [1] к виду специального словаря лемматизации. Создание такого словаря выполнено нами программно. Пример содержащейся в нем строки:

абажурную|абажурный|прл ед жен вин

Лемматизация словоформы сводится к ее поиску, который осуществляется практически мгновенно в случае представления списка словоформ в виде дерева. Скорость важна при лемматизации больших файлов.

### **Программное выявление смысла с помощью отглагольных существительных**

Пусть есть предложение, описывающее некоторое действие или событие с использованием переходного глагола. Мы полагаем, что одним из наиболее общих выразителей важнейшего смысла, заключенного в таком предложении, может служить отглагольное существительное. Разработанная нами программа, заменяет глагол соответствующим отглагольным существительным и винительный падеж существительного (прямое дополнение) родительным.

Например, результатом работы программы с предложением

«По телевидению передают важное сообщение».

является словосочетание «Передача сообщения». Оно и является носителем основной информации. Вся остальная информация, в частности форма глагола, рассматривается как вторичная. Например, для предложения «Газета передала любопытное сообщение из города Воронежа» результат будет тем же самым.

Если упомянутое существительное стоит в именительном падеже, то допускаются соответствующие возвратные глаголы, в нашем примере глагола «передаваться».

Программа использует файл Глаг-суц.txt. Файл состоит из групп, каждая из которых содержит две строки. Первая включает набор глаголов, а вторая – соответствующее отгла-

гольное существительное. Группы разделены пробельными строками. Пример:

доверять, передоверять, доверить, передоверить, доверяться,  
передоверяться, довериться, передовериться (одна строка в  
файле)  
доверие

доминировать  
доминирование

Управляющий файл Глаг-сущ.txt формировался нами на основе словаря [3] и дополнялся глаголами видовой пары и возвратными глаголами. Получившийся словарь глаголов – отглагольных существительных представляет собой некоторый самостоятельный лингвистический продукт. Предполагается пополнить его, используя другие толковые и словообразовательные словари, например, словарь [4].

### **Новый алгоритм автоматического разбиения текста на тематически однородные фрагменты**

Пусть мы имеем отрывок, представленный в виде сплошного текста, то есть без абзацев. Предлагается следующий алгоритм разбиения его на тематически однородные фрагменты, которые оформляются в виде абзацев. Сначала формируется список лемм всех слов текста, которые являются существительными и встречаются в тексте не менее двух раз. Список упорядочивается по убыванию частоты встречаемости слов в тексте. Берется существительное с максимальной частотой (ключевое слово). Находятся первое и последнее предложения, содержащие данное слово, и в виде абзаца выделяется фрагмент, начинающийся и заканчивающийся указанными предложениями. Затем в качестве ключе-

вого слова берется следующее по частоте встречаемости слово списка и процедура выделения абзаца повторяется. В результате в тексте выделяется некоторое количество фрагментов-абзацев.

Затем в полученном тексте анализируются предложения, стоящие в начале и в конце соседних абзацев. Если в последнем предложении некоторого абзаца и в первом предложении следующего за ним абзаца есть хотя бы одно одинаковое существительное, то эти два фрагмента текста объединяются в один. В случае, если первое предложение следующего абзаца содержит словоформу местоимения «он» или «она» или «оно» и в нем нет предшествующего существительного в том же роде и числе (можно предполагать, что местоимение относится к слову из последнего предложения предыдущего абзаца), то такой абзац также объединяется с предыдущим.

В заключение объединяются друг с другом рядом стоящие абзацы, состоящие только из одного предложения. После этого оставшиеся абзацы из одного предложения, которые не были объединены с другими, удаляются.

## Литература

1. Хаген М. Полная парадигма. Морфология [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.speakrus.ru/dict/#morph-paradigm> ( дата обращения: 10.02.2020).
2. Ниценко А. В. О подчинительном дереве для простого пространенного русского предложения [Текст] / А. В. Ниценко, В. Ю. Шелепов, С. А. Большакова // Проблемы искусственного интеллекта. – 2019. – № 2(13). – С. 63-73.
3. Шведова Н. Ю. Русский семантический словарь. Толковый словарь, систематизированный по классам слов и значений [Текст] / Н. Ю. Шведова. – М. : РАН. Ин-т рус. яз., 2007. – 952 с.
4. Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка [Текст] / С. И. Ожегов. – М. : Оникс, 2010. – 736 с.

**ВОКСЕЛИЗАЦИЯ ОБЛАКА ТОЧЕК, ПОЛУЧЕННЫХ  
ОТ 3D СЕНСОРОВ МОБИЛЬНОГО РОБОТА,  
С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ РАЗМЕРА ВХОДНЫХ  
ДАННЫХ НЕИРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ  
РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**

*Московский государственный технологический университет  
СТАНКИН, г. Москва, Россия  
ostricov93@yandex.ru*

Работа современных роботов зачастую сопряжена с постоянным и активным перемещением в динамическом (подверженном изменениям) окружении. Поэтому требуются бортовые сенсорные системы, которые могли бы предоставить достаточно полную информацию об окружающем пространстве [1]. Такими системами являются, в том числе, системы технического зрения (СТЗ).

Наибольшее распространение среди сенсоров получили:

- RGB сенсоры, предоставляющие информацию о цвете примерной форме текстуре поверхности объектов, в некоторых случаях можно определить материал поверхности;
- Сенсоры, предоставляющие карты глубины (Стереокамеры, различные сканеры, лазерные дальномеры ультразвуковые датчики), предоставляют информацию о геометрической форме объекта его размерах, более приспособлены для обнаружения препятствий при движении МР.

Ввиду ограниченности, как бортовых вычислителей, так и каналов передачи данных использование непосредственно исходных облаков точек, формируемых комплексированной СТЗ, требует значительных вычислительных ресурсов [2]. Например, 3D-лазерный сенсор HDL-32E формирует 700000 точек 30 раз в секунду.

Для создания автономных роботов важно, что зрительная информация является основой представления мира, на котором должна быть создана его модель. При этом самой сложной задачей является проблема распознавания визуальных образов

Наиболее перспективным направлением развития методов распознавания образов являются иерархические нейронные сети, к которым можно отнести: когнитрон, неокогнитрон, конволюционную или сверточную нейронную сеть и пирамидальную нейронную сеть. Но даже нейросетевые технологии требуют много памяти и вычислительного времени [3]. Одним из решений данной проблемы является вокселизация входного облака точек от 3D сенсоров.

Под термином вокселизация будем понимать преобразование любого типа геометрического или объемного объекта, такого как кривая или поверхность, в объемные данные, хранящиеся в трехмерном массиве вокселей. Воксельная сетка делит ограниченную трехмерную область на набор ячеек, которые называются вокселями. Деление обычно проводится в осевых направлениях декартовой системы координат. Перед вокселизацией три пары значений координат ( $[x_{min}, x_{max}]$ ,  $[y_{min}, y_{max}]$ ,  $[z_{min}, z_{max}]$ )

создаются вдоль трех соответствующих осей, определяя глобальную систему координат (рис. 1). Основная идея алгоритма вокселизации состоит в том, чтобы проверить, действительно ли воксели относятся к интересующему объекту. Начальный воксел, ограничивающий все данные облака точек в трехмерном евклидовом пространстве, разделяется на подмножество вокселей сеткой вдоль координат  $x$ ,  $y$  и  $z$  в декартовой системе координат. Каждый воксель в подмножестве представлен индексом  $v(i, j, k)$ , где  $i \in [0; N_x - 1]$ ,  $j \in [0; N_y - 1]$ ,  $k \in [0; N_z - 1]$  (рис. 1).

С заданными размерами отдельных вокселей ( $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ ),

число воксели ( $N_x$ ,  $N_y$ ,  $N_z$ ) вдоль каждого направления рассчитывается уравнениями 1-3.

$$N_x = \frac{(x_{max} - x_{min})}{\Delta x} + 1 \quad (1)$$

$$N_y = \frac{(y_{max} - y_{min})}{\Delta y} + 1 \quad (2)$$

$$N_z = \frac{(z_{max} - z_{min})}{\Delta z} + 1 \quad (3)$$

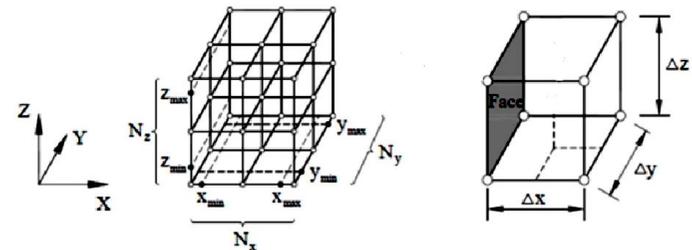


Рисунок 1 – Воксельная сетка, охватывающая объем в трехмерном пространстве, ограниченный координатами  $[x_{min}, x_{max}]$ ,  $[y_{min}, y_{max}]$ ,  $[z_{min}, z_{max}]$

Большинство существующих методов вокселизации работают с готовыми полигональными поверхностями, где значительная часть проблемы состоит в том, чтобы определить, через какие воксели проходит поверхность. Такие методы называются поверхностной вокселизацией. Метод, описываемый в данной статье, работает непосредственно с точечными данными и не требует уже сформированной полигональной поверхности. Вокселизация облака точек концептуально намного проще, чем вокселизация поверхности. Алгоритмы этого процесса хорошо известны [4], они практически не применяются для формирования модели среды, полученной с 3D сенсоров, таких как лидары или сенсоры Kinect.

Каждый воксел классифицируется как заполненный-1 или пустой-0, в соответствии с плотностью точек  $T_n$  внутри самого воксела (4).

$$v(i, j, k) = \begin{cases} 1, & \text{если } n \geq T_n \\ 0, & \text{если } n < T_n \end{cases} \quad (4)$$

где аргумент  $n$  – это число точек, находящихся в пределах одного воксела.

Как правило,  $T_n=1$ , что означает, что воксел должен содержать хотя бы одну точку внутри себя, чтобы оказаться заполненным, а остальные вокселы помечаются как пустые. Существуют более сложные функции классификации на основе плотности, которые позволяют на этапе самой вокселизации убрать некоторые артефакты воксельной модели, но в данной статье они не будут рассмотрены. Далее представлен результат вокселизации облака точек, полученный со сканера типа лидар, при котором производилось сканирование фасада здания (рис. 2).

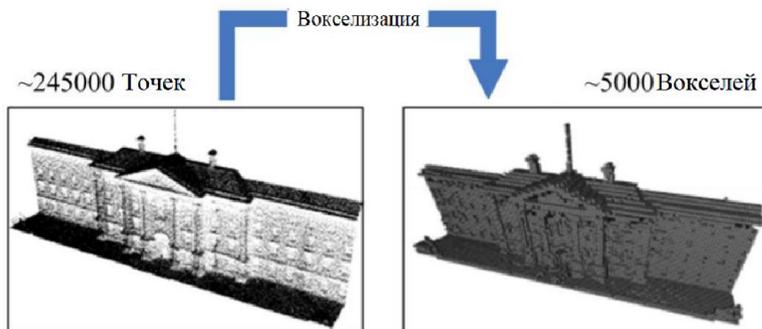


Рисунок 2 – Вокселизация модели фасада здания ( $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 0,25$  м)

Далее представлен результат вокселизации, как данных RGB, так и облака точек, полученных с помощью сенсора Kinect (рис. 3). Данный сенсор позволяет получать информацию не только о положении точки в пространстве, но и о ее цвете.



Рисунок 3 – Вокселизация данных полученных с сенсора Kinect ( $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 2$  см)

Вокселизация позволяет существенно снизить число входных данных для алгоритмов интеллектуального распознавания. Это теоретически позволит использовать данные алгоритмы на не очень мощных бортовых вычислителях мобильных роботов. Однако при этом полученные воксельные модели содержат значительное количество всевозможных артефактов, наличие которых может привести к неверному выводу при решении задачи распознавания. Также существует вероятность, что при вокселизации не отдельных объектов, а сцен целиком некоторые объекты окажутся представлены слишком малым количеством вокселей, что полностью исключит возможность их распознавания. Решением этой проблемы может стать предварительное сегментирование облака точек и расчета размеров вокселя  $\Delta x, \Delta y, \Delta z$  для каждого объекта отдельно.

### Литература

1. Ermolov I. Hierarchical Data Fusion Architecture for Autonomous Systems [Текст] / I. Ermolov // АСТА ИМЕКО. – 2019. – Vol. 8, no. 4.

2. Bariya P. Scale-hierarchical 3d object recognition in cluttered scenes [Текст] / P. Bariya and K. Nishino // 2010 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pages 1657–1664, 2010.
3. Schmohl, S. ALS Klassifizierung mit Submanifold Sparse Convolutional Networks [Текст] / S. Schmohl, & U. Soergel // Dreiländertagung der DGPF, der OVG und der SGPF in Wien, Österreich – Publikationen der DGPF, Band 28, 2019. – P. 111-122.
4. Kaufman A. Fundamentals of surface voxelization [Текст] / A. Kaufman // *Graph. Models Image Process.* – 57(6). – 1995. – P. 453-461.

**Я. С. Пикалёв**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЧЕСКОГО  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИКТОРА НА ОСНОВЕ  
ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ  
ДЛЯ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЧЕВОЙ БАЗЫ**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк,  
pikaliov@gmail.com*

Одной из основных задач при создании систем для речевой аналитики, синтеза и распознавания речи, и т.п. является предварительная подготовка обучающих данных. Одной из главных проблем при подготовке речевых данных является отсутствие дикторской разметки (информации о принадлежности речевых данных к диктору), что усложняет создание подобных систем с применением алгоритмов, использующих матричную маску дикторов. Дополнительно определение диктора осложнено из-за следующих факторов, искажающих речевой сигнал или обуславливающих его вариативность.

1. Голосовой тракт и манера произнесения. Этот фактор определяет вариативность сигнала. Как бы ни была велика обучающая выборка, всегда найдутся дикторы, отличающиеся по своим характеристикам от представленных в базе.

2. Аддитивный шум, всегда присутствующий в помещениях.

3. Реверберация (мультипликативный шум) – отражённый от стен основной сигнал.

4. Амплитудно-частотная характеристика микрофона и канала передачи.

5. Аддитивный шум канала передачи.

6. Преобразование сигнала фильтром Найквиста и шум квантования.

В данной работе для решения задачи определения диктора предложена архитектура ResBlock (рис. 1).

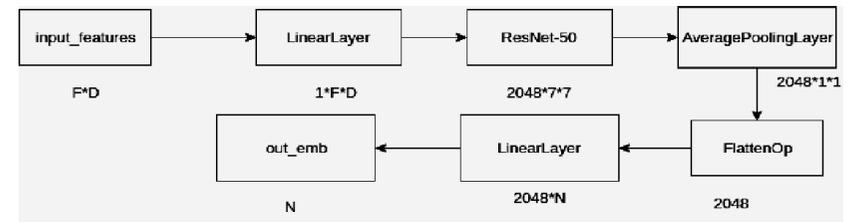


Рисунок 1 – Общая схема архитектуры ResBlock

На рис. 1 следующие обозначения:  $F$  – размер входных признаков;  $D$  – количество фреймов,  $N$  – размер новых признаков; `input_features` – входные признаки; `LinearLayer` – линейные нейронные слои; `AveragePoolingLayer` – слой, трансформирующий данные при помощи свёртки  $1*1$ ; `FlattenOp` – операция трансформации в одномерное пространство; `out_emb` – выходные информативные признаки.

Общая схема архитектуры ResBlock представлена на рис. 1. Она представляет собой нейронную сеть (НС), основанную на архитектуре ResNet-50 [1] (рис. 2), с двумя дополнительными линейными слоями.

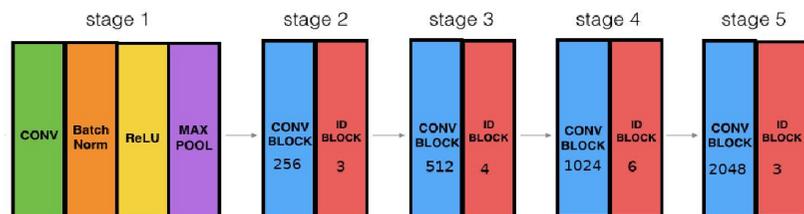


Рисунок 2 – Архитектура ResNet-50

Архитектура ResNet-50 состоит из 5 блоков (stage). Так как данная архитектура предназначена для работы с трёхмерными последовательностями, как правило, изображениями, было проведено предварительное преобразование входных данных. Входные акустические признаки представлены в виде двумерной матрицы  $U$  с размерностью  $N \times d$ , где  $N$  – общее количество фреймов,  $d$  – кол-во извлечённых фильтров. Преобразованные признаки представлены в виде трёхмерной матрицы размерности  $1 \times F \times D$  (количество каналов равно 1).

На этапе 1 после входного слоя используется двумерный свёрточный слой (CONV) с преобразованием матрицы пространства признаков из размера  $1 \times 1$  в  $3 \times 3$  (с применением техники дополнения, padding), использующий фильтры размером  $7 \times 7$ , и полносвязный слой (MAX POOL), использующий фильтры размером  $3 \times 3$ , величина шага свертки (stride) равна 2.

$$U_{pad} = (n_h - k_h + p_h + 1) \times (n_w - k_w + p_w + 1), (1)$$

где  $n_h, n_w$  – размерность входных признаков,  $k_h, k_w$  – размерность фильтра,  $p_h, p_w$  – размерность дополнения.

После стадии 1 используется похожая топология стадий: на каждой стадии используются ID-блоки (или Residual-блоки, рис. 3), состоящие из 3 свёрточных слоёв (CONV BLOCK, первый свёрточный слой использует фильтры размером  $1 \times 1$ , второй – размером  $3 \times 3$ , а последний –  $1 \times 1$ )

между собой при помощи skip-связи. Размер ядер каждой из трёх свёрточных сетей на первой стадии составляет 64, 64 и 128, на каждой стадии размер ядер удваивается относительно предыдущей стадии. Количество ID-блоков на второй стадии – 3, на третьей – 4, на четвёртой – 3, на пятой – 3:

$$\prod_{i,j} \begin{bmatrix} 1 \times 1, & 64 \cdot i \\ 3 \times 3, & 64 \cdot i \\ 1 \times 1, & 256 \cdot i \end{bmatrix} \times j; \quad i = 1,2,3,4; \quad j = 3,4,6,3. \quad (2)$$

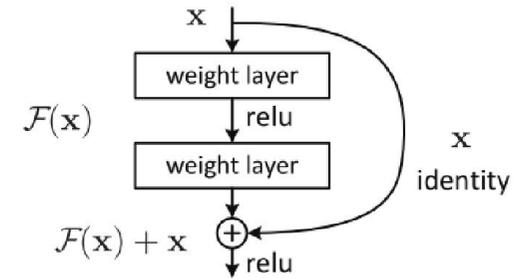


Рисунок 3 – Архитектура ID-block

Как видно из рис. 3, выходной вектор ID-block описывается следующим образом:

$$y = F(x, \{W_i\}) + W_s x, \quad (3)$$

где  $x$  – входные признаки;  $W_s$  – набор весов относительно  $x$ ;  $y$  – целевая функция ID-блока относительно  $x$ ;  $F(x, \{W_i\})$  – ID-блок.

$$F(x, \{W_i\}) = W_2 \sigma(W_1 x), \quad (4)$$

где  $W_i$  – набор весов ID-блока для  $1 \leq i \leq n$ ,  $n$  – количество слоёв в ID-блоке;  $W_1$  и  $W_2$  – набор весов между соединёнными слоями;  $\sigma$  – функция активации слоя.

Таким образом, skip-связь позволяет модели изучать функцию идентичности, которая гарантирует, что верхний уровень слоя будет функционировать так же хорошо, как и нижний. При этом skip-связь не вводит дополнительных параметров, т. е. не усложняет вычислительный процесс, и

используется до применения функции активации. Данная архитектура позволяет частично решить проблему исчезающих градиентов, быстрее сходится, обладает большей точностью.

Для обучения нейросетевой модели извлечения информативных признаков были использованы следующие параметры:

- размер входных признаков  $\boxtimes 100$ ;
- размер выходных информативных признаков: 100;
- метод оптимизации  $\boxtimes$  Adam;
- функция активации  $\boxtimes$  ReLU.
- коэффициент регуляризации – 0.01 .
- коэффициент обучения – 0.001.

При обучении обновление параметров нейросети происходило следующим образом:

$$\Delta W_{CE} = W_{CE} - \varepsilon \left( \frac{\partial loss_{CE}(x)}{\partial W_{CE}} \right) \quad (5)$$

$$\Delta W_{MSE} = W_{MSE} - \varepsilon \left( \frac{\partial loss_{MSE}(x)}{\partial W_{MSE}} \right) \quad (6)$$

$$\Delta W = W - \varepsilon \left( \frac{\partial loss_{CE}(x)}{\partial W_{CE}} - \lambda \frac{\partial loss_{MSE}(x)}{\partial W_{MSE}} \right) \quad (7)$$

где  $x$  – вектор входных данных,  $\varepsilon$  – коэффициент обучения;  $\lambda$  – коэффициент регуляризации,  $loss_{CE}$  – функция потерь перекрёстной энтропии;  $loss_{MSE}$  – функция потерь среднеквадратичного отклонения.

$$loss_{CE}(x) = - \sum_{c=1}^M y \log(P(x|c)), \quad (8)$$

где  $M$  – число уникальных классов.

$$loss_{MSE}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2, \quad (9)$$

где  $n$  – общее количество данных;  $\bar{y}_i$  – предсказанный класс.

Для обучения нейросетевой модели в качестве входных данных использовались 40 фильтров банков (FBANK). В качестве обучающей и тестовой выборки был использован корпус VoxForge [2]. Который был предварительно обработан следующим образом – удалены речевые данные длительностью менее 3 сек; речевые данные длительностью более 15 сек были разделены на несколько файлов.

На рис. 4 показаны результаты тестирования разработанной НС-модели.

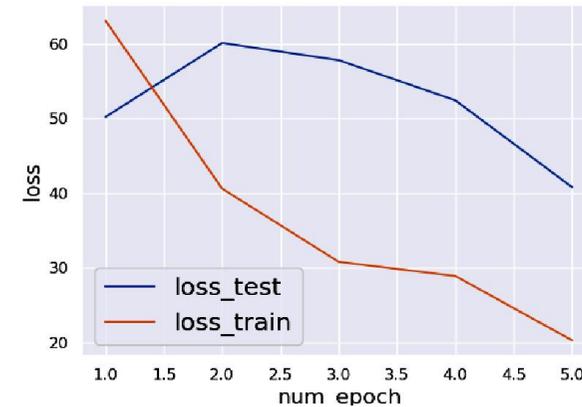


Рисунок 4 – Зависимость loss-функции на тестовой и обучающей выборках от количества эпох обучения

Дополнительно было проведено сравнение текущего подхода с i-vector [3] и x-vector [5] по метрике точности (Асс, кол-во верно определенных файлов к общему количеству), результаты отображены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты определения дикторов на корпусе VoxForge

Подход	Асс, %
i-vector	72.31
x-vector	81.16
ResBlock	93.72

Алгоритм определения дикторов для неизвестных дикторов заключается в следующем.

1. Определяется доверительный порог ( $id_{th}$ )
2. Вычисляются векторные представления ( $F_i$ ) для всех аудиофайлов, используя ResBlock
3.  $F_{id}$  относим к диктору с  $id=0$ , перемещаем аудио в директорию, соответствующую данному диктору.
4. Определяется евклидово расстояние ( $e_i$ ) между  $F_{id}$  и каждым  $F_i$ ,  $i>id$ . Считается, что аудиофайл относится к текущему диктору, если  $e \leq id_{th}$  (чем меньше расстояние – тем больше сходство), в данном случае файл перемещается в директорию, соответствующую текущему диктору
5. Из вычисления исключаются файлы, определенные как диктор  $id$ .
6.  $F_{id}$  относим к диктору с  $id=1$ , перемещаем аудио в директорию, соответствующую данному диктору, при этом повторяем пункт 4, данная процедура повторяется до тех пор, пока не будут определены дикторы для всех оставшихся  $F_i$ .

В результате вышеуказанного алгоритма формируется речевой корпус, размеченный по дикторам, что позволяет использовать его для ряда задач в речевой аналитике, синтезе и распознавании речи и т.п

Главным недостатком предложенного подхода к определению дикторов является вычислительная сложность, что решается использованием GPU-оптимизации (использование минипакетов при вычислении  $F_i$  и  $e_i$ ).

## Литература

1. He K. et al. Deep residual learning for image recognition [Text] / He K. et al. // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016. – С. 770-778.
2. Шмырёв Н.В. Свободные речевые базы данных voxforge.org [Текст] / Н. В. Шмырёв Н.В. // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии : По материалам ежегодной Международной конференции «Диалог» (Бекасово, 4–8 июня 2008 г.). – Вып. 7 (14). – М. : РГГУ, 2008 – С. 585-517.

3. Senior A. Improving DNN speaker independence with i-vector inputs [Текст] / A. Senior, I. Lopez-Moreno // 2014 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). – IEEE, 2014. – С. 225-229.
4. Snyder D. et al. X-vectors: Robust dnn embeddings for speaker recognition [Текст] / Snyder D. et al. // 2018 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). – IEEE, 2018. – С. 5329-5333.

*С. С. Постнов*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДНОПРОХОДИМЫХ  
УЧАСТКОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ПУТЕМ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

*Московский государственный технологический университет  
СТАНКИН, г. Москва, Россия  
postnov\_rabota@mail.ru*

Наилучший результат обработки изображения получается только после его первоначальной модификации, т.е. после изменения тонов, контраста и яркости, однако даже после этого применение различных фильтров обработки дает не очень хороший результат.

Применение стандартных фильтров выделения границ, таких как фильтр Робертса, Собеля и Лапласа, позволяет определить контуры на изображении, однако результаты, полученные после их использования не обладают достаточной точностью, необходимой для получения полной информации об окружающей среде (рис. 1 – 3).



Рисунок 1 – Применение фильтра Робертса

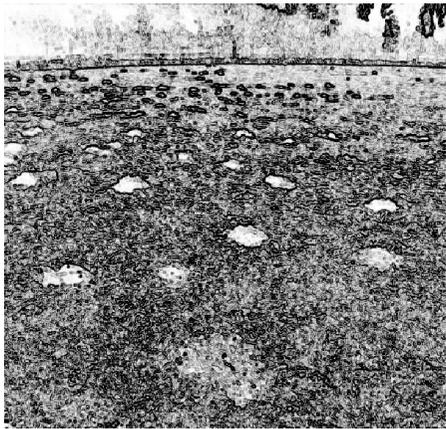


Рисунок 2 – Применение фильтра Собеля

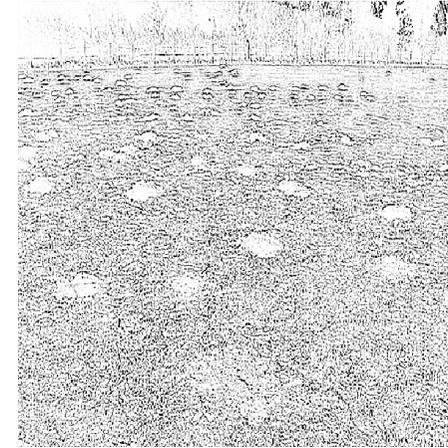


Рисунок 3 – Применение фильтра Лапласа

Однако каждый фильтр в дополнении к найденным контурам неровностей среды также смог определить наличие посторонних объектов на изображении, которые располагались вдали от камеры.

Эксперименты показали, что наиболее лучший результат обработки получится в том случае, если одновременно использовать несколько фильтров и в дальнейшем сравнить результаты обработки с целью определения, какой фильтр лучше отвечает требованиям поставленной задачи. Также использование нескольких фильтров позволит получить совокупный результат от обработки изображения.

Ниже приведена схема алгоритма обработки изображения, разбитая на три параллельных потока, что позволит получить результат обработки в сравнительно меньший срок, чем в случае последовательной обработки изображений, однако такой подход будет требовать больших вычислительных мощностей.

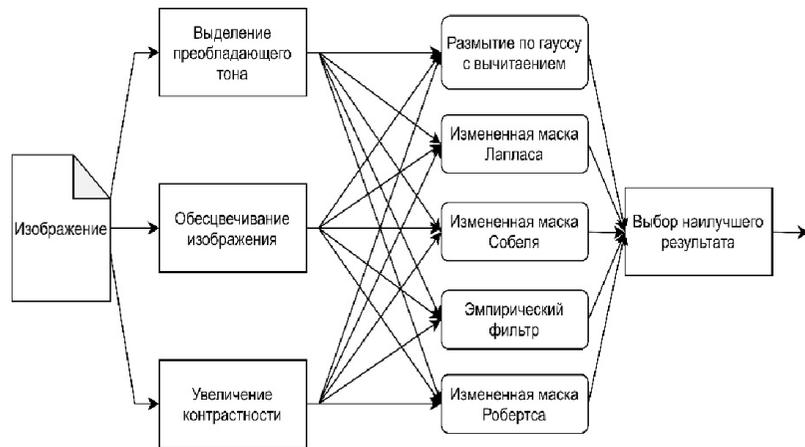


Рисунок 4 – Общая схема обработки изображения

В результате применения, описанного выше алгоритма обработки изображения, получился следующий результат:

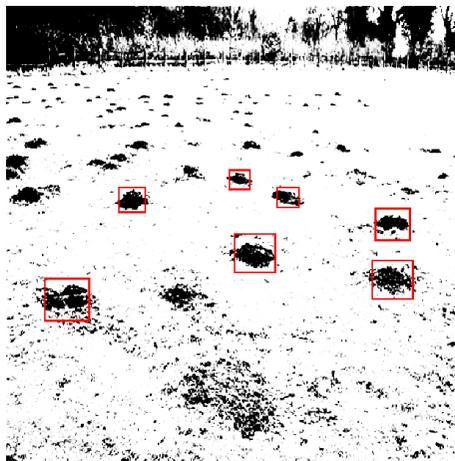


Рисунок 5 – Результат работы предложенного алгоритма

Как видно из полученного изображения, алгоритму удалось достаточно точно определить нахождение неровностей поверхности на полученном изображении.

## ПОСТРОЕНИЕ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ЦИФР НА ОСНОВЕ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»,  
г. Донецк, big-jaw@mail.ru

Для решения задачи о распознавании рукописных цифр необходимо различать их по определенным признакам, определять какому из заданных классов они принадлежат, т.е. не требуется разбивать входные образы (цифры) на определенные классы. Это позволяет на этапе принятия решений рассматривать задачу классификации [1].

Рассмотрим следующую нейронную сеть. На вход структурной единицы нейронной сети, нейрону, подаются векторы описания признаков  $x_i = (x_i^1, \dots, x_i^n)$ ,  $i = \overline{1, m}$ . С признаками свяжем весовые коэффициенты  $\omega_1, \dots, \omega_n$ , отражающие вклад соответствующих входных данных. Выходной информацией нейрона зададим значение функции активации от взвешенной суммы входных значений (1):

$$a(x) = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i, \quad (1)$$

где  $n$  – количество входных данных,  $a(x)$  – выходные данные. Нейрон определяет, является ли результат работы сумматора – сумма, меньше или больше некоторого порогового значения  $p$ .

Так же, как и веса, пороговое значение является вещественным числом, являющееся параметром нейрона (2):

$$output = \begin{cases} 0, & a(x) \leq p \\ 1, & a(x) > p \end{cases} \quad (2)$$

Схематическое изображение нейрона представлено на рисунке.

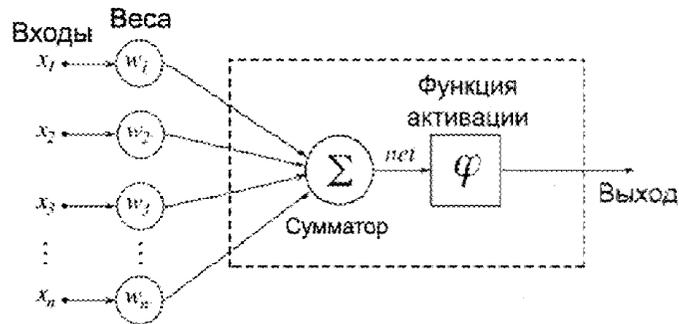


Рисунок 1 – Схема нейрона

Значение аксона нейрона определим по следующей формуле (3):

$$Y = \varphi(a(x)), \quad (3)$$

где  $\varphi$  – активационная функция. Выберем в качестве  $\varphi$  экспоненциальную сигмоиду:

$$\varphi(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}}, \quad \alpha > 0. \quad (4)$$

Эта функция дифференцируема на всей оси абсцисс и имеет производную [2]

$$\varphi' = \alpha \varphi(x)(1 - \varphi(x)) \quad (5)$$

Для апробации рассмотренной сети составлено приложение для операционной системы Windows. В качестве языка программирования выбран Delphi.

Схема приложение представлена на рис. 2.

Исходной информацией служит изображение рукописной цифры. В качестве выходных данных система выдаст название цифры.

Разработан алгоритм двухэтапной обработки данных.

На этапе предобработки формируется формализованное описание объектов распознавания, подходящее для использования алгоритмами распознавания. В приложении используются данные, полученные преобразованием исходного растрового изображения в бинарную матрицу  $16 \times 16$ . В результате такой обработки исходная информация заменяется массивом данных.

Следующий этап реализует непосредственно распознавание цифры. Для этого над сформированным массивом производится ряд вычислений, по результатам которых формируется ответ, содержащий указание на распознанный образ.

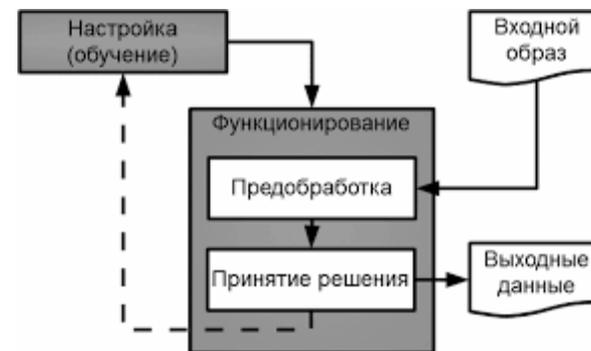


Рисунок 2 – Схема работы приложения

Один из численных экспериментов был посвящён выяснению влияния значения параметра  $\alpha$  на точность распознавания. Для обучения распознаванию выбиралось 12 образцов написания каждой цифры. Проводилось 100 попыток, значения  $\alpha$  изменялось от 0.3 до 2.

При этом уменьшении параметра  $\alpha$  сигмоид становится более пологим, вырождаясь в горизонтальную линию на уровне 0,5 при  $\alpha = 0$ . При увеличении  $\alpha$  сигмоид все больше приближается к функции единичного скачка [2].

Результаты численных экспериментов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Зависимость процента распознавания образов для активационной функции сигмоиды в зависимости от параметра  $\alpha$  сигмоиды

Значение $\alpha$	Достоверность распознавания (%)
0,3	69%
0,5	76%
0,7	63%
1	67%
1,5	66%
2	89%

Тестирование показало, что разработанная и обученная искусственная нейронная сеть дает верный ответ в 86% случаев.

### Литература

1. Заенцев И. В. «Нейронные сети: основные модели. Учебное пособие к курсу «Нейронные сети»» [Текст] / И. В. Заенцев. – Воронеж : Воронежский Государственный университет, 1999. – 76 с.
2. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика [Текст] / Уоссермен Ф. – М. : Мир, 1992. – 236 с.

**АНАЛИЗ МОМЕНТОВ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ  
ЛОГАРИФМА ПРИРОСТА ЦЕНЫ  
ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк,*

В данной работе производится анализ моментов случайной величины логарифма прироста цены финансовых инструментов. Косвенно проверяется гипотеза о независимости приращений цены. Рассчитываются среднее, среднеквадратическое отклонение, коэффициенты асимметрии и эксцесса в зависимости от интервала времени группировки котировок (таймфрейма). Выбирались значения таймфрейма от 1 минуты до 2 суток. Для рассчитанных зависимостей строились линии регрессии по формуле (1).

$$Y = \exp ( a + b \cdot \ln ( T ) ) \quad (1)$$

где:  $a$  и  $b$  – коэффициенты уравнения регрессии;  $T$  – таймфрейм, мин.

Уравнение (1) представляет собой прямую в двойном логарифмическом масштабе с наклоном определяемым коэффициентом  $b$ . На рис. 1 представлены полученные зависимости для индекса S&P 500 за период 01.01.2010 – 31.12.2017.

Анализ проводился для различных фондовых индексов, котировок пар валют и криптовалют. Результаты приведены в сводной табл. 1.

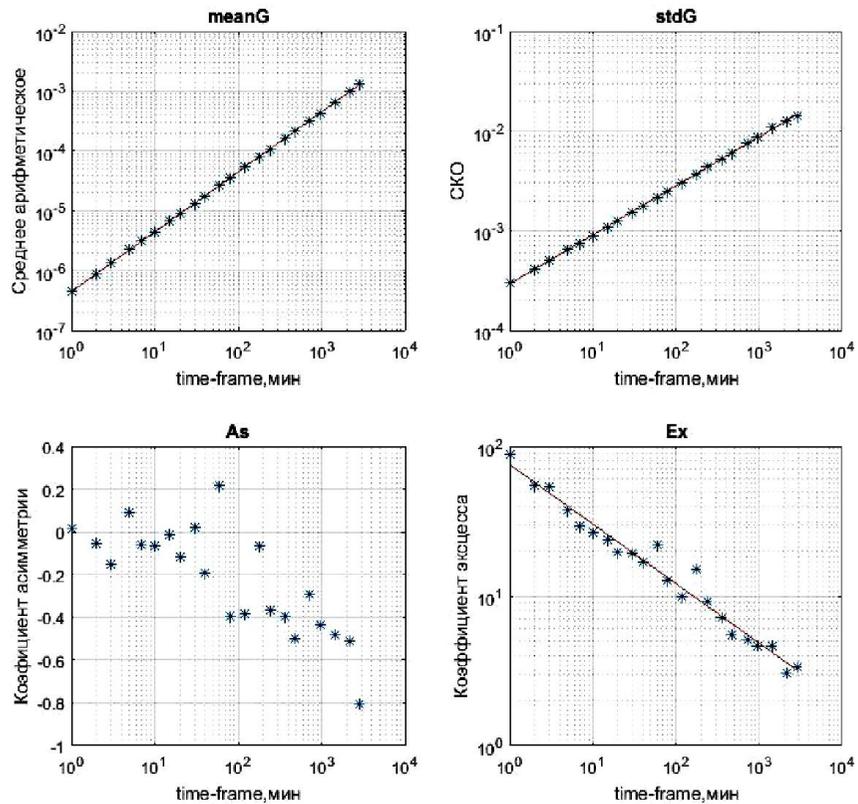


Рисунок 1

Если принять тезис, что логарифм цены есть случайный процесс с независимыми приращениями, то для характеристической функции приращения цены будет верно:

$$\varphi(t, T, \theta) = \psi(t, \theta)^T \quad (2)$$

где:  $\psi(t, \theta)$  – характеристическая функция распределения СВ при фиксированном таймфрейме (например, 1 мин.),  $\theta$  – вектор параметров распределения,  $T$  – таймфрейм, или величина прямо пропорциональная таймфрейму.

При этом, для моментов СВ будет верно:  
 – для среднего:

$$m_{\varphi} = T \cdot m_{\psi}, \quad (3)$$

– для стандартного отклонения:

$$\sigma_{\varphi} = \sqrt{T} \cdot \sigma_{\psi} \quad (4)$$

– для коэффициента эксцесса:

$$\gamma^4_{\varphi} = \frac{\gamma^4_{\psi}}{T} \quad (5)$$

Таблица 1

	среднее		СКО		эксцесс	
	a	b	a	b	a	b
Bitcoin - USD 01.01.2015 – 31.12.2016	-13.5294714	1.0050292	-7.1168485	0.4894802	5.2798076	-0.3931636
Ethereum - USD 01.01.2016 – 28.02.2018	-12.0468295	1.0005553	-6.0422853	0.4697205	6.0834978	-0.7136630
Litecoin - USD 01.01.2016 – 01.01.2018	-11.5064269	0.9991826	-5.7239822	0.4538901	7.1203316	-0.7504797
S&P 500 01.01.2010 – 31.12.2017	-14.6332998	1.0029649	-8.1280218	0.4889994	4.1239039	-0.3241172
EUR – USD 01.01.2010 – 31.12.2018	-16.5385090	1.0083214	-8.7401136	0.4922151	5.0289171	-0.6032271
GBP – USD 01.01.2010 – 31.12.2018	-16.4573524	0.9985305	-8.7537265	0.4884739	6.9623499	-0.5701737
AUD – USD 03.01.2010 – 31.12.2018	-16.4506633	1.0115096	-8.5328933	0.4880222	4.3390662	-0.5081237

Формула (5) верна в общем случае для распределений с «хвостами» тяжелей, чем у нормального, при  $T \rightarrow \infty$ , в частности для обобщенного гиперболического распределения и его частных случаев. Для распределений, не имеющих моментов четвертого и выше порядков, например, устойчивых распределений с параметром  $\alpha < 2$ , (5) верна для оценки коэффициента эксцесса.

Оба класса распределений: обобщенное гиперболическое и устойчивые, наиболее часто встречаются в литературе посвященной моделированию процесса ценообразования.

Коэффициент эксцесса можно рассматривать в качестве «коэффициента формы» распределения. То есть, при  $T \rightarrow \infty$  форма распределения, согласно центральной предельной теореме, будет приближаться к «нормальной» со скоростью  $1/T$ , за исключением случаев устойчивого распределения.

Таким образом из (3)..(5), следует, что зависимости моментов, от таймфрейма  $T$  в двойном логарифмическом масштабе будут линейны с наклоном 1дек/дек – для среднего, 0,5дек/дек – для стандартного отклонения, и -1дек/дек – для коэффициента эксцесса. Однако эмпирические зависимости (см. рис. 1 и табл. 1) показывают существенные различия между эмпирическими данными и теоретическими. Для среднего, отклонение линии регрессии полученной экспериментально от теоретической абсолютно не существенно, для стандартного отклонения наклон линии регрессии составляет 0.45...0.49дек/дек (в теории 0.5) и в подавляющем большинстве случаев отличие в меньшую сторону, для коэффициента эксцесса различия довольно существенные -0,3..-0,8 (в теории -1). То есть если рассматривать коэффициент эксцесса как «коэффициент формы» распределения, то выходит что с увеличением таймфрейма  $T$  форма распределения приближается к нормальной в 1.5..2.5 медленнее, чем того требует центральная предельная теорема.

## Выводы

При разработке математической модели процесса прироста цены финансовых инструментов в большинстве работ не учитывается тот факт, что адекватная модель, как минимум, должна адекватно работать при разных интервалах анализа (таймфреймах). Большинство авторов не уделяют этому достаточно внимания, анализируя статистические параметры ценообразования на фиксированных таймфреймах. При этом могут быть получено вполне приличное согласование экспериментальных и эмпирических данных, но это лишь необходимое, но не достаточное условие адекватности модели, возможен т.н. «эффект слона фон Неймана». В качестве более полного критерия «адекватности», тестирование модели проводить для различных значений таймфрейма. Так же желательно выбирать параметризацию функций распределения максимально полно отражающую физический смысл процесса.

## Литература

1. Szymon Borak. Models for Heavy-tailed Asset Returns [Text] / Szymon Borak & Adam Misiorek & Rafał Weron // HSC Research Reports HSC/10/01, Hugo Steinhaus Center, Wrocław University of Technology. – 2010.
2. Barndorff-Nielsen O. E. Normal [Text] / O. E. Barndorff-Nielsen // Inverse Gaussian Processes and the Modelling of Stock Returns, Research Report 300, Department of Theoretical Statistics, University of Aarhus. – 1995.
3. Bibby B. M. Hyperbolic processes in finance [Text] / B. M. Bibby and M. Sorensen // S. T. Radchev ed. Handbook-tailed Distributions in Finance, North Holland. – 2003.
4. Grabchak M. Do financial returns have finite or infinite variance? A paradox and an explanation [Text] / M. Grabchak and G. Samorodnitsky // Quantitative Finance. – 2010.
5. Lev B. Klebanov. Heavy Tailed Distributions in Finance: Reality or Mith? Amateurs Viewpoint [Text] / Lev B. Klebanov, Irina Volchenkova, 2015. – <http://arXiv:1507.07735v1> [math.PR] 28 Jul 2015.

6. Ширяев А. Н. Основы стохастической финансовой математики [Текст] / Ширяев А. Н. – М. : Фазис, 1998. – Т. 1: Факты. Модели.
7. Морозова М. М. Устойчивое распределение и его модификации и ценообразование производных финансовых активов [Текст] / М. М. Морозова, В. Н. Пырлик // Вестник НГУ. Серия : Социально-экономические науки. – 2009. – Том 9, выпуск 1.

*М. П. Руденко*

**ВИРТУАЛЬНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ УТРАЧЕННЫХ  
ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
АЛГОРИТМА СИНТЕЗА МОДЕЛЕЙ ТРЕХМЕРНЫХ  
ОБЪЕКТОВ ПО ИХ ИЗОБРАЖЕНИЮ**

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»,  
г. Донецк, m.p.rudenko@mail.ru*

Задача воссоздания архитектурной среды по таким иконографическим материалам как фотография является непростой, даже при том, что на сегодняшний день существует ряд алгоритмов и программ трехмерной реконструкции по фотоизображению [1]. Является актуальной автоматизация решения данной задачи, если фотография реконструируемого сооружения сохранена в единственном виде, а само сооружение частично или полностью утрачено [2].

Построение полной трехмерной модели объекта только по одиночному изображению невозможно, так как некоторые части объекта невидимы. Однако недостаток исходных данных может частично или полностью компенсироваться путем привлечения дополнительной информации о характеристиках моделируемого объекта.

Известные методы восстановления трехмерных моделей сцены по одиночному изображению опираются на тот факт,

что изображение есть результат перспективного проецирования сцены. При выраженности эффекта перспективы на изображении параметры породившего его проективного преобразования могут быть восстановлены с некоторой точностью. Программные продукты, реализующие подобные технологии построения моделей по одиночным изображениям, ориентированы на широкий круг приложений и не позволяют использовать моделируемые в них объекты для более профессионального использования. Еще одним традиционным для исследователя препятствием в использовании коммерческого программного обеспечения является его стоимость.

В [3], [4] приводится анализ существующих инструментальных средств и алгоритмов синтеза моделей трехмерных объектов по их изображению.

Он показал, что существующие алгоритмы можно условно разделить на три группы:

- трехмерная реконструкция архитектурных сооружений по фотоизображению методами проективной геометрии;
- трехмерная реконструкция архитектурных сооружений по фотоизображению методом Structure-From-Motion (SFM);
- трехмерная реконструкция архитектурных сооружений по фотоизображению с использованием моделирования из облака точек.

Инструментальные средства также условно поделены на три группы:

- инструментальные средства, воссоздающие трехмерную модель утраченных памятников архитектуры с нуля;
- инструментальные средства, обрабатывающие изображения, полученные лазерным сканером;
- инструментальные средства, использующие фотограмметрию для создания трехмерной модели объекта.

Исходя из данного анализа был предложен алгоритм синтеза моделей трехмерных объектов, основанный на методе перспективных масштабов [5], являющийся более простым в использовании, не требующий вычисления параметров камеры и фокусного расстояния, следовательно, и определенного количества итераций для дальнейшей корректной работы, определяющий пропорциональную зависимость между элементами трехмерной модели, и который может применяться в уже существующих графических средах, используемых проектировщиками.

На примере трехмерной реконструкции одного из фасадов дома Бальфура (рис. 1), который на сегодняшний день является утерянным архитектурным сооружением и его внешний вид сохранился только на фотографиях, показана работа алгоритма.



Рисунок 1 – Один из фасадов дома Бальфура  
(фото начала XX века)

Входной информацией для создания трехмерной модели является фотография архитектурного сооружения, импортированная в рабочую среду AutoCAD (рис. 2). После чего на нее накладываются базовые точки для дальнейшей работы алгоритма.

В среде AutoCAD выполняется автоматическое моделирование общего каркаса сооружения с правильными пропорциями (рис.3а).

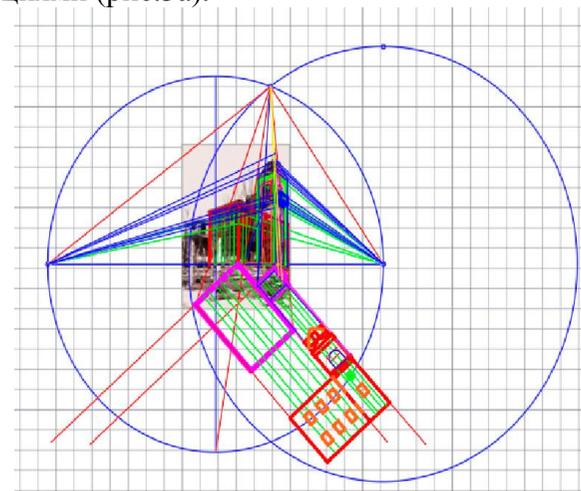


Рисунок 2 – Работа алгоритма в среде AutoCAD



а)

б)

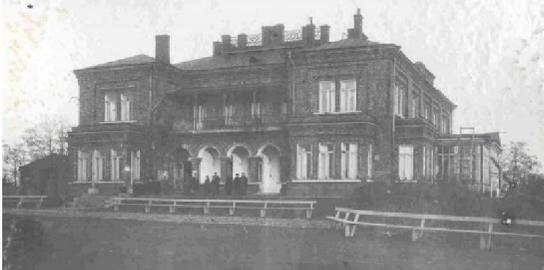
Рисунок 3 – а) моделирование архитектурного сооружения в среде AutoCAD; б) доработка модели архитектурного сооружения в среде 3dsMax

На первом этапе алгоритма пользователь выполняет действия вручную, указывая основные точки, накладывая их на фотоизображение, так как правильные параметры трехмерной модели напрямую зависят от точности указания основных точек для дальнейшего построения.

Второй и третий этапы автоматизированы, так как основная задача исследования состоит в компьютерной реализации алгоритма синтеза моделей трехмерных объектов по их изображению.

Для более детальной проработки дома Бальфура, его трехмерная модель была импортирована и доработана в рабочей среде 3D Max (рис. 3б).

Данный алгоритм использовался для виртуальной реконструкции еще одного памятника архитектуры – дома Юза-Свицына, который на сегодняшний день является частично утраченным сооружением (рис. 4 а,б).



а)



б)

Рисунок 4 – а) Дом-Юза Свицына (фото начала XX века);  
б) Реконструкция дома Юза-Свицына

Экспериментально доказано, что алгоритм синтеза моделей трехмерных объектов по их изображению применительно к трехмерной реконструкции архитектурных сооружений, основанный на методе перспективных масштабов, дает близкие к физическим размерам эталонного архитектурного сооружения результаты [6].

### Литература

1. Крейдун Ю. А. Построение пространственных моделей утраченных архитектурных памятников по одиночным изображениям [Текст] / Ю. А. Крейдун, С. И. Жилин // Ползуновский вестник. – № 3. – 2004. – С. 83-88.
2. Зори С. А. Автоматизация создания трехмерных моделей реальных ландшафтов на основе фотографий [Текст] / С. А. Зори, С. В. Ковальский // Известия ЮФУ. Технические науки. – № 5(106). – 2010. – С. 134-140.
3. Руденко М. П. Инструментальные средства виртуальной реконструкции утраченных памятников архитектуры [Текст] / М. П. Руденко // Информатика и кибернетика. – 2016. – № 2(4). – С. 62-67.
4. Руденко М. П. Способы виртуальной реконструкции памятников архитектуры [Текст] / М. П. Руденко // Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе. – 2015. – № 1(8) ; 2(9). – С. 110-117.
5. Руденко М. П. Трехмерная реконструкция утраченных памятников архитектуры по фотографическому изображению методом перспективных масштабов [Текст] / М. П. Руденко // Информатика и кибернетика. – 2018. – № 2(12). – С. 64-68.
6. Руденко М. П. Алгоритм трехмерного моделирования архитектурных сооружений по фотоизображению методом перспективных масштабов [Текст] / М. П. Руденко // Информатика и кибернетика. – 2019. – № 2(16). – С. 89-95.

*Г. А. Саитова, А. В. Елизарова*

**АЛГОРИТМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА  
ДАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ  
РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ**

*Уфимский государственный авиационный  
технический университет, г. Уфа, Россия  
elizarovaanastasia@gmail.com*

**Введение**

На сегодняшний день интенсивно развивается направление, связанное с интеллектуализацией методов обработки и анализа данных. Интеллектуальные системы анализа данных (ИСАД) призваны минимизировать усилия лица, принимающего решения, в процессе анализа данных, а также в настройке алгоритмов анализа. Многие ИСАД позволяют не только решать классические задачи принятия решения, но и способны выявлять причинно-следственные связи, скрытые закономерности в системе, подвергаемой анализу.

В работе проводится интеллектуальный анализ данных о состояниях двигателя и блока ЭСУ во время испытательных полетов, позволяющий выявить причины, влияющие на работоспособность двигателя, и снизить временные затраты. Также с помощью методов искусственного интеллекта (МИИ) можно выявить причинно-следственные связи и закономерности системы, а также проанализировать большое количество данных.

Поэтому **целью работы** является интеллектуальный анализ данных испытаний, позволяющий сократить ускорить процесс и выявить причины влияющих на работоспособность двигателя.

В работе решаются следующие задачи:

- проводится анализ существующих методов искусственного интеллекта (ИИ);

- рассматривается двигатель и его ЭСУ как объекты исследования;
- разрабатываются алгоритмы процесса интеллектуальной обработки данных и формирования системы анализа данных (САД).

### **Турбореактивный двигатель и система управления двигателем**

Несмотря на простоту конструкции, турбореактивный двигатель – это сложная система, которой практически полностью управляет «умная» автоматика. Пилот задает необходимую «тягу» с помощью одного только рычага, тогда как «электронная система управления», оперируя показаниями многочисленных датчиков и задавая команды на исполнительные механизмы выполняет остальную работу, подбирая параметры работы двигателя на нужные показатели тяги [1], [5].

Электронный блок управления двигателем получает, обрабатывает, управляет системами и датчиками, влияющими на работу двигателя.

Основные режимы управления двигателями, задаваемые рычагом управления двигателем (РУД): запуск, малый газ (МГ), прогрев (0,3 *max*), приемистость, 0,7 *max*, учебный *max*, *max*. Режимы, которые нас больше всего интересуют, и на которых выявлена наибольшая вибрация в статичном положении РУД: малый газ (МГ), прогрев, *max*.

### **Проведение испытания**

Снижение стоимости и сроков разработки двигателей во многом зависит от испытаний. В зависимости от выбранных методов проведения испытаний, используемых программных и аппаратных средств для фиксирования информации в процессе полета и анализе их материалов, меняется и продолжительность самих испытаний.

Во время испытаний необходима регистрация определенных характеристик, для этого проводятся предвари-

тельные расчеты, анализ данных летных испытаний, получение интегральных оценок [2].

Интеллектуальная обработка данных позволяет значительно сократить время испытаний, просматривать параметры измеряемого объекта и принимать решения.

Общая структурная схема организации испытаний показана на рис. 1.



Рисунок 1 – Структурная схема организации испытаний

## Проектирование системы анализа данных

Для проектирования системы анализа данных (САД) испытания двигателя необходимо выполнить несколько этапов. Алгоритм представлен на рис. 2.

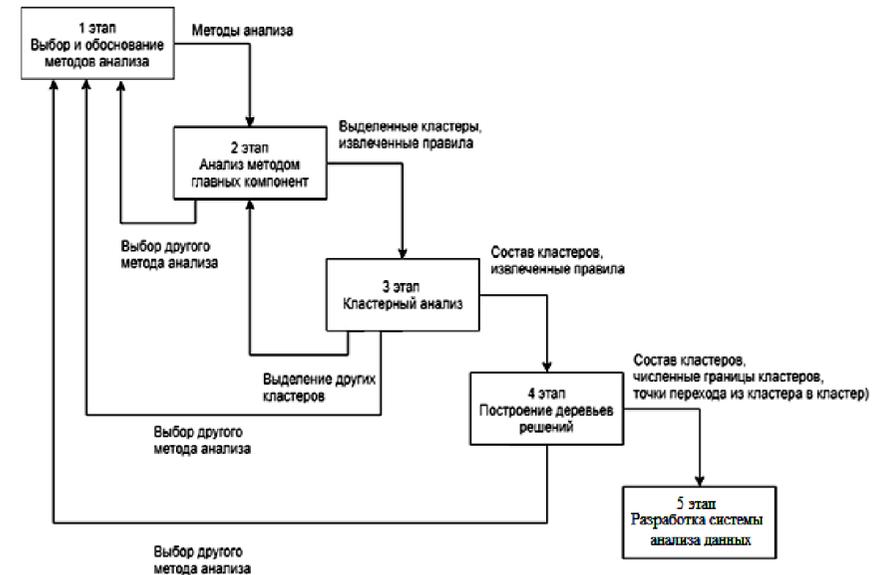


Рисунок 2 – Алгоритм этапов проектирования системы анализа данных

## Выбор методов искусственного интеллекта

Интеллектуальные системы способны синтезировать цель, принимать решение к действию, обеспечивать действие для достижения цели, прогнозировать значения параметров результата действия и сопоставлять их с реальными, образуя обратную связь, корректировать цель или управление. ИС могут решать интеллектуальные задачи, распознавать ситуации (образы), обучаться понятиям и навыкам, формировать модель обстановки (решаемой задачи), планировать поведение (принимать решение), определять управляющие воздействия и осуществлять их обработку.

Возможности практической реализации ИС для решения различных задач зависят от производительности современных ЭВМ [4].

Для наглядности влияния параметров на работу двигателя использован метод *Data Mining*, который включает в себя всевозможные методы классификации, моделирования и прогнозирования [3], [6], [7].

Так как в работе достаточно большое количество данных, то соответственно были выбраны методы компонентного и кластерного анализа.

С помощью метода главных компонент видно, что при заданных переменных, которые участвуют в анализе, формируются главные компоненты (ГК).

Проведен кластерный анализ, который предназначен для разбиения множества объектов на заданное или неизвестное число классов на основании некоторого математического критерия качества классификации.

### **Разработка модели анализа данных**

Для разработки модели анализа данных функционирования ТРД необходимо разработать базу знаний, которую будут составлять результаты компонентного, кластерного анализа и построения деревьев решений.

Структурная схема реализации системы анализа данных на основе базы данных и базы знаний представлена на рис. 3.

Исходная выборка данных, снятых с блока ЭСУ хранится в БД ЭСУ. Сформированные знания с помощью методов главных компонент, кластерного анализа и дерева решений переходят в систему логического вывода, которая выполняет логический вывод и формирует правила, по которым принимается решение о соответствии техническому заданию и САУ требуемым параметрам двигателя.

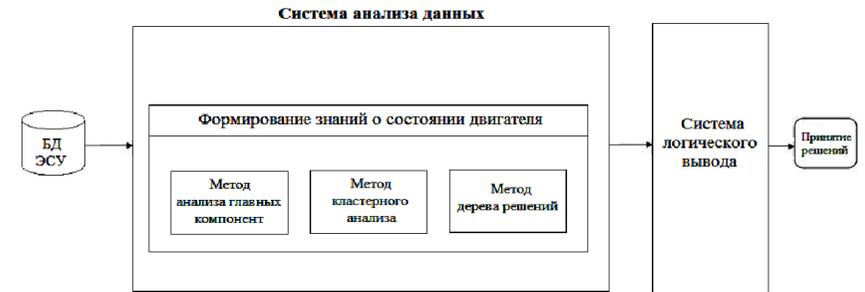


Рисунок 3 – Структурная схема реализации системы анализа данных

Результаты проделанного анализа в дальнейшем помогут определить основные параметры, влияющие на возмущения в блоке ЭСУ.

### **Заключение**

В данной работе был разработан алгоритм процесса интеллектуальной обработки данных и формирования системы анализа данных, проведен анализ существующих методов искусственного интеллекта. Выполнен интеллектуальный анализ данных о состояниях турбореактивного двигателя во время испытательных полетов методами компонентного, кластерного анализа, построены деревья решений.

### **БЛАГОДАРНОСТИ**

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Грант РФФИ №18-08-00702 А, № 18-08-01299 А ).

### **Литература**

1. Гуревич О. С. Системы автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями [Текст] / Гуревич О. С. – Москва : Торус Пресс, 2010. – 264 с.

2. Климентовский Ю. А. Системы автоматического управления силовыми установками летательных аппаратов Учебное пособие [Текст] / Ю. А. Климентовский. – Киев : Машиностроение, 2001. – 400 с.
3. Лесковец, Ю. Анализ больших наборов данных [Текст] / Ю. Лесковец, А. Раджараман. – М. : ДМК, 2016. – 498 с.
4. Макаров И. М. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления [Текст] / И. М. Макаров, В. М. Лохин, С. В. Манько, М. П. Романов; [отв. ред. И. М. Макарова]; Отделение информ. технологий и вычислит. систем РАН. – М. : Наука, 2006. – 333 с.
5. Шевяков А. А. Оптимизация многомерных систем управления газотурбинных двигателей летательных аппаратов [Текст] / А. А. Шевяков, В. Ю. Мартынова, В. Ю. Рутковский. – М. : Машиностроение, 1989. – 256 с.
6. Гаврилова Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст] / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – Санкт-Петербург : Питер, 2000. – 384 с.
7. Тихомирова, О.Г. Управление проектом: комплексный подход и системный анализ: Монография [Текст] / О. Г. Тихомирова. – Москва: НИЦ ИНФРА, 2013. – 301 с.

*И. С. Сальников, Р. И. Сальников*

**МЕТОДЫ, СРЕДСТВА И АДЕПТЫ  
БЕЗМЕДИКАМЕНТОЗНОЙ ТЕРАПИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ  
ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-  
ДУХОВНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ  
И САМОРЕГУЛЯЦИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ  
СОСТОЯНИЙ ЛИЧНОСТИ**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
iss\_iai@mail.ru*

Разработка компьютерной системы комплексного психофизиологического диагностирования позволяет относительно быстро выявлять психоэмоциональные состояния человека (1).

Гораздо сложнее выбирать методы, средства, способы и адептов безмедикаментозной терапии для реабилитации или саморегуляции этих состояний, если они оказываются выше или ниже их функциональной нормы, поскольку отклонения не являются нозологическими заболеваниями и для них требуются индивидуальное рецептурное или специфическое лечение, разнообразие которого весьма обширно и до настоящего времени количественно ещё не классифицировано, ибо определяется сочетанием естественных, социальных и психологических факторов как внешней, так и внутренней среды, в которой пребывает человек.

Нормализация психического здоровья человека должна быть нормализацией психологических состояний его тела, души и духа. Это диктуется общей теорией взаимодействия человека с окружающим его миром: объективным, субъективным и иррациональным, что соответствует науке, искусству и вере как формам общественного сознания. Поэтому нельзя пренебрегать ни одной из этих форм сознания в ущерб другим. То же самое можно сказать и о выборе методов, средств и адептов безмедикаментозной терапии, если мы хотим нормализовать психическое здоровье личности в его полноте охвата и разнообразия проявлений.

Здесь потребуются результаты и возможности, и науки, и искусства, и духовной сферы. Только в этом случае можно будет проводить полную нормализацию психического здоровья без всяких исключений. В обществе сейчас имеются для этого все возможности и условия. Как показывают выполненные исследования, имеются также разнообразные методы, средства и их адепты, в том числе и безмедикаментозной терапии. Рассмотрим наиболее важные из них и наиболее широко применявшиеся на практике среди отечественных и зарубежных учёных, и деятелей медицины, физиологии, психологии и психиатрии, социологии и религии.

*Учение Ошо: три способа взаимодействия личности с реальностью и жизненная философия: видеть, ощущать, быть.*

Рассмотрение и анализ принципов учения Ошо показало его жизнеспособность и универсальность в преодолении различных жизненных ситуаций и может быть использовано в качестве безмедикаментозного средства для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности. Кроме того, его учение о трёх способах взаимодействия личности с реальностью может быть положено в основу применения всех без исключения методов и средств безмедикаментозной терапии состояний психического здоровья человека.

В настоящей работе этот подход использован в качестве основного для обоснования состава всей системы используемых средств интеллектуально-духовной реабилитации и саморегуляции психоэмоциональных состояний личности

*«Древо Духа», «Знаки Творца» Максина Д.П. – Соломина Ю. – способ управления психическими энергиями человека*

Рассмотрен и проанализирован разработанный Максимым новый способ управления психическими энергиями человека посредством медитации на знак – энергополе, нанесённое на материальный носитель (текст, абстрактный рисунок, аудиозаписи), которое функционально меняет отношение человека с миром, перестраивая его тонкие тела в соответствии со своим назначением.

Занятие знаковой медитацией в течение нескольких лет меняет не только мировосприятие, но и влияние человека на окружающий его мир.

В разрабатываемой компьютерной системе используется для целей интеллектуально-духовной реабилитации книга Ю. Соломина (соавтор Максина Д.П.) «Знаки Творца»,

содержанием которой является Знание, данное, по словам автора, Творцом в форме знаков, вводящих в медитацию и предпосланных им словесных обращений.

Медитативная практика по этой книге обеспечивает быстрое и гармоничное раскрытие всех духовных центров человека.

Практическое изучение книги совместимо с любой религиозной или иной духовной практикой и способствует совершенствованию человека.

В настоящей работе Знаки Творца введены в базу знаний системы и представляются машиной по заказу пользователя для его духовной реабилитации в качестве своеобразного «плацебо» в сопровождении речевой, цветовой и динамической форм генератором случайных чисел. Знаки выбираются пользователем по его усмотрению. При желании пользователь может медитировать на любой из Знаков.

*Н.Т. Оганесян. Библиотерапия: самоактуализация психических состояний через поэзию*

В разрабатываемой системе интеллектуально-духовной реабилитации и саморегуляции психоэмоциональных состояний средствами безмедикаментозной терапии использован имеющийся в зарубежной практики (в России) опыт воздействия на психику человека через поэзию (Н. Т. Оганесян и др.) – терапия поэзией в рамках библиотерапии, в котором подтверждается авторская мысль об осознании личностью эмоциональных проблем, выявление их с помощью психодиагностических методик и возможные варианты их решения через поэтические произведения самостоятельно или с библиотерапевтом в качестве консультанта. В разрабатываемой системе используются как оригинальные авторские поэтические произведения, так и специально подобранные, представленные пользователю как своеобразные «плацебо» генератором случайных чисел.

Кроме реализованных программными средствами компьютерных форм безмедикаментозной терапии психоэмоциональных состояний авторами настоящей работы рассмотрены и проанализированы также возможности использования на бескомпьютерной основе методов и средств и других адептов безмедикаментозной терапии психоэмоциональных состояний человека, таких как Джозеф Мерфи, Иоган Шульц, Эдвард Джейкобсон, Дмитрий Авдеев, Георгий Сытин, Валерий Синельников, работы и деятельность которых можно рассматривать как перспективу развития безмедикаментозных средств компьютерной терапии психоэмоциональных состояний личности (2 – 5).

### Литература

1. Сальников И. С. и др. Разработка и построение комплексной компьютерной системы психофизиологического диагностирования, интеллектуально-духовной реабилитации и безмедикаментозной терапии [Текст] / И. С. Сальников и др. // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 1-16.
2. Мэрфи, Дж. Чудеса законов разума [Текст] / Дж. Мэрфи; пер. с англ. И. В. Гродель. – Мн. : «Попурри», 2006. – 240.
3. Беляев Г. С. Психогигиеническая саморегуляция [Текст] / Г. С. Беляев, В. С. Лобзин, И. А. Копылова. – Л. : Медицина, 1997. – 160 с.
4. Авдеев Д. А. Нервность: её духовные причины и проявления. Беседа с православным врачом [Текст] / Авдеев Д. А. – М.: Издательский Совет Русской Православной Церкви, Издательство «ДАРЪ», 2006. – 272 с.
5. Синельников В. В. Возлюби болезнь свою [Текст] / В. В. Синельников – М : ЗАО Изд-во Центр-полиграф, 2005 – 395 с. – (Тайны подсознания).

*Ю. А. Свинорев<sup>1</sup>, Ю. И. Гутько<sup>1</sup>, К. А. Батышев<sup>2</sup>*

**РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ФОРМИРОВАНИЮ  
МОДУЛЕЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ  
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ  
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЖИМЫ  
ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ОТЛИВОК**

*<sup>1</sup>Луганский национальный университет  
имени Владимира Даля, г. Луганск*

*<sup>2</sup>Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана, г. Москва*

**Актуальность.** По данным, представленным в докладе президента Российской ассоциации литейщиков на Съезде литейщиков в Казани [1], прошедшем в 2019 г., в России действует около 2000-2500 предприятий этого профиля. Это производства различного уровня, как по качеству литья, так и по масштабу производимой продукции (по объемам и номенклатуре), которые производят отливки, оборудование, и различные материалы указанного профиля.

Отмечается, что уровень оснащения данных предприятий разнообразными интеллектуальными системами крайне низок – 78 – 82% отливок производятся на механизированных линиях и машинах, а зачастую, на предприятиях с единичным и мелкосерийным производством, с применением ручного труда. На долю этой категории предприятий приходится 67 – 70% от их общего числа. По этой причине литейное производство в России является, во многом, ресурсозатратным, что, в некоторых случаях, приводит к закупке отливок за рубежом. По этим причинам, разработка и промышленное внедрение интеллектуальных модулей, роботизированных и автоматизированных комплексов производства отливок, как основной заготовительной базы машиностроения, является одним из приоритетных направ-

лений развития отрасли, с одной стороны, так и огромным пространством потенциальных возможностей для реализации специалистов в сфере интеллектуальных систем. По-видимому, решение находится в синергии взаимодействия специалистов – литейщиков и ученых занимающихся прикладными аспектами искусственного интеллекта.

**Цель исследования** состояла в комплексном анализе технологических процессов литья, для формирования систематизированных модулей показателей, которые могли бы стать основой создания интеллектуальных систем на основе нейронных сетей, обеспечивающих функционирование производства отливок в режиме ресурсоэффективности.

**Содержание исследования.** Проведенный анализ технологических процессов литья показал, что основными модулями для формирования ключевых показателей эффективности литейного производства могут быть: показатели использования металла, показатели использования неметаллических материалов (в основном формовочных материалов), эффективность расходования различных энерго-ресурсов, обеспечение минимально-допустимых объемов образования отходов и проблемы их размещения во внешней среде.

Установили, что работу по рациональному использованию металла целесообразно выполнять, придерживаясь двух направлений.

Во-первых, это совершенствование конструкции отливки и повышение качества металла. Это обеспечивается комплексной проработкой ее технологичности на этапах производственного цикла и применение новых, перспективных для данной группы отливок сплавов (алюминиевых, бронзовых, новых марок сталей и чугунов, например высокопрочных). При этом, следует использовать возможности повышения механических и эксплуатационных свойств сплавов, за счет разнообразных способов обработки, как правило внепечной – модифицирования, рафинирования, микролегирования и т.п.

Во-вторых, совершенствование существующих и создание новых процессов литья, обеспечивающих получение высокого показателя по коэффициенту использования металла. Это возможно достичь за счет обеспечения высокого процента выхода годных отливок, что достигается совершенствованием конструкций литниково-питающих систем, сокращением брака (по разным группам причин), уменьшением угара и безвозвратных потерь металла, а также максимальным приближением массы отливки к массе детали (снижение допусков/припусков на механическую обработку, повышение точности). Эти показатели составят первый модуль критериев обеспечения ресурсоэффективных режимов литья.

Примерно 80% отливок в России производят в разовые песчаные формы, это предопределяет второй модуль показателей обеспечивающих ресурсоэффективность литья. В этом аспекте, установили, что особое внимание следует уделить совершенствованию модельно-опочной оснастки, отработке новых составов формовочных и стержневых смесей, повышению качества их приготовления, развитию и внедрению более совершенных способов изготовления форм. Большие резервы получения качественных и точных отливок могут быть достигнуты за счет применения специальных методов литья (литье в кокиль, литье под давлением, литье по газифицируемым моделям и др.).

Перспективным, является направление, ориентированное на применение отечественных связующих, как определяющего компонента литейной технологии в разовые песчаные формы, таких как: лигнин-содержащие материалы, фосфатные связующие, жидкое стекло [2]. Обладая требуемой технологичностью, имея долгую временную историю своего применения в СССР, они были несправедливо вытеснены из производственного цикла в угоду коммерческих интересов зарубежных фирм поставляющих литейное оборудование в Россию, в конце 90-х, начале нулевых годов.

В плане учета показателей расхода неметаллических материалов основное внимание следует уделять показателям экономии исходных формовочных материалов, прежде всего связующих, как основного компонента обеспечивающего технологию литья в разовые песчаные формы.

Третий модуль показателей, обеспечивающих режимы ресурсоэффективности производства, составляют параметры экономии энергоресурсов в пересчете на массу литой отливки. Установили, что основное внимание следует уделять процессам плавки/получения литейного сплава, поскольку 65 – 70% энергоресурса расходуется на эти процессы. Рекомендуется широкое внедрение плавки чугуна в электропечах с применением предварительного нагрева шихты, а также подогрев металла в процессе плавки. Целесообразно применение современных печных агрегатов обеспечивающих пониженное энергопотребление.

Четвертый модуль показателей, определяется показателями экологичности производства включающие как выбросы в окружающую среду, так и всевозможные отходы (твердые, жидкие, газообразные, в виде излучений) образующиеся на этапах технологического цикла производства отливки. Анализ производства литья показывает, что на качественном уровне, наиопаснейшим источником загрязнения являются продукты испарения термодеструкции литейных связующих. Использование связующих материалов на фенольной основе, которые доминируют в современном литейном производстве, приводит к неблагоприятным последствиям экологического характера, которые проявляются в негативном влиянии на окружающую природную среду в районе расположения производства, так и непосредственно на производстве, в литейном цеху, что проявляется в неудовлетворительных санитарно-гигиенических условиях на рабочих местах [3].

Таким образом, рассматривая литейное производство как большую сложную систему, условно разграничив со-

вокупность показателей его работы по четырем модулям, каждый из которых контролирует работу своего сегмента производственного процесса, но объединяется единой интеллектуальной системой на нейронных связях и позволяет оптимизировать процесс как единое целое, а значит добиться показателей ресурсоэффективной работы всего комплекса. Такой подход позволяет не только перевести предприятие в режим ресурсоэффективной работы, но и обеспечить устойчивость подобного состояния в сколь угодно продолжительном отрезке времени.

**Выводы.** Предложено рассмотреть процесс производства отливок, как большую сложную систему. Учитывая его характер, предложено выделить четыре отдельных модуля показателей, условно сгруппировав по: показателям использования металла, показателям использования неметаллических материалов, показателям использования энергоресурсов, показателям формирования отходов.

Объединив вылепленные модули показателей посредством нейронных сетей в единую систему управления получим возможность обеспечения функционирования предприятия в режиме энергоэффективности.

### Литература

1. Дибров И. А. Литейное производство – прогресс машиностроения [Текст] / И. А. Дибров // Труды XIV Международного съезда литейщиков. – Казань : Российская ассоциация литейщиков, 2019 – С. 3-18.
2. Формовочные, стержневые смеси и покрытия: Справочник [Текст] / А. Н. Болдин, Н. И. Давыдов, С. С. Жуковский, Т. Н. Кирюхина, Н. Н. Кузьмин, С. Д. Тепляков, А. И. Яковлев. – Москва, Машиностроение, 2006. – 507 с.
3. The Directive of the European Parliament and Council of the 24-th November 2010 concerning industrial emissions. – 2010.

*А. П. Семёнова, А. С. Миненко*

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ВЫРАЖЕНИЙ ЛИЦА**

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»,  
nastena-semenova19@rambler.ru, sam\_dntu@mail.ru*

Facial Expression Recognition (FER), как основной метод обработки невербальных характеристик, является важной и перспективной областью компьютерного зрения и искусственного интеллекта.

Выражение лица играет важную роль в процессе обмена информацией между людьми. Быстрое развитие систем искусственного интеллекта привело к активному изучению задач автоматического распознавания лиц, мимики и эмоций человека специалистами в области психологии, компьютерного зрения и распознавания образов. FER имеет широкое применение во многих сферах деятельности человека: взаимодействие человека с компьютером, современные системы помощи водителю, системы безопасности и виртуальной реальности, образование, развлечения и др. [1].

Распознавание выражений и распознавание эмоций – это связанные, но различные задачи. Эмоции могут быть выражены с помощью голоса, позы, мимики, движения или вегетативных реакций (частота сердечных сокращений и дыхания, артериальное давление), но наибольшей значимостью обладает именно лицо человека [2-4].

В качестве входных данных в системах FER чаще всего используются изображения лица, полученные камерой. В качестве вспомогательного источника данных в некоторых реальных приложениях могут использоваться физиологические сигналы [5] (электромиография (ЭМГ), электрокардиограмма (ЭКГ), электроэнцефалография (ЭЭГ)).

Существует два подхода к описанию эмоций: дискретный и многомерный [6]. В первом подходе выделяют базовые эмоции, а остальные получаются в результате их комбинации [7], [8]. В многомерных моделях эмоции являются комбинацией основных параметров. У Вудвортса и Шлосберга в качестве таких параметров выступают: любовь, счастье и веселье, удивление, страх и страдание, гнев и решимость, отвращение, презрение, а у Рассела – знак и интенсивность эмоции.

Наиболее популярными моделями в FER являются единицы действия (Action Units, AUs) [9] и пространство Знак-Интенсивность (Valence-Arousal, V-A) [6]. Пространство V-A – это универсальная модель, широко используемая в задачах непрерывного распознавания эмоций по звуковым, визуальным и физиологическим сигналам. Модель V-A определяет категории эмоций в соответствии со значением измерений эмоций (интенсивность и знак эмоции). AU являются основной характеристикой системы кодирования лицевых движений (FACS) [9].

В данной статье рассматриваются методы, основанные на единицах движения. Эти методы можно разделить на две группы: традиционные подходы и подходы, основанные на глубинном обучении. Традиционный подход основан на ручном извлечении признаков и обладает преимуществом при анализе небольших выборок данных. Подходы, основанные на глубинном обучении, используют сквозное обучение.

Традиционный подход сильно зависит от ручной генерации признаков (feature engineering) [10]. Данный метод можно разбить на три основных этапа: предварительная обработка изображений, извлечение признаков и классификация выражений.

Процесс предварительной обработки изображений включает в себя: шумоподавление, распознавание лиц, нормализацию масштаба и оттенков серого, нормализацию размера и цвета входных изображений, выравнивание гистограммы.

Извлечение признаков – это процесс извлечения полезных данных или информации из изображения (например, значений векторов и символов). Широко известными методами выделения признаков являются фильтр Габора, локальный бинарный шаблон, метод оптического потока, каскады Хаара, функции отслеживания точки и т. д.

Метод извлечение признаков влияет на производительность системы распознавания, поэтому при его выборе необходимо учитывать возможность его применения и реализации для конкретных данных.

На скорость распознавания выражений влияет также и выбор классификатора, который может успешно предсказывать выражения лиц. В качестве классификаторов в системах FER чаще всего используют:

- метод k-ближайших соседей – скорость обучения медленная, т.к. каждый добавленный новый образец должен быть сопоставлен с обучающей выборкой; одинаковый вес каждого признака может привести к неоптимальной и неустойчивой точности классификации из-за чувствительности алгоритма к структуре данных;
- машину опорных векторов – может найти хорошее компромиссное решение для сложных моделей, предоставляя ограниченную информацию о выборке данных для получения способности к обобщению;
- адаптивный бустинг (Adaboost) – чувствителен к шумным и аномальным данным;
- байесовский классификатор – для классификации, требуется лишь небольшое количество обучающих данных;
- вероятностная нейронная сеть – быстрый процесс обучения, точность увеличивается с ростом размера обучающей выборки.

К подходам, основанным на глубинном обучении, относятся:

Сверточная нейронная сеть [11] – структура сети может применяться практически ко всем наборам данных FER и достигать стабильной точности, а ее характеристики (например, локальная связь и распределение веса) делают ее полезной при обработке изображений.

Глубокая сеть доверия (Deep Belief Network) – основана на ограниченной машине Больцмана, функция извлечения входного сигнала является бесконтрольной и абстрактной. В работе [12] приведена расширенная версия сети, объединяющая обучение/усиление признаков, выбор признаков и построение классификатора в единой структуре путем итерационного выполнения трех этапов обучения. С помощью этой структуры выполняется настройка набора признаков, необходимых для формирования сильного классификатора.

Long Short-Term Memory – особая разновидность архитектуры рекуррентных нейронных сетей, способная к обучению долгосрочным зависимостям. Предназначена для оценки пространственного представления эмоций в аудиовизуальных сценариях. Чтобы приблизиться к человеческим качествам при оценке эмоций, принимается во внимание акустическая, лингвистическая и визуальная информация, которая может отражать реалии естественных взаимодействий. (ГАН)

Генеративно-сопоставительная сеть (Generative Adversarial Network) – алгоритм машинного обучения без учителя, построенный на комбинации двух сетей (первая сеть генерирует образцы, а вторая – старается отличить правильные образцы от неправильных).

В ходе исследования были выявлены различия в производительности между традиционными подходами и подходами, основанными на глубинном обучении.

Традиционные подходы FER основаны на ручном извлечении признаков и поэтому в меньшей степени зависят

от данных и программного обеспечения, что имеет преимущества при анализе небольших выборок данных. Хорошо работают с готовыми базами изображений без значительных межличностных различий (например, JAFFE), но для произвольного изображения используются редко, т.к. извлечение признаков для сложных наборов данных все еще сложная задача. Эффективность традиционных методов FER зависит от эффективности каждого отдельного компонента.

Глубокое обучение показало высокую производительность во многих задачах машинного обучения, включая идентификацию, классификацию и обнаружение объектов. Данный подход позволяет значительно снизить зависимость от предварительной обработки изображений и извлечения признаков. Он является более устойчивым к средам с различными элементами (например, освещением и окклюзией), а также позволяет работать с большими объемами данных.

## Литература

1. Семенова А. П. Область применения алгоритма распознавания эмоций в информационных технологиях [Текст] / А. П. Семенова, А. С. Миненко, Т. В. Ванжа // Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты: сборник статей Международной научно-практической конференции (г. Брянск, 30 ноября 2018 г.). – Брянск: Брян. гос. инженерно-технол. ун-т., 2018. – С. 443-446.
2. Ильин Е.П. Эмоции и чувства [Текст] / Е. П. Ильин – СПб : Питер, 2001. – 752 с.
3. Джеймс У. Психология [Текст] / Джеймс У. – М. : Педагогика, 1991. – 368 с.
4. Ланге Г. Душевные движения [Текст] / Г. Ланге – СПб. : Питер, 1996. – 180 с.
5. Physiological signals based human emotion recognition: A review. [Текст] / S. Jerritta; M. Murugappan; R. Nagarajan; K. Wan // Proceedings of the IEEE 7th International Colloquium on Signal Processing and its Applications, Penang, Malaysia, 4–6 March 2011. – P. 410-415.
6. Леонтьев В. О. Классификация эмоций [Текст] / В. О. Леонтьев – Одесса : Инновационно-ипотечный центр, 2002. – 84 с.

7. Миненко А. С. Формальная модель эмоций [Текст] / А. С. Миненко, А. П. Семенова // Проблемы искусственного интеллекта. – 2018. – № 3(10). – С. 84-93.
8. Миненко А. С. Моделирование и информационные технологии при распознании лица человека по его мимическим изображениям [Текст] / А. С. Миненко // Проблемы искусственного интеллекта. – 2016. – № 2(3). – С. 48-54.
9. Ekman P. Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement [Текст] / P. Ekman, W. Friesen. – Consulting Psychologists Press, Palo Alto, 1978.
10. Zheng A. Feature Engineering for Machine Learning: Principles and Techniques for Data Scientists [Текст] / A. Zheng, A. Casari. – USA: O'Reilly Media, 2018. – 218 с.
11. Subject independent facial expression recognition with robust face detection using a convolutional neural network [Текст] / M. Masakazu, Mori K., Mitari Y., Kaneda. Y. // Neural Networks. – 2003. – № 5 (16). – P. 555-559.
12. Facial expression recognition via a boosted deep belief network. [Текст] / P. Liu, S. Ha, Z. Meng, Y. Tong // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Columbus, OH, USA, 24–27 June 2014. – P. 1805–1812.

*И. А. Смирнов*

**УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОС.  
РЕАГИРОВАНИЕ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ УГРОЗ.**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк,  
i.smirnov@rcngroup.ru*

**Введение**

В наше время мы все чаще сталкиваемся с различными видами угроз информационной безопасности, которые затрагивают многие сферы нашей жизнедеятельности: экономику, медицину, образование, энергетические, военные и др. области.

Чаще всего мы осознаём, что столкнулись с угрозой только после того, как она была реализована. Последствия данных угроз могут быть: модификация, уничтожение, похищение информации, а также нейтрализация средств защиты компьютерной информации. Если угроза была реализована, то это уже поздно и означает, что злоумышленник достиг своих целей. В связи с этим у пользователей возникают вопросы: какая система безопаснее, какой антивирус лучше, как настроить межсетевой экран, какие сторонние средства защиты информации использовать, какие виды угроз существуют, как предупредить и избежать угроз, что делать, если угроза была реализована и многие другие.

Данными вопросами занимаются аналитики, разработчики и специалисты в сферах информационной и компьютерной безопасности.

**Цель работы.** Целью данной работы является анализ угроз ИБ, а также рекомендации по предотвращению и реагированию на них, применяемые в современных отечественных и зарубежных компаниях.

**Анализ вредоносных программ.** Каждый пользователь своего ПК рано или поздно сталкивался с такой проблемой как вредоносные программы.

Согласно ГОСТ Р 53113.1-2008 под вредоносной программой понимается программа, предназначенная для осуществления несанкционированного доступа (НСД) и (или) воздействия на информацию или ресурсы информационной системы (ИС).

Раскроем это понятие немного шире: Вредоносная программа – программа, предназначенная для несанкционированного уничтожения, блокирования, модификации, копирования компьютерной информации или нейтрализации средств защиты компьютерной информации.

Они подразделяются на: червь, троян, шпионские программы, рекламное ПО, пугалки, шифровальщики, руткиты, эксплойты.

После того как пользователь сталкивается с вредоносным ПО, у него возникают вопросы на счет безопасности и уязвимости системы, чтобы в дальнейшем предотвратить подобного рода инциденты.

**Определение безопасной ОС.** Стоит подчеркнуть, что ни одна система не является абсолютно безопасной и надежной, будь то Windows, Unix, Mac OS или др. Любая система имеет свои плюсы и минусы.

В качестве примера рассмотрим наличие безопасности в ОС Windows 10 Pro и в Astra Linux Common Edition. Данные ОС не имеют сертификаты соответствия требованиям безопасности информации в области информационной безопасности РФ.

В базовой комплектации ОС Windows 10 Pro имеется:

- встроенный антивирус Windows security;
- firewall – Windows Defender FireWall;
- шифровальщик диска – BitLocker.

В базовой комплектации ОС Astra Linux CE имеется:

- офисный пакет Libreoffice, который способен обеспечить базовую защиту документов и баз данных.
- firewall – Межсетевой экран

Отсутствие офисного пакета в базовой комплектации Windows 10 Pro дает возможность пользователю самостоятельно выбрать и приобрести в соответствии с требованиями и необходимым уровнем безопасности необходимый офисный пакет. Самым лучшим решением является Office365. Пакет Office 365 имеет следующие свойства защиты:

- повышение уровня защиты от вредоносных программ в почте;
- защита от программ-шантажистов;
- использование шифрования сообщений Office;
- защита электронной почты от фишинговых атак;
- защита от вредоносных вложений и файлов с безопасными вложениями ATP;
- защита от фишинговых атак с помощью безопасных ссылок ATP;

Увы, но данные меры безопасности Libreoffice обеспечить не может.

Исходя из выше рассмотренной информации можно сделать вывод о том, что с одной стороны ОС Windows 10 в базовой комплектации имеет лучшую безопасность, чем Astra Linux CE. С другой стороны вредоносных программ на семейство Windows намного больше, чем на Unix. Это говорит о том, что уязвимостей в Windows довольно много.

Поэтому выбор той или иной ОС зависит только от конкретной задачи и предпочтений пользователя. А теперь рассмотрим угрозы безопасности и как их избежать.

**Угрозы ИБ.** Любая угроза для ИБ системы – это силы воздействия, изменяющие состояния системы, которые характеризуются входом в неё.

Основные источники угроз безопасности информации можно разделить на две группы:

1. Непреднамеренные источники.

- недостаточная квалификация (некомпетентность) обслуживающего технические средства обработки информации (ТСОИ) персонала и руководящего состава;
- несовершенство программного обеспечения средств и систем информатизации и АСУ;
- несовершенство технических решений, реализованных при разработке, создании и монтаже ТСОИ;
- естественное старение технических средств и систем в процессе эксплуатации, приводящее к изменению их свойств и характеристик;
- экстремальные нагрузки, испытываемые ТСОИ в процессе эксплуатации;
- неисправности ТСОИ и вспомогательного оборудования;
- действия собственников, владельцев или законных пользователей информации, не преследующие корыстных целей, но приводящие к непредвиденным последствиям;
- стихийные бедствия и катастрофы.

Процесс проявления непреднамеренных источников носит, как правило, случайный характер и не преследует цели нарушения безопасности информации. Однако последствия таких процессов могут быть очень серьезными.

## 2. Преднамеренные источники.

К группе преднамеренных источников угроз безопасности информации можно отнести действия следующих субъектов:

- специальные службы иностранных государств (блоков государств);
- террористические, экстремистские группировки;
- преступные группы (криминальные структуры);
- внешние субъекты (физические лица);
- конкурирующие организации;
- разработчики, производители, поставщики программных, технических и программно-технических средств;
- лица, привлекаемые для установки, наладки, монтажа, пусконаладочных и иных видов работ;
- лица, обеспечивающие функционирование информационных систем или обслуживающие инфраструктуру оператора (администрация, охрана, уборщики и т.д.);
- пользователи информационной системы;
- администраторы информационной системы и администраторы безопасности;
- бывшие работники (пользователи).

Процессы проявления преднамеренных источников угроз безопасности информации (действия противника) имеют целенаправленный характер.

Согласно исследованию, проведенному Институтом Ронетон при финансовой поддержке Raytheon в 2018 году, основными причинами взлома данных являются:

1. Внешняя хакерская атака – 24,6%;
2. Сбой системы безопасности и внутренние уязвимости – 19,5%;
3. Человеческий фактор – 18,7%.

**Рекомендации по предотвращению угроз.** Для предотвращения угроз рекомендуется соблюдать следующие правила:

1. Думайте, что и кому говорите!

Во время общения с другом, с коллегой или с незнакомым человеком, который может быть потенциальным злоумышленником, можно случайно предоставить информацию об уязвимости вашей системы, вплоть до передачи своего пароля доступа к системе. Так к примеру, в 2015г. в США на улицах проводился опрос о том, какой Ваш пароль, на который более 75% опрошенных рассказали какой у них пароль.

2. Не выкладывайте информацию о себе в соцсетях.

Ваша информация, выложенная в социальных сетях, может быть выгодна злоумышленнику с целью завладения информацией вашей компании с помощью средств несанкционированного доступа, шантажа, вымогательства, подкупа и др. методов.

3. Не участвуйте в голосованиях и опросах, где требуют повторно ввести логин и пароль от вашей системы.

4. Обучайте сотрудников основам ИБ.

5. Не используйте старые технологии.

Обновляйте систему.

6. Тестируйте свои продукты на предмет уязвимостей

7. Не отключайте самостоятельно антивирус и firewall

8. Используйте лицензированное антивирусное ПО

9. Используйте официальное ПО

10. Не используйте непроверенные внешние накопители

11. Используйте многофакторную аутентификацию

12. Не пренебрегайте сложностью пароля. Не храните его в открытом доступе. Чаще его меняйте.

13. Не отрывайте подозрительные письма и не переходите по опасным ссылкам.

14. Зашифровывайте данные на жестких дисках и делайте резервные копии.

**Сценарий реагирования на угрозы.** В каждой крупной кампании и корпорации очень серьезно подходят к ИБ.

Создаются протоколы и сценарии реагирования на случаи обнаружения угрозы. Авторами работы было проведено исследование, основанное на многолетнем опыте компаний таких как: Microsoft, IBM, Google, CQURE, McAfee, Kaspersky, Код Безопасности. В случае, если Вы обнаружили атаку рекомендуется выполнять следующий сценарий реагирования, который можно разделить на 3 части:

1. Первые часы
2. Первые дни
3. В течение недели.

В первые часы сотруднику ИБ необходимо:

- изолировать систему из общей сети.
- определить откуда произошла атака и перекрыть данный канал.
- определить время заражения и затронутые системы

В первые дни сотруднику ИБ необходимо:

- переустановить ОС и ПО на устройства с чистого носителя;
- проверить резервные копии на заражение;
- восстановить файлы до времени заражения и протестировать их;
- проверить все системы, контактирующие с затронутым ресурсом.

В течение недели сотруднику ИБ необходимо будет провести проверку после инцидента и ответить на вопросы для анализа после инцидента. Приблизительный список вопросов следующий:

1. Что случилось при реагировании на инцидент?
2. Соблюдалась ли процедура реагирования на инциденты безопасности?
3. Была ли обеспечена непрерывность бизнеса?
4. Соблюдался ли план кризисного управления?
5. Соблюдался ли план кризисной коммуникации?
6. Какие элементы реагирования показали себя хорошо?
7. Была ли проведена оценка возможного взаимодействия?

8. Все ли возможные формы учитывались при этой оценке?
9. Было ли ясно, кто отвечает за каждое решение и каждое действие?
10. Выявили ли участники все возможные проблемы?
11. Выявил ли этот инцидент какие-либо системные проблемы в организации?
12. Можно ли определить какие-либо ключевые показатели риска, чтобы предвидеть возможные события такого рода?
13. Необходимо ли изменения в контрактах с провайдерами для обеспечения безопасности операций и аварийного восстановления бизнеса и ИТ?
14. Имеются ли все инструменты, необходимые для предотвращения атак вымогателей?
15. Каким образом реагирование может быть более эффективным и действенным?
16. Все ли роли сотрудников, реагировавших на инцидент, были распределены правильно?
17. Какие инструменты, процессы и знания сотрудников необходимо улучшить?

**Вывод.** В данной работе был проведен анализ существующих угроз ИБ. Описаны меры по предотвращению угроз, а также рекомендации и шаги реагирования в случае успешного проведения злоумышленником атаки.

Последствия угроз могут быть существенными и затрагивают все сферы жизнедеятельности. Модификация, уничтожение, похищение информации, а также нейтрализация средств защиты компьютерной информации могут привести к всевозможным непредсказуемым последствиям: начиная от техногенных катастроф, заканчивая жертвами среди гражданского населения. Стоит отметить, что ни одна ОС не является абсолютно надежной и безопасной, и каждая ОС предназначена для своих целей. В связи с этим, основами информационной безопасности должны владеть и руководители, и рядовые сотрудники фирм, поскольку большинство атак происходит из-за некомпетентности персонала.

## Литература

1. Cybersecurity Campaign Playbook / HARVARD Kennedy School Belfer Center for Science and International Affairs [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.belfercenter.org/CyberPlaybook>
2. Что безопаснее: Linux или Windows? / COMSS.ONE [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.comss.ru/page.php?id=6942>
3. 10 основных способов защиты Microsoft 365 для бизнес-планов / Microsoft.com [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/admin/security-and-compliance/secure-your-business-data>
4. ГОСТ Р 53113.1-2008 Информационная технология (ИТ). Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз информационной безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов. Часть 1. Общие положения – Введ. 2009-10-01. – М.: Изд-во стандартов, 2018. – 16 с.: ил.
5. Astra Linux «Орел» Common Edition: есть ли жизнь после Windows / Хабр [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/astralinux/blog/470808/>
6. Astra Linux® Common Edition ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ / Научно-производственное объединение РусБИТех [Электронный ресурс]. – URL: <https://astralinux.ru/products/astra-linux-common-edition/>
7. Network\_Security\_Assessment\_Know\_Your\_Network-\_3rd\_edition / ZLibrary [Электронный ресурс]. – URL: <https://b-ok.cc/book/2952307/2d1812>
8. Security Battleground: an Executive Field Manual by Michael Fey, Brian Kenyon, Kevin Reardon, Bradon Rogers, Charles Derek Ross / BookDepository [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bookdepository.com/Security-Battleground-Michael-Fey/9781934053461>

*Л. А. Строкина, А. В. Слюсаренко*

## **СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ В РЕКЛАМЕ**

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет  
экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»,  
г. Донецк  
alena-slyusarenko@mail.ua*

В современных условиях отношение к тому или иному бренду, или продукту определяется не только качественными характеристиками товара, создании эффективной рекламы, но и тем, как на поведение потребителей повлиял имидж компании, в том числе ответственность её поведения в отношении партнёров, работников, окружающей среды, общества в целом. Разумеется, важнейшую роль в трансляции социально ответственной репутации играет реклама. Все эти аспекты отражают достаточную актуальность исследования данной темы.

Вопросами социальной ответственности и этичности рекламы занимались ученые Л. А. Андросова, Ж. Бодрийяр, Л. Л. Геращенко, М. Маклюэн, А. Б. Оришева, Е. Е. Уралева, Э. Фромм.

Цель исследования – анализ социальной ответственности в рекламе.

Известный американский социолог Джанкарло Буззи говорил: «Реклама – всегда инструмент политики, который используется либо для консервации, либо для создания общества с определенными характеристиками. Для того чтобы судить о рекламе, необходимо обращаться к идеологии или же социальной морали, которые стоят за рекламой, и чему она более или менее верно служит» [1]. Кроме как, основополагающей функции рекламы – донесения информации о товаре до потребителей, существуют множество немало значимых функций. Рассмотрим одну из

них в контексте темы нашей статьи – социальную функцию. Благодаря ей достигаются общественно важные цели, формируется общественное сознание, улучшается качество жизни и её стандартов, так как реклама внедряет в сознание людей новые знания и представления о новых способах совершенствования своей жизни. Также она содействует интеграции общества, воздействует на прогресс, помогает в становлении демократического общества.

Социальная ответственность в рекламе благоприятно оказывает влияние как на общество, затрагивая при этом важные социальные проблемы так и на деловую репутацию самой компании. Аналитики института в области репутации (ReputationInstitute, далее РИ) утверждают, что высокая оценка компании на 45% зависит от её восприятия как социально-ответственной. Поэтому компании должны не просто реализовывать социально-значимые инициативы и проекты, но и оперативно об этом рассказывать.

Существуют следующие трактовки понятия «корпоративная социальная ответственность». Организация World Business Council for Sustainable Development (Всемирный совет предпринимателей за устойчивое развитие) – в докладе «Making Good Business Sense», определяет корпоративную социальную ответственность, как неизменную приверженность бизнеса вести дела, опираясь на основы этики, улучшая при этом качество жизни своих работников и их семей, как и общества в целом. Ведущее объединение корпораций США, занимающееся развитием и продвижением концепции корпоративной социальной ответственности (КСО) – Business for Social Responsibility (Бизнес за социальную ответственность), использовали следующее определение: «Корпоративная социальная ответственность – это достижение коммерческого успеха путями, которые основаны на этических нормах и уважении к окружающей среде, людям, сообществам».

Американский экономист Арчи Кэрролл выделяет четыре компонента КСО (рис. 1)



Рисунок 1– Компоненты корпоративной социальной ответственности, по мнению А. Кэрролл

Как видно из схемы 1, экономические обязательства являются основным компонентом, так как предприятия не только производят необходимые обществу товары и услуги, но и обеспечивают население рабочими местами. При этом прибыль данных предприятий должна быть заработана законным путём в соответствии с соблюдением законов, что в свою очередь является следующим компонентом КСО – юридические обязательства. Этические обязательства подразумевают моральное поведение организации по отношению ко всем заинтересованным, в первую очередь к обществу. [2].

Рассмотрим этичность рекламы. Под данным понятием понимается соответствие содержания и формы рекламной информации правилам этики, то есть совокупности норм поведения, традиций и моральных принципов, сложившихся в обществе. Интегративный признак этичности рекламы можно рассматривать как положительное влияние на

развитие личности и общества. Из этого вытекают критерии этичности рекламы: 1) предоставляется только правдивая информация в рекламе и избегается намеренное её искажение; 2) отсутствуют манипуляции сознанием человека, основанные на его страхах, комплексах, в частности, это правило касается детей в силу низкого уровня критического мышления; 3) пропагандируются гуманистические ценности; 4) соблюдается осторожность в продвижении товаров, потенциально опасных для общества.

Вышеупомянутый институт репутации ежегодно выпускает глобальный рейтинг лидеров компаний в социальной ответственности (Global CSR Rep Trak). [3]. В процесс его подготовки в 2018 г. были вовлечены 250000 респондентов из 17 стран мира. При этом выделяют основные критерии, по которым можно судить о социальной ответственности предприятия. Среди них выделяют положительное влияние на общество, достойное отношение к окружающей среде, этическое поведение, открытость и прозрачность, хорошие условия труда, высокое вознаграждение и повышение уровня благосостояния сотрудников. Рассмотрим самых ответственных предприятий в мире в табл. 1.

Таблица 1 – Рейтинг компаний в социальной ответственности за 2018 г.

Место	Компания
1	Google
2	Microsoft
3	The Walt Disney Company
4	BMW
5	LEGO
6	Daimler
7	Apple
8	Rolls-Royce
9	Rolex
10	Intel

Вместе с тем результаты исследования продемонстрировали, что компании знают, как создать положительное восприятие своей социальной ответственности, и как получать от этого прибыль. Некоторые из участников тратят на эти нужды до \$100 млн в год, однако обратный эффект намного больше.

Главной ролью социальной ответственности в рекламе является привлечение внимания людей к общественно важным проблемам. Многие успешные компании уже осознали преимущества от коммуникаций бренда, которые направлены на социальные проблемы. Рекламные агентства договаривались с бренд менеджерами, устраивали встречи и даже писали манифесты (Ad bashing: surviving the attacks on advertising) [4]. Они считали, что компания не может лишиться главного признака – идентичности и философии.

Рассмотрим социальную ответственность в рекламе на реальном примере. Кампания «Вместе против рака молочной железы», проводимая в Великобритании (с 1993-го) и США (с 1995-го) транснациональной компанией Avon. Средства от продажи продуктов «с розовой ленточкой» перечисляются в фонд Avon Foundation, который финансирует медицинские исследования, диагностику и лечение людей, страдающих данным заболеванием.

Таким образом, реклама является важным структурным элементом информационно-коммуникативного пространства в современном мире, в основе которого лежит общественно необходимая информация, адресованная широкой аудитории с целью создания, поддержания и стимулирования интереса для активизации нужных моделей поведения. Примеры социальной ответственности в рекламе зарубежных компаний, их принципы, могут внедряться в отечественные компании.

## Литература

1. Ромат Е. В. Реклама. Учебник для ВУЗов [Текст] / Е. В. Ромат. – СПб: Питер, 2008 г. – С. 21.
2. Carroll A. B. A three-dimensional conceptual model of corporate performance [Текст] / A. B. Carroll // Academy of Management Review 4 (1979). – С. 497–505.
3. Официальный сайт Reputation Institute .Global Corporate Responsibility Rep Trak. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.reputationinstitute.com/csr-reprtrak>
4. European Advertising Standards Alliance (EASA) EASA guide how to setting up an SRO. RevisedEuropeanEdition. March 2008. – С. 48

*И. А. Тарасова*

### **ФОРМАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НЕСКОЛЬКИХ АРГУМЕНТОВ**

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический  
университет», г. Донецк, irina\_tarasova@i.ua*

Анализ показал, что существующие методы управления на принципах нечеткой логики в основном используют в качестве термов нечеткие переменные с функциями принадлежности одного аргумента, что приводит к потере зависимости между управляющими переменными. Способы построения функций принадлежности значительно зависят от экспертного мнения, а методы задания и определения вида функций принадлежности нескольких аргументов в настоящее время недостаточно разработаны [1-3].

Применение для моделирования объектов со сложной структурой входных и выходных переменных иерархических систем нечеткого вывода приводит к тому, что при переходе между уровнями иерархии возникает определен-

ная степень размытости, что может привести к потере значимости результата. Кроме того, при использовании иерархического метода нечеткого вывода часть взаимосвязей между переменными может быть потеряна.

Исходя из изложенного, для учета нелинейных ограничений на управляющие переменные актуальной является разработка системы поддержки принятия решений на основе термов с функциями принадлежности нескольких аргументов (ФПНА).

В настоящем исследовании рассматривается формализация модели системы поддержки принятия решений на основе термов с функциями принадлежности нескольких аргументов.

Формализация модели системы поддержки принятия решений на принципах нечеткой логики включает определение входных и выходных переменных системы, формирование их функций принадлежности и разработку структуры правил базы знаний.

На рис. 1 представлена модель системы поддержки принятия решений типа «Черный ящик», где введены следующие обозначения: СППР – система поддержки принятия решений;  $X$  – множество входных переменных СППР;  $V$  – множество входных лингвистических переменных, соответствующих множеству  $X$ ;  $U_o$  – множество выходных переменных СППР;  $W$  – множество выходных лингвистических переменных, соответствующих множеству  $U_o$ .

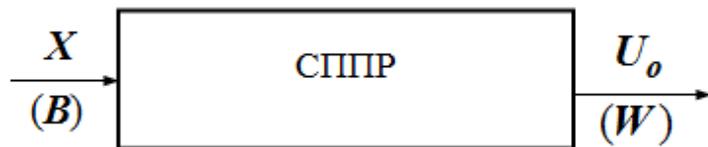


Рисунок 1 – Модель системы поддержки принятия решений типа «Черный ящик»

На основе выделенных множеств входных ( $X$ ) и выходных ( $U_O$ ) переменных СППР формируются множества входных и выходных лингвистических переменных  $B = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m\}$  и  $W = \{w_1, w_2, \dots, w_s\}$ , соответственно.

Множество входных переменных  $X$  разбивается на непустые подмножества  $XN_l$ , которые образуют множество  $\mathfrak{N}$ :

$$\mathfrak{N} = \{XN_1, XN_2, \dots, XN_m\}, \quad (1)$$

$$|\mathfrak{N}| = m \wedge m \leq n, \quad (2)$$

где  $m$  – число входных лингвистических переменных;  $n$  – число входных переменных СППР.

Разбиение множества  $X$  на подмножества должно удовлетворять следующие требованиям:

а) подмножество  $XN_l$  содержит один или несколько элементов множества  $X$ :

$$\forall XN_l | XN_l \in \mathfrak{N} \Rightarrow (XN_l \subset X) \wedge (XN_l \neq \emptyset) \wedge (l = \overline{1, m}) \quad (3)$$

б) объединение подмножеств  $XN_l$  дает множество входных переменных  $X$ :

$$X = \bigcup_{l=1}^m XN_l, \quad (4)$$

в) пересечение подмножеств дает пустое множество:

$$XN_l \cap XN_i = \emptyset, \forall (l, i) \left| (l = \overline{1, m}) \wedge (i = \overline{1, m}) \wedge (l \neq i) \right. \quad (5)$$

Каждому множеству  $XN_l$  сопоставляется входная лингвистическая переменная  $\beta_l$ :

$$XN_l \rightarrow \beta_l \quad (6)$$

Входная лингвистическая переменная  $\beta_l$  определяется как кортеж:

$$\langle \beta_l, T_l, E_l \rangle, \quad (7)$$

где  $\beta$  – название  $l$ -й переменной;  $T_l$  – терм-множество  $l$ -й лингвистической переменной, которое содержит лингвистические значения  $\{\beta t_1^l, \beta t_2^l, \dots, \beta t_K^l\}$ , каждое из которых представляет собой кортеж:

$$\langle \beta t_k^l, E_l, A_k^l \rangle, \quad (8)$$

где  $\beta t_k^l$  –  $k$ -тое значение лингвистической переменной  $\beta$ ;  $A_k^l$  – нечеткое множество с ФПНА  $\mu_k^l(\bar{x}_l)$ , заданное на универсальном множестве  $E_l$ .

Аналогично определяется выходная лингвистическая переменная  $w_z$ .

Функции принадлежности  $\mu_k^l(\bar{x}_l)$  и  $\mu_b^z(\bar{u}_z)$  термов лингвистических переменных  $\beta$  и  $w_z$  могут быть заранее известны и заданы аналитически, либо строятся на основе ретроспективных данных [4-6].

Используя выделенные лингвистические переменные и их термы, эксперт формирует базу знаний в виде правил нечетких продукций для организации нечеткого вывода, позволяющего находить значения выходных переменных  $U_o$  [7], [8].

В обобщенном виде множество правил нечетких продукций  $P = \{R_1, R_2, \dots, R_p\}$ , представляется следующим образом:

$$\text{Правило } R_r: \text{Если } \bigcap_{i=1}^{N_r} \text{П} \mathcal{Y}_{ir}^{lk} \text{ ТО } \bigcap_{j=1}^{M_r} \text{П} \mathcal{Z}_{jr}^{zb}, (Kf_r), \quad (9)$$

где  $N_r$  – количество подусловий правила  $r$ ;  $M_r$  – количество подзаключений правила  $r$ ;  $\text{П} \mathcal{Y}_{ir}^{lk}$  –  $i$ -е подусловие правила  $r$ , которое представляет собой нечеткое высказывание, состоящее из входной лингвистической перемен-

ной  $\beta$  и соответствующего ей  $k$ -го термина;  $IB_{jr}^{zb}$  –  $j$ -ое подзаключение правила  $r$ , которое представляет собой нечеткое высказывание, состоящее из выходной лингвистической переменной  $w_z$  и соответствующего ей  $b$ -го термина;  $Kf_r$  – весовой коэффициент правила  $r$  (по умолчанию равен 1).

Подусловия имеют следующий вид:

$$IB_{ir}^{lk} : \beta \text{ есть } \beta t_{lk}, \quad (10)$$

где  $\beta$  – название  $l$ -й входной лингвистической переменной;  $\beta t_{lk}$  –  $k$ -й терм входной лингвистической переменной  $\beta$ .

Подзаключения представляются следующим образом:

$$IB_{jr}^{zb} : w_z \text{ есть } w t_{zb}, \quad (11)$$

где  $w_z$  – название  $z$ -ой выходной лингвистической переменной;  $w t_{zb}$  –  $b$ -й терм выходной лингвистической переменной  $w_z$ .

Для формирования выходных переменных  $U_o$  системы поддержки принятия решений разработаны процедуры нечеткого вывода на основе ФПНА, в которые входят фаззификация, агрегирование, активизация, аккумуляция, дефаззификация.

## Литература

1. Шушура А. Н. Метод нечеткого управления на основе переменных с многомерными функциями принадлежности [Текст] / А. Н. Шушура, И. А. Тарасова // Искусственный интеллект. – 2010. – № 1. – С. 122-128.
2. Тарасова И. А. Нечеткое управление процессом введения медикаментов при лечении гипертензивных осложнений

- беременности [Текст] / И. А. Тарасова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 6/3(60) – С. 12-15.
3. Тарасова И. А. Нечеткое управление на основе переменных с многомерными функциями принадлежности в диагностике и лечении гипертензивных осложнений беременности [Текст] / И. А. Тарасова // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2012. – № 4 – С. 169-173.
  4. Шушура А. Н. Способ задания многомерных функций принадлежности термов лингвистических переменных [Текст] / А. Н. Шушура, И. А. Тарасова // Международный научно-технический журнал «Информационные технологии и компьютерная инженерия». – 2013. – №1(26). – С. 39-44.
  5. Тарасова И. А. Разработка алгоритма задания многомерных функций принадлежности термов лингвистических переменных на основе статистических данных [Текст] / И. А. Тарасова // Проблемы искусственного интеллекта. – 2018. – № 2 (9). – С. 60-70.
  6. Тарасова И. А. Задание функций принадлежности термов лингвистических переменных в задаче определения дозировок медикаментов при лечении преэклампсии беременных женщин [Текст] / И. А. Тарасова // Известия ЮФУ. Технические науки – 2019. – № 3. – С. 110-121.
  7. Тарасова И. А. Принципы построения и архитектура базы знаний системы нечеткого управления на основе многомерных функций принадлежности [Текст] / И.А. Тарасова // Вестник Кременчугского национального университета имени Михаила Остроградского. – 2013. – № 2 (79). – С. 56-61.
  8. Тарасова И. А. Разработка базовых структур системы искусственного интеллекта для реализации нечеткого управления с использованием функции принадлежности нескольких аргументов [Текст] / И. А. Тарасова // Информатика и кибернетика. – 2016. – №1(3). – С. 198–202.

## **О НОВОМ ВОЗМОЖНОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ НАШЕГО ОБЩЕСТВА**

*ОАО Национальный институт авиационных технологий,  
г. Москва, timofiev@yandex.ru*

С самого начала своего появления на планете наша Цивилизация стремится совершенствовать свои отношения с внешним материальным миром, включая манипулирование различными объектами внутри сферы пространства 3D, ограниченной радиусом вылета кисти руки. Внутри этой *активной сферы 3D* широко известны достижения в искусстве, экономике, домашней сфере и т.д.

Однако за пределами границ этой сферы, где пространство 3D недостижимо для кистей рук, достигнута достаточно скромные результаты такие, как, например, управление полетами камней, копий, лассо, позднее замененные управлением машинами и механизмами, лазерным лучом и полетами пуль, снарядов, ракет и т.д. В течение всего исторического периода упомянутые границы между этими сферами не изменялись.

Поэтому манипулирование далеко расположенными неориентированными объектами с полноценным применением основных функций кисти руки и сегодня остается по-прежнему недостижимым как и в доисторические времена.

### *1. Основная нерешенная проблема в манипулировании*

Длительное отсутствие кардинального решения актуальной и нерешенной проблемы в протезостроении и в манипуляционной робототехнике – **ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗАХВАТА НЕОРИЕНТИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ СЛОЖНЫХ ФОРМ** – как необходимой начальной стадии манипулирования с любыми объектами в естественной недетерминированной среде, – связано с проявлением физических законов нашей планеты – *отсутствием проекций*

*сил веса* объекта в новых точках контакта, как векторных величин, до отрыва объекта от исходного положения, и *обязательным их появлением* (и других сил) в процессе манипулирования (после отрыва объекта от исходного положения).

(Под надежностью захвата в физике подразумевают обеспечение условий создания *устойчивого состояния равновесия всех сил и моментов в системе «Кисть — Объект»*).

Указанное предопределяет наличие *высшей степени неопределенности* физической ситуации в системе “Кисть - Объект “, определяемое *информационным разрывом на семантическом уровне* между пластом Настоящего времени, когда необходимо принимать решение в исходных условиях, и пластом Будущего времени, когда реализация этого решения будет происходить совершенно в других условиях, причем семантическая составляющая информации последних полностью отсутствует в пласте Настоящего времени.

Дополнительные трудности поиска решения кардинального решения также связаны с фактом, что многие информационные процессы принятия решения человеком происходят на уровне подсознания (психологическая проблема).

Поэтому и *сегодня манипуляционные возможности любого робота, связанные с надежным захватом неориентированных объектов сложных форм, успешно реализуются исключительно в пределах границ заранее созданной или осознанной человеком детерминированной среды*.

## *2. О возможности решения проблемы в манипулировании*

Проект «Искусственная «разумная» рука» [7], базирующийся на моделировании как способов организации, так и функциональных принципов двигательного акта руки человека с применением пространственного тактильного осязания., в т.ч. *архитектоники* функциональной системы человека – системы захвата в исходных неопределенных условиях, призван обеспечить как кардинальное

решение упомянутой проблемы, так и увеличение вдвое или более границ радиуса сферы активного манипулирования в пространстве 3D.

Успешное применение целесообразных *функциональных принципов* двигательного акта руки человека, в нашем случае в качестве *критериев достижения* целесообразного *функционального паритета* технических и биологических систем (в пределах границ общего класса решаемых задач) предопределяет также степень *идентичности их процессов самоорганизации*, в т.ч. условий и особенностей формирования новых структур и функций исполнительного органа с автоматическим изменением отношений активных элементов его структуры по реализации принятого решения в аналогичных условиях, моделирования, в целом, архитектоники функциональной системы захвата двигательного акта.

Указанные *функциональные принципы* были выявлены в результате проведения эксперимента, где оператор был поставлен в условия работы манипуляционного робота (доступ к информации исключительно тактильного происхождения) с заданием обеспечения надежного захвата неориентированных корпусных объектов сложных форм.

В качестве одной из рекомендаций по проектированию условий безопасности – это *обеспечение безударности охвата* неориентированного объекта за счет разложения активных контактных сил, воздействующих на адаптивное захватное устройство, по заранее заданным осям, совместимыми с векторными *компенсаторными* звеньями размерных цепей его механизма кисти.

Определены следующие *перспективные задачи* в области интеллектуализации манипуляционной робототехники и протезостроения на автономном уровне в т.ч. с применением систем технического зрения:

2.1. Развитие процессов *самоорганизации* в системах управления манипуляционными роботами, в т.ч. автоматизации выявления причин отрицательного прогноза и расчетов координат передислокации кисти робота в новую позицию по исходным данным об объекте.

2.2 Информационные процессы взаимодействия манипуляционных движений как отдельных пальцев кисти, так и рук роботов с системами технического зрения в автономном режиме при производстве сборочных, аварийно-спасательных и других работ.

2.3. Решение обратной задачи – определения в автономном режиме координат *зон точек контакта* неориентированных объектов сложных форм *в качестве такелажных точек*.

2.4. Расширение функциональных возможностей робототехники и средств протезостроения за счет совместного применения как пассивной, так и активной форм адаптации интеллектуальных захватных устройств.

Это принципиально отличается от разработанных на Западе и в Японии образцов современных биопротезов и манипуляторов с ручным управлением – например, фирмы “Touch Bionics” (Шотландия), клиники Барселоны (Испания), Университета Дж. Хопкинса (США) и т.д., с управлением движениями пальцев кисти и всей руки от усиленных сигналов сенсоров, расположенных на коже культи и с применением различных проводящих нервов или (и) вживленных в мозг чипов, и применяющих только *активную форму* адаптации пальцев (эфферентная связь) к форме и положению объекта, где оценка ситуации производится исключительно визуально с применением зрения пациента.

Зарубежные протезы, безусловно, являются определенным достижением в области изучения *эфферентных* сигналов двигательного акта руки человека, *однако они лишены возможности афферентной связи, афферентного синтеза (как результатов пространственного тактильного осязания) или их технических аналогов – важных звеньев биологической функциональной системы захвата человека – и как следствие – лишены возможности оценки физической ситуации и прогнозирования надежности захвата с принятием решения в автономном режиме* на семантическом уровне, тем более в условиях ограничения видимости или ее отсутствия.

Естественно, пользователь этих протезов лишен ряда возможностей собственной биологической функциональной системы захвата, в том числе таких как *детерминирование* исходной физической ситуации в системе “Кисть - объект”, *прогнозирование* надежности захвата на основе тактильной полноценной информации (по афферентной связи) и *ее оценки*, что актуально в условиях ограничения или отсутствия прямой видимости.

В качестве другого примера – реализуемый сегодня проект антропоморфного робота (Япония) на основе функционального моделирования основных систем и органов человека, что сегодня представляет значительный интерес, прежде всего, как источник механических “запасных частей” человека. Однако возможные модели таких функций как *формирование потребностей в качестве основы целеположения в автономном режиме, так и функции самовоспроизведения* способны вывести проект за границы *этического императива*.

### *3. Некоторые области применения*

#### *3.1 Медицина, биология*

3.1.1 Гамма интеллектуальных протезов (в т.ч. интеллектуальные перчатки) для инвалидов рук с различными степенями ампутации, включая и инвалидов с парализованными руками, с отличительной особенностью по самоорганизации протезов в автоматическом режиме.

3.1.2. Спецманипуляторы для инвалидов ног (самообслуживание).

(Увеличение вылета центра кисти в 2 раза, например, увеличивает объем активной зоны 3D пространства в 8 раз.)

3.1.3 Применение *летающих манипуляторов* (см.п.3.6) для самообслуживания инвалидов без изменения своего положения в 3D пространстве, когда инвалид способен пользоваться различными корпусными объектами сложных форм на больших расстояниях от них (например, снимать яблоки, груши в труднодоступных местах сада).

*Психологическая реабилитация* инвалидов обеспечивается через осознание снижения их зависимости от внешней помощи при:

- *управлении автотранспортом* – надежный захват руля при условии возможности одновременного управления им, тормозом и газом,
- *проведении садовых работ* с заменой удобного инвентаря,
- *участии в спортивных соревнованиях*, предусматривающих как надежное удержание спортивного инвентаря с манипулированием, так и его замену в автономном режиме.
- *расширенном участии в реализации домашнего труда* – уборки использованной посуды, постели, расстановке мебели и т.д.

Возможно представить значение увеличения радиуса вылета кисти руки человека мысленным экспериментом, в котором радиус вылета кисти уменьшен примерно в 2 раза – на локтевом уровне вылета кисти руки с необходимым изменением одежды человека, мебели и т.д.

3.1.4 Модели биологических систем в биологии, психологии – моделирование мыслительных процессов на уровне подсознания, например, что при достижении функциональной адекватности модели и ее биологического аналога, позволяет выявлять закономерности процессов биологических систем.

3.2 *Производство*. Автоматизации единичного, многономенклатурного производства в обрабатывающей промышленности, в т.ч. машиностроении.

### 3.3 *Бытовая сфера*

Интеллектуальные кисти бытовых роботов, например, по уходу за больными – доставка, собирание использованной неориентированной посуды, уборка квартиры и т.д.

### 3.4 *Космос*

Монтажные, сборочно-разборочные и аварийные внекорабельные работы в недерминированных космических условиях, в т.ч. в жестких условиях космической радиации и

температуры, неприемлемых для биологических систем (включая создание необходимых и достаточных условий для пребывания человека на космических объектах). Результаты полета зонда EXO MARS в 2016 неутешительны для человека.

По данным NASA экипажи космических кораблей, полностью лишенные защиты магнитного пояса Земли от реликтового космического излучения, получили бы смертельную дозу этого излучения за несколько месяцев космического полета.

### *3.5 Экстремальные условия*

Подводные спасательные, монтажные и другие работы, в т.ч. разминирование морского дна в условиях отсутствия прямой видимости, манипуляционные работы в радиационных зонах ядерных станций.

### *3.6 Создание «Летающего манипулятора»*

На базе уже существующих БПЛА(беспилотных летающих аппаратов) возможно создание гаммы *летающих манипуляторов*. Этот новый класс манипуляторов будет оснащен не только видео-, фотоаппаратурой, но и возможностью безударно и надежно захватывать отдельные неориентированные корпусные объекты сложных форм, находящиеся в движении или в стационарном состоянии на значительных расстояниях от пользователя. Управление летающими манипуляторами возможно с применением джостиков.

### *3.7 Создание «Искусственного человечества»*

Объединение достижений нашей Цивилизации, в частности, результатов в создании шагающих роботов (Япония), в области искусственного зрения, речи, моделирования мыслительных процессов в условиях неопределенности, надежности захвата неориентированных объектов (Россия, Европа, США) и других стран позволит заложить основу для создания «Искусственного человечества» с целью получения нового надежного помощника человека при освоении космического пространства (в т.ч. освоения Юпитера и его планет) в случае появления признаков опасного поведения Солнца в будущем.

## Заключение

Концентрация интеллектуальных и материальных возможностей нашей Цивилизации на развитии творчества будущих поколений человечества с целью их совершенствования с применением процессов самопознания, самооценки и этического императива, позволит, наконец, покончить с многими негативными пороками Человечества, в т.ч. преодолеть пороги эгоистического мышления, материального накопительства, потребительского мышления, кастовых отношений и перейти к реализации мечты о космических эрах в условиях освоения Космоса и возможных космических угроз, в чем создаваемые сегодня разнообразные технические “мыслящие” и “умные” системы будут нашими “разумными” помощниками.

Реализация в ближайшем будущем возможностей моделирования целесообразных функций человека (с применением достижений нашей Цивилизации) в 3-х областях:

1) *головного мозга* с моделированием мыслительных процессов в т.ч. в различных условиях неопределенности исходных ситуаций, с применением технического зрения, и использования вербального общения с пониманием смысловой составляющей [8],

2) особенностей применения функций *прямохождения* человека,

3) особенностей применения функций *рук* человека способна заложить основы создания Искусственного Человечества с косной материей для освоения Космического пространства и Мирового океана в естественных условиях, недоступных для существования нашей биологической материи. (См. Результаты полета зонда EXO MARS в 2016 г).

Каменный век в истории нашей Цивилизации закончился не потому, что камни оказались в дефиците, а по причине появления новых технологий по решению актуальных задач.

Вышеуказанное как *в качестве нового импульса развития нашего Общества* способно стимулировать как широкомасштабные замещения работников с ручным и механизированным видами ручного труда в отдаленных неблагоприятных и опасных условиях, так и развитие протезостроения и манипуляционной робототехники в области интеллектуализации с увеличением зон активного манипулирования, что, в свою очередь, вызывает аналогию с активной ролью руки человека в материальной и духовной сферах деятельности нашего Общества как шагов эволюционных процессов по обустройству нашей Цивилизации на нашей планете с применением новых технологий. *Впервые в эволюции нашего Общества появляется уникальная возможность по расширению геометрических границ упомянутых 3D активных сфер манипулирования посредством моделирования как способов организации двигательного акта руки человека, так и моделирования функций безударного охвата неориентированных объектов сложных форм, оценки фактических физических ситуаций системы «Кисть-Объект» в автоматическом режиме, прогнозирования надежности захвата с принятием решений и их реализацией.*

### **Литература**

1. Timofeev A. I. The system of decision taking in indeterminate situations [Текст] / A. I. Timofeev, V. A. Dmitrieva // B.S. Laboratory – 2nd International Symposium “Systems Thinking for a Sustainable Economy”, Universitas Mercatorum, Rome, Italy. 23-24 January, 2014
2. Колгоморов А. Н. Жизнь и мышление как особые формы существования материи [Текст] / А. Н. Колгоморов // О сущности жизни”, М, Наука, 1964, с.52.
3. Тимофеев А. И. Семиотическая основа процессов прогнозирования в неопределенных условиях [Текст] / Тимофеев А. И. //

- Материалы Десятой национальной конференции по искусственному интеллекту. 25-28 сент. Обнинск. Физматлит.2006.
4. Тимофеев А.И. Об информационных процессах самоорганизации.=(на примере технической модели системы захвата) [Текст] / Тимофеев А. И. // Вестник Международной Академии Наук (Русская секция) под ред. К.В. Судакова , ISSN 1819-5733, №1, 2007 с.57-62.
  5. Timofeev A. Artificial intellectual hand: Capture reliability prognosis of non-oriented complex shape objects for manipulating robotics [Текст] / A. Timofeev // EMCSR 2012 - European Meeting on Cybernetics and Systems Research, University of Vienna, Austria, 10-13 of April, 2012.
  6. Timofeev A. Civilization and technological thinking systems. [Текст] / A. Timofeev, V. Dmitrieva. // 9Th Congress of the UES-EUS. Globalization and Crisis. Complexity and Governmance of systems. Universitat Valencia, Spain, 15-16 October, 2014.
  7. Anatoly Timofeev. Civilization and Technical Thinking Systems [Текст] / A. Timofeev // ISBN 978-3-659-67185-2, LAMBERT Academic Publishing, Germany, 2015, 42p.
  8. [www. Cubicrobotics.ru](http://www.Cubicrobotics.ru)
  9. Timofeev A. I. Technical Thinking systems are on the threshold of our Society [Текст] / A. Timofeev // Horizon Research Publishing Corporation, “Universal Journal of Management”, vol. 3(9), USA, 2015, p.372-375.
  10. Timofeev A. Technical Thinking systems with informational support for human activities [Текст] / A. Timofeev // 3rd Business Systems Laboratory International Symposium, January, 21-23, Perugia, 2015, Italy.
  11. Anatoly Timofeev. Technical Thinking Systems and our Society [Текст] / A. Timofeev // 4Th Business Systems laboratory International Symposium, August, 24-26, Mykolas Romeris University, Vilnius, 2016, Lithuania

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ  
АППАРАТОМ В НЕОПРЕДЕЛЕННОЙ  
АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ**

*МГТУ «СТАНКИН», г. Москва*

Важнейшей задачей роботизации является замена человека на тяжелых, вредных и опасных работах. Это в полной мере относится к объектам атомной энергетики, где необходимо регулярно производить комплекс диагностических операций в условиях повышенной радиации.

Отдельного внимания заслуживают задачи обследования и диагностики объектов атомной энергетики в местах аварий, особенно в замкнутых пространствах, имеющих ограниченные размеры и доступ, и очагах разрушений и завалов, создающих трудности для передвижения РТК.

В этих условиях наиболее подходящим типом РТК видится беспилотный летательный аппарат (БЛА), имеющий конструкцию коптерного исполнения, с соответствующими массо-габаритными характеристиками, обладающий повышенной маневренностью и ресурсной автономностью [2], способностью длительного пребывания в заранее неопределенной среде с повышенным уровнем радиации и при отсутствии связи.

Для решения диагностических задач в данных условиях с помощью БЛА, в том числе в группе [1], предлагаются следующие принципы построения бортовой системы управления:

- автоматическое построение траекторий и управление движением в незнакомой среде с обходом препятствий;
- автономная навигация по меткам-реперам с привязкой к реальной пространственной среде;

- адаптивное поведение при оперативных изменениях внешних условий и корректировка выполнения задания;
- рациональное интегрирование бортовых сенсорных средств и комплексная обработка информации;
- автоматическая оценка собственного технического состояния и алгоритмическая реконфигурация функциональных возможностей.

Представляется, что реализация предложенных принципов в алгоритмах бортовой системы управления БЛА будет способствовать повышению результативности их применения при решении задач диагностики объектов атомной энергетики, прежде всего в ходе ликвидации аварийных ситуаций.

### **Литература**

1. Ермолов И. Л. Проблемы группового применения робототехнических комплексов и пути их решения [Текст] / И. Л. Ермолов, С. П. Хрипунов // Экстремальная робототехника. – Т. 1. – Санкт-Петербург, 2018. – С. 279-285.
2. Типовая структурно-функциональная схема робототехнических комплексов военного назначения [Текст] / Ермолов И.Л., Хрипунов С.П., Благодарящев И.В., Хрипунов С.С. // Информационно-измерительные и управляющие системы. – № 6. – 2017.

**ФОРМАЛИЗОВАННЫЕ ОНТОЛОГИИ  
И ЗАДАЧА ПОСТРОЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО  
СБОРА, ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ**

*ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
sgv\_iai@mail.ru*

Шестой технологический уклад предполагает создание промышленных автоматизированных решений, основанных на семантических технологиях и управляемых формализованными знаниями [1].

Одним из распространённых способов формализации знаний (абстрактных / специфических / в предметной области) являются онтологии. К настоящему времени разработан ряд стандартных онтологий, используемых для обеспечения обмена информацией между ERP (планирование ресурсов предприятия), PDM (система управления данными об изделии) и MES (система управления производственными процессами). К их числу относятся [1]:

1) Process Specification Language – предназначен для автоматического обмена информацией о процессах между разными производственными приложениями такими как моделирование и планирование производства, рабочий процесс, управление документооборотом управление проектами и инструменты реинжиниринга бизнес-процессов;

2) Стандарт IEC 62264 – легковесная онтология, описывающая предметную область через набор других объектных моделей;

3) DOLCE – онтология для согласования интеллектуальных агентов, использующих разную терминологию;

4) ADACOR – онтология для автономного управления производством, основанная на онтологии DOLCE, парадиг-

ме Holonic Manufacturing Systems и на наборе автономных и взаимодействующих холонов, каждый из которых – это цифровой образ производственного компонента;

5) MSDL – язык описания производства – формальная онтология предметной области, разработанная для представления возможностей производственных услуг и созданная для автоматического обнаружения поставщиков в распределенных средах (акцент на услуги механической обработки);

6) MASON – онтология, включающая архитектуру и инструменты для автоматической оценки производственных затрат (основана на трех сущностях: организация, операции и ресурсы; абстрактный взгляд на продукт: геометрические объекты для производства; сырье; объекты затрат);

7) CREMA – онтологическая модель процессов, описывающая производственные задачи в стандартной нотации моделирования бизнес-процессов, соответствующей семантической сервис-ориентированной архитектуре (SOA);

8) ONTO-PDM – онтология, основанная на синтаксическом анализе и позволяющая сравнить формализованные знания, использующие технические данные о производстве;

9) IMAMO – онтология для обеспечения семантической взаимозаменяемости и генерирования новых знаний в контексте принятия решений в процессе обслуживания изделия.

В Концепции создания цифровой аналитической платформы предоставления статистических данных (Российская Федерация, декабрь 2019) присутствует требование применения онтологии данных, используемой в модели государственных данных.

Использование онтологий в задаче построения компьютерной информационной технологии цифрового сбора, обработки и анализа данных преследует следующие цели:

– информационная поддержка компьютерной информационной технологии цифрового сбора, обработки и анализа данных на протяжении её жизненного цикла;

- сокращение трудозатрат на разработку программного обеспечения цифрового сбора форм отчетности;
- упорядочение справочников для использования при интеграции ведомственных информационных систем.

Сокращение трудозатрат на разработку программного обеспечения цифрового сбора форм отчетности предполагается выполнить за счёт «шаблонизации» форм и их онтологического описания.

Принцип «шаблонизации» ранее успешно применён в работах [3-5]. Он позволил в хранить и обрабатывать в единой базе данных следующую информацию о документах об образовании для всех уровней образования (среднее, среднее профессиональное, высшее профессиональное, и др.):

- данные титула документа (обладатель, образовательная организация, направление подготовки, реквизиты документа, условия поступления, является ли документ обычным или «с отличием», кем подписан и согласно какому распорядительному акту, кем и когда получен);

- данные приложения к документу: содержание образовательной программы (перечень предметов / курсовых, дипломных, практик / ГИА), объём по каждой позиции образовательной программы в часах / кредитах ECTS и результаты освоения по шкалам «национальная», ECTS, 100-бальная (опционально).

Принцип «шаблонизации» может быть применён к формам статистической отчетности ввиду их структурированности. Так, формы отчетности Главного управления статистики Донецкой Народной Республики – это файлы Word с структура которых включает блоки (см. рис. 1): идентификатор респондента (1); шапка (2); заголовок (3); данные о респонденте (4); один или более разделов данных статистической отчетности (5); подпись(и) и ФИО ответственных лиц (6); контактные данные респондента (7).

## Формальный нейрон

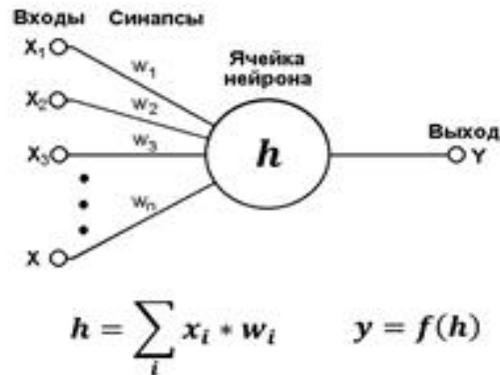


Рисунок 1 – Структура формы отчётности

Блоки 2-3 для определённого вида формы неизменны. Блоки 1, 4, 6-7 для конкретного респондента заполняет программа (в блоках 6 и 7 допустимо редактирование). Блок 5 заполняет пользователь.

Онтологический же подход должен позволить хранить данные форм отчётности, не создавая в базе данных отдельной таблицы для каждой формы отчётности. Вместо этого создадим несколько таблиц сущностей и таблиц отношений.

Необходимы следующие таблицы сущностей: реестр респондентов, реестр видов респондентов, реестр видов форм, реестр показателей, реестр видов показателей, реестр поданных форм, план (календарь) подачи форм.

Также нужны следующие таблицы отношений: «Респондент» – «Вид респондента»; «Вид респондента» – «Вид респондента»; «Вид формы» – «Вид формы»; «Вид формы» – «Вид респондента»; «Вид формы» – «Показатель»; «Показатель» – «Показатель»; «Вид показателя» – «Вид показате-

ля»; «Вид формы» – «Вид формы». Схематично хранение статистической отчётности в базе данных показано на рис. 2.

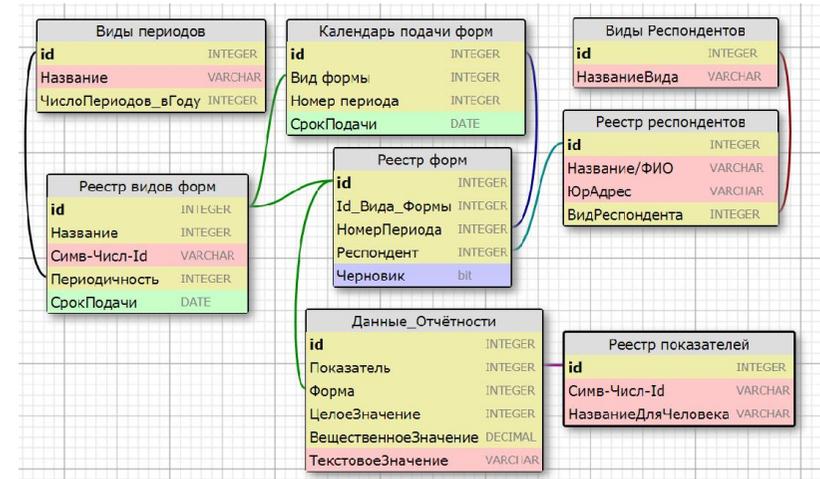


Рисунок 2 – Схема хранения отчётности

## Литература

1. Муромцев Д. Индустриальные графы знаний – интеллектуальное ядро цифровой экономики [Текст] / Дмитрий Муромцев, Алексей Романов, Дмитрий Волчек // Control Engineering Россия. – № 5 (83) – октябрь 2019. – С. 23–39.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2019 г. № 3074-р.
3. Дорохина Г. В. Разработка автоматизированного интеллектуального программного комплекса «Государственная информационная система Образование» [Текст] / Г. В. Дорохина, В. И. Финаев // Проблемы автоматизации. Региональное управление. Связь и автоматика (ПАРУСА-2018) : Сборник трудов VII Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Геленджик, 2018 : в 2 т. / сост. Ю. Б. Щемелева, С. В. Кирильчик ; Южный федеральный

- университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. – Т. 2. – С. 20-25.
4. Зуев В. М. Возможности поиска документов об образовании в программном комплексе «Государственный реестр сведений об образовании» [Текст] / В. М. Зуев, О. И. Рубан, О. И. Мартынов, Т.М. Кравченко // Международная научно-практическая конференция «Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование». – Донецк. – 2019. – С. 76–79.
  5. Дорохина Г. В. Проект подсистемы регистрации и выдачи дубликатов в программном комплексе «Государственный реестр сведений о документах об образовании» [Текст] / Г. В. Дорохина, А. С. Вовнянко, И. М. Коваленко, К. А. Гришаев // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы IV Международной научной конференции (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Том 1: Физико-математические и технические науки. Часть 2 / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2019. – 278 с. – С. 224–226.

*А. А. Стукалов, Д. Н. Ангелис*

## **РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия  
строительства и архитектуры»,  
г. Макеевка, a.a.stukalov@donnasa.ru*

Объем и качество строительства автомобильных дорог и объектов дорожной инфраструктуры являются ключевыми факторами экономического развития государства. Развитая дорожная сеть обеспечивает создание единой системы перевозок грузов, удовлетворяя культурно-бытовые и другие социальные потребности населения. В результате несоответствия уровня развития дорожной сети растущему спросу государство несет значительные экономические потери.

Важную роль в реализации поставленных задач по доведению уровня развития дорожной сети до уровня ведущих мировых лидеров, таких как США, Япония, ЕС и др., и обеспечению высокого качества выполняемых работ играет внедрение передовых технологий механизации дорожных машин и оборудования. Одной из прогрессивных технологий механизации является роботизация, которая позволяет ускорить процесс строительства, повысить качество и безопасность выполняемых работ, а также сократить долю ручного труда.

Исследования в области строительной робототехники начались в 1980-х годах с внедрения одноцелевых роботов для выполнения конкретных работ, таких как отделка бетона или сварка. Основной задачей роботов являлось выполнение сложных или опасных работ. Однако, несмотря на широкий спектр научных и проектных разработок в области строительной робототехники уровень автоматизации и роботизации строительных операций остается достаточно низким. Это связано с необходимостью систематизации выполненных исследований и разработок, проведения комплексных научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок [1], [2].

В настоящее время для выполнения ремонтных работ покрытий автомобильных дорог, а также нанесения разметки используется крупногабаритная техника, что негативно сказывается на пропускной способности участка дороги в процессе ремонта. Решить эту проблему призваны относительно небольшие по своим размерам роботы, выполняющие ямочный ремонт и способные наносить разметочные материалы, практически не ограничивая при этом движение транспорта. Недостатком является достаточно низкая точность выполнения работ, что требует проведения дальнейших технологических испытаний [3].

Авторами в работе [4] предложена автономная система роботизированного управления рабочим органом бульдозера при возведении земляного полотна автомобильной дороги.

Работа бульдозера с роботизированным управлением осуществляется следующим образом. В зависимости от уклона поверхности объекта, на котором ведется строительство, на пульте управления задается необходимый угол наклона толкающего бруса, который соответствует положению режущей кромки ножа отвала относительно опорной поверхности

гусениц. В процессе работы бульдозера гусеницы встречаются с неровностями площадки, а угол наклона толкающих брусьев при этом изменяется в обе стороны от горизонтали и вертикали. В этом случае маятниковый датчик посылает в блок управления электрические сигналы – импульсы тока об изменении угла наклона толкающего бруса рамы. В свою очередь импульсы, преобразованные в электрический ток, направляют его в электрозолотник, соленоид которого обеспечивает подачу рабочей жидкости гидросистемы в соответствующую полость рабочего гидроцилиндра. При этом шток гидроцилиндра перемещается, устанавливая отвал бульдозера в заданное для работы положение.

Автономная система, используемая в работе бульдозеров, позволяет контролировать положение рабочего органа по внешним жестким направляющим (трос, бордюр и т. п.). В качестве наиболее совершенной системы роботизированного управления бульдозером можно использовать автономную систему с лазерными приборами. Эта система позволяет изменять и стабилизировать угловое положение отвала в продольной и поперечной плоскостях с помощью датчиков, установленных на отвале и раме машины, а также защищать двигатель от перегрузок. При этом для соблюдения машиной заданного направления движения и регулирования положения рабочего органа по высоте используют лазерные устройства, такие как лазерный нивелир (излучатель), устанавливаемый на площадке, и фотоприемное устройство (ФПУ), контролирующее положение отвала относительно луча лазера, установленное на отвале бульдозера.

По данным авторов благодаря роботизированной системе управления производительность бульдозеров увеличивается в среднем на 15 % [4].

Современные дорожные лаборатории являются неотъемлемой частью комплекса работ при строительстве автомобильных дорог, определяя физико-механические характеристики дорожно-строительных материалов и выполняя контроль качества на промежуточных этапах строительства и при сдаче объекта в эксплуатацию. Однако, зачастую время на определение показателей качества, например, асфальтобетона может достигать нескольких дней.

Более рационально использовать роботов, которые после анализа дорожного покрытия на месте могут оценить состояние участка автомобильной дороги.

Авторами [5] предлагается за основу взять робот со следящей системой.

Предполагается размещение на каждом узле сервомеханизма, эффективно контролирующего фактическое положение узла и положение, которое узел может занять в зависимости от сигнала контроллера. Затем звено манипулятора со схватом перемещается до тех пор, пока положения с узлом не совпадут. Роботы со следящей системой и обратной связью дают информацию о действительном положении того или иного узла. Иначе рука робота может застрять и совсем перестать двигаться, что значительно сужает сферу их применения.

Звено манипулятора, прикрепленное к платформе, снабженное видеокамерами и специальным рабочим органом, которым может произвести сканирование отдельного участка дорожного покрытия. Оно приводится в движение электрическим приводом в заранее запрограммированной последовательности движений под управлением контроллера (управляющего устройства), который основан на микропроцессоре.

Для предполагаемого робота, который будет эксплуатироваться в достаточно простых по проходимости условиях, наиболее выгодно использовать четырехколесную платформу.

Состав мини-лаборатории, функции которой выполняет робот, включает в себя:

- 1) плотномер асфальтобетона ПА-МГ4 для определения коэффициента уплотнения и степени плотности верхнего слоя асфальтобетона;
- 2) приспособление для определения шероховатости дорожных покрытий по методу «песчаного пятна» КП-139;
- 3) прибор для измерения толщины слоев дорожного покрытия MIT-SCAN-T2.

Основываясь на встроенной базе данных, робот определяет соответствие качества данного дорожного покрытия требованиям нормативных документов. Результаты исследования предлагается записывать на твердотельный накопитель с помощью микропроцессора.

В связи со сложностью и существенной нелинейностью динамических характеристик манипуляционного робота проблема оптимального контурного управления такой системой является чрезвычайно трудной. Задача упрощается при ее решении в два этапа. На первом этапе до начала движения осуществляется планирование оптимальной траектории движения по заданной геометрической траектории как функции времени, а на втором – в реальном времени осуществляется отслеживание полученного движения. Для того чтобы робот мог достаточно точно отследить сформированную траекторию, на этапе планирования необходимо располагать точным значением динамики манипуляционной системы [5].

Одной из наиболее востребованных машин в дорожном строительстве, от которых требуется высокая точность выполнения распределительных и планировочных работ, является автогрейдер. Для этого на автогрейдерах устанавливается система Trimble GCS900 3D – система автоматического управления и контроля положения рабочего органа, позволяющая контролировать устройство уклонов, проверять ровность из кабины автогрейдера и одновременно осуществлять передачу информации на центральный диспетчерский пункт. При установке на машине дополнительного оборудования по распознаванию знаков, образов, лазерному сканированию с одновременной фотофиксацией, машина может самостоятельно осуществлять запланированную работу по профилированию площадки без участия оператора-механизатора [6].

Приведенная информация не является исчерпывающей и затрагивает лишь ряд ключевых позиций, в которых робототехнические системы могут быть полезны наряду с традиционными средствами механизации дорожной отрасли, сокращая время выполнения и повышая качество дорожно-строительных работ, а также уровень их безопасности.

## Литература

1. Mohd Yamani Bin Yahya The Challenges of the Implementation of Construction Robotics Technologies in the Construction [Текст] / Mohd Yamani Bin Yahya, Lee Hui Yin and other // MATEC Web of Conferences 266, 05012. – 2019. – Режим доступа : <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926605012IConBEE2018>.

2. Шагина Е. С. Роботизация как метод повышения безопасности строительного производств [Текст] / Е. С. Шагина // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 6 (21). – С. 128–147.
3. Ruggiero A. Robotics in Construction [Текст] / A. Ruggiero, S. Salvo, C. St. Laurent // IQP Final Report. An Interactive Qualifying Project Report. GFS-1604 – 2016. – 78 p.
4. Поезжаева Е. В. Роботизация строительного-дорожных машин [Текст] / Е. В. Поезжаева, В. С. Юшков и др. // Молодой учёный. – Апрель, 2010. – № 4 (15). – С. 89-92.
5. Поезжаева Е. В. Робот для анализа дорожного покрытия в строительного-дорожных работах [Текст] / Е. В. Поезжаева, К. Н. Поликарпова и др. // Молодой учёный. – Январь, 2016. – № 1 (105). – С. 200–203.
6. Романенко И. И. Автоматизация дорожного-строительных работ при применении информационных систем и 3D моделей [Электронный ресурс] / И. И. Романенко // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1 (2019). – Режим доступа : (ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/ 5620).

*Р. А. Бушуев, А. В. Девяткин,  
Д. А. Зыков, В. М. Шоскальне*

**ПРИМЕНЕНИЕ МИВАРНЫХ БАЗ ДАННЫХ  
И ПРАВИЛ ДЛЯ САЙТА ДЛЯ ЛЮДЕЙ  
С НЕДОСТАТКАМИ ПО ЗРЕНИЮ**

*Московский государственный технический университет  
им. Н. Э. Баумана, г. Москва, Россия*

Работа посвящена проблеме реабилитации инвалидов, в том числе и взаимодействия слабовидящих и незрячих людей с ЭВМ. Существующие решения, называемые ассистивными технологиями, позволяют частично устранить социальный барьер информационного пространства. В работе отражено

создание доступной программной среды, использование которой не будет вызывать непонимание как у людей с проблемами зрения, так и без них.

Обобщение научного и практического опыта в сфере работы с инвалидами по зрению показало, что для разрушения данного барьера нужен комплексный подход [1], включающий всевозможные реабилитационные средства и программные обеспечения.

Одной из больших проблем является отсутствие каких-либо требований по адаптации интерфейсов сайтов для слабовидящих людей. Опираясь на большой опыт создания веб-сайтов, было принято решение ориентироваться на требование ГОСТ Р 52872-2012 «Интернет-ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению» [2]. Авторы данного ГОСТ являются сотрудниками института «Реакомп», который занимается проблемами реабилитаций инвалидов по зрению. Требования были изучены, и с учётом, и пожеланиями опрошенных людей, имеющих проблемы по зрению, был сформирован список требований программного обеспечения сайта:

- 1) сопровождение изображений голосом и текстом;
- 2) понятная и «дружелюбная» структура;
- 3) возможность изменять размер шрифта;
- 4) отсутствие выпадающего меню и разнovidных уведомлений;
- 5) голосовое сопровождение сайта;
- 6) отсутствие переизбытка информацией;
- 7) единое меню навигации между вкладками и сайтами;
- 8) минимум действий для достижения ожидаемого результата;
- 9) цветовая палитра, которая должна быть контрастной.

Данных рекомендаций необходимо и достаточно для создания доступной программной среды, использование которой не будет вызывать непонимание как у людей с

проблемами зрения, так и без них. В связи с этим было принято решение использования КЭСМИ – конструктор экспертных систем миварный. Инструмент для создания моделей знаний с неограниченным количеством связей, параметров и отношений, обладающий логическим выводом.

Постановка задачи. Задача заключалась не только в создании сайта «помощника» (рис. 1) для людей с проблемами по зрению, но и демонстрация разработчикам примера использования этих рекомендаций, тем самым дать массовое распространение данной концепции.

Основными особенностями AudCat являются:

- изменение цветовой темы и шрифта благодаря, которым слабовидящий пользователь может использовать данные настройки на других источниках;
- изменение шаблона под пользователя;
- преобразование картинок в текст;
- голосовое сопровождение.

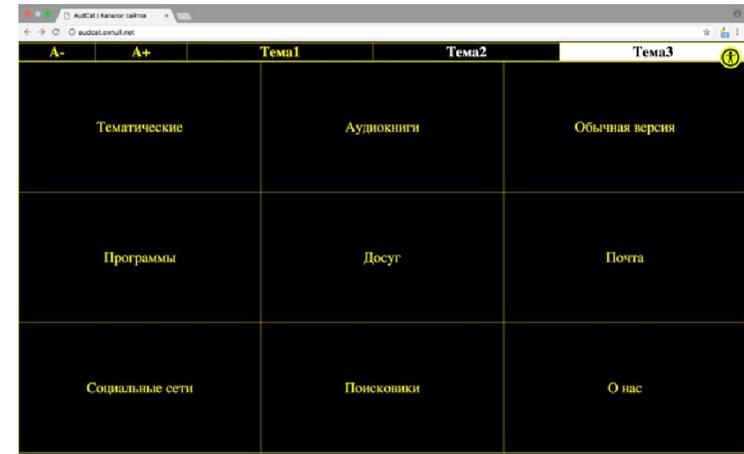


Рисунок 1 – Основная страница сайта AudCat

В целом внутренняя работа AudCat может быть представлена как парсинг информации для наилучшего восприятия.

Возникла необходимость разработать систему отбора веб-источников. Чтобы каждый следующий заход пользователя был соизмерим с его требованиями.

**Цель работы.** Разработать систему отбора веб-источников и быстрого реагирования на предпочтения пользователя. С помощью миварного подхода система должна будет фильтровать те или иные категории информации не обходимые пользователю. Чтобы достичь ускоренной работы на получения информации с Интернет источников будет использован конструктор экспертных систем КЭСМИ. Изначально была идея собрать все сайты, чтобы система анализировала открытие того или иного веб-контента, но тогда бы мы отошли от социальной значимости сайта AudCat.

Социальная значимость пришла довольно быстро, так как пользователь с недостатком по зрению, ему будет удобнее, чтобы система заранее анализировала вывод тематического контента.

Представим пример, у нас есть пользователь, который любит просматривать сайты, касающиеся «автомобилей», значит система должна понимать, что пользователь вероятно мужского рода и ему помимо автомобилей, можно предложить «строительство», «рыбалку» и т.п. Исходя из данных суждений начальная модель и логика AudCat была преобразована.

На основе вышеописанного примера, был проведен анализ на возрастные ограничения, адаптивные возможности, цветовые темы, размер шрифта и т.д. Блоки, отмеченные тегом, стали нововведением в основной модели сайта AudCat.

На вход поступают данные, такие как: клики мышкой, нажатие на клавиатуру, звуковое оповещение. Данные поступают на интерфейс, после которого идет сбор с теми, что содержатся в базе знаний. Далее происходит обра-

ботка если пользователь уже использовал открытый веб-ресурс, то сразу обрабатывается действие, если веб-ресурс сменился, то происходит оценка источника по критериям базы знаний, если источник не корректен или не проходит норматив происходит действие, иначе сохранение параметров и их обработка. Если раньше блок действия срабатывал сразу после того, как пользователь кликнет на интерфейс, тем самым веб-ресурсы могли «вылетать» или воспроизводить контент, не доступный для пользователя с недостатками по зрению, то с помощью обработки и оценки данных, случаи с вылетами и недоступным контентом сократились в разы.

Разработанные заранее правила и параметры адаптации веб-сайта под нужную среду заносят в миварную базу знаний, или миварную базу данных и правил. По полученной базе знаний формируются рекомендации по выводу различного веб-контента.

### **Пример работы миварной БЗ**

Если известны действия пользователя, которые были предприняты для перехода по контенту, находящемуся на определенном веб-ресурсе, то для выработки оценки его действий в миварном пространстве автоматически добавятся необходимые промежуточные подграфы.

Например, на рис. 2 отображена ситуация, когда пользователь только начинает переходить по веб-сайтам (параметр  $S=0$ ), ему открыто все, он перешел на вкладку “Кулинария” и ему сразу дается предпочтение, далее он переходит в “Рыбалку”, в связи с этим меняется предпочтение.

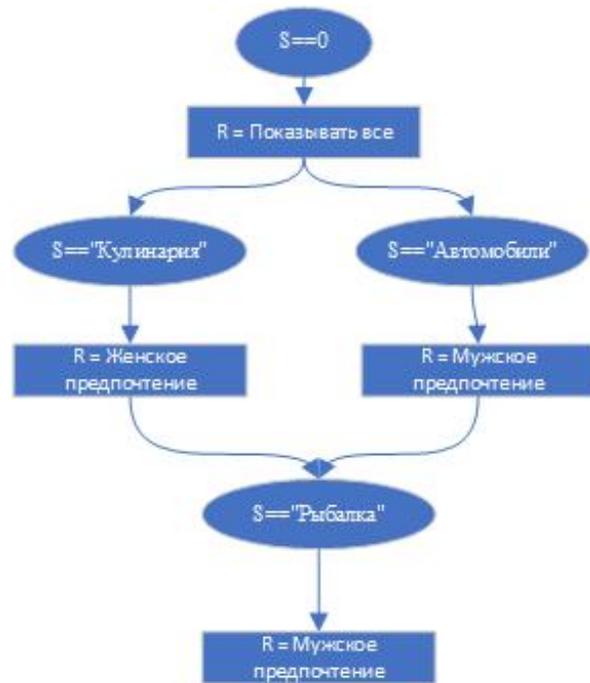


Рисунок 2 – Миварная сеть определения предпочтения

Исходя из представленной модели (рис. 2), для определения параметра R используются правила и заданные в систему параметры.

Закключение. Тема доступности компьютерных технологий для людей ограниченными возможностями по зрению, становится актуальной в связи с приходом на рынок новых технологий. Благодаря высокой вычислительной мощности миварных «Разуматоров» открываются широкие возможности по ускорению получения информации из веб-источников и их обработке.

Благодаря миварным технологиям и КЭСМИ сайт AudCat обзавелся новым функционалом и стал более дружелюбным по критериям и необходимым людям с ограниченными возможностями по зрению.

## Литература

1. Бушуев (Щипицин) Р. А. Новые системные решения в области использования компьютера людьми с нарушениями зрения: статья [Текст] / Р. А. Бушуев (Щипицин), А. В. Марченко // Молодежный научно-технический вестник. – № 11. – Ноябрь, 2015.
2. ГОСТ Р 52872-2012: Интернет-ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению / официальное издание. – М. : Стандартинформ, 2014.
3. Варламов О. О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство [Текст] / О. О. Варламов. – М. : Радио и связь, 2002. – 288 с.
4. Варламов О. О. Системный анализ и синтез моделей данных и методы обработки информации в самоорганизующихся комплексах оперативной диагностики [Текст] / О. О. Варламов // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Москва, 2003. – 307 с.

# АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

## А

Ангелис Д. Н., 234  
Анцыферов С. С., 8

## Б

Батышев К. А., 187  
Бельченко Ф. М., 13  
Белюрко Н. М., 19  
Близно М. В., 23  
Большакова С. А., 27, 141  
Бондарчук В. В., 80, 89  
Бутов О. А., 32  
Бушуев Р. А., 239

## В

Варламов О. О., 37  
Вовнянко А. С., 50  
Волков А. В., 53

## Г

Гришаев К. А., 57  
Гутько Ю. И., 187

## Д

Девяткин А. В., 239  
Дмитрюк Т. Г., 60  
Дорохина Г. В., 229

## Е

Елизарова А. В., 176  
Ермолов И. Л., 66

## З

Зуев В. М., 69  
Зыков Д. А., 239

## И

Илюхин Ю. В., 227

## К

Каляев И. А., 74  
Капустян С. Г., 74  
Касаркин А. В., 116  
Клюшанова Т. Д., 80, 89  
Корчажкина О. М., 83  
Кравченко Н. М., 80, 89  
Криводубский О. А., 96  
Кутахов В. П., 101

## Л

Левин В. И., 106, 110  
Левин И. И., 116  
Лёвкина А. В., 126

## М

Максимова А. Ю., 122  
Миненко А. С., 126, 192

## Н

Некрылова Ю. В., 130  
Никитина А. А., 135  
Ниценко А. В., 141

## О

Орлов Ю. К., 130  
Остриков П. П., 145

## П

Пикалёв Я. С., 150  
Постнов С. С., 157  
Прийменко С. А., 161  
Пшекоп В. Ю., 165

**Р**

Радевич Е. В., 126  
Руденко М. П., 170

**С**

Саитова Г. А., 176  
Сальников И. С., 182  
Сальников Р. И., 182  
Свинорев Ю. А., 187  
Семёнова А. П., 192  
Слюсаренко А. В., 206  
Смирнов И. А., 197  
Сосенушкин С. Е., 13  
Строкина Л. А., 206  
Стукалов А. А., 234  
Сушко С. А., 161

**Т**

Тарасова И. А., 211  
Тимофеев А. И., 217  
Титов А. Е., 101

**Ф**

Фазилова К. Н., 8

**Х**

Хрипунов С. С., 227

**Ш**

Шелепов В. Ю., 141  
Шоскальне В. М., 239

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Анцыферов С. С., Фазилова К. Н.</b> Принципы практической реализации интеллектуальных информационных систем .....	8
<b>Бельченко Ф. М., Сосенушкин С. Е.</b> Этические проблемы применения искусственного интеллекта в робототехнике .....	13
<b>Белюрко Н. М.</b> Актуальные проблемы искусственного интеллекта в XXI веке ....	19
<b>Близно М. В.</b> Нейронные сети. Реализация нейронных сетей в MATLAB .....	23
<b>Большакова С. А.</b> Об автоматизированных системах адаптации русскоязычных текстов .....	27
<b>Бутов О. А.</b> Заставь машину думать: как развивают искусственный интеллект у роботов (по материалам «Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019» подготовленного специалистами СБЕРБАНКа) .....	32
<b>Варламов О. О.</b> Перспективы искусственного интеллекта и новое стратегическое направление развития – «Этика роботов» ....	37
<b>Вовнянко А. С.</b> N-уровневая архитектура автоматизированной информационной системы «Электронная отчётность для органов государственной статистики Донецкой Народной Республики» .....	50
<b>Волков А. В.</b> Информационная модель нервной системы живого организма ....	53
<b>Гришаев К. А.</b> Преимущества применения инструментов разработки пользовательского интерфейса VueJS при создании программного обеспечения .....	57
<b>Дмитрюк Т. Г.</b> Проблемы прогноза и управления планированием производственной программы предприятия .....	60

<b>Ермолов И. Л.</b>	
О некоторых аспектах зрительного восприятия информации оператором мобильного робота .....	66
<b>Зуев В. М.</b>	
Использование нейросети для управления механизмами (подъема мишеней) .....	69
<b>Каляев И. А., Капустян С. Г.</b>	
Мультиагентное управление «умным производством» .....	74
<b>Клюшанова Т. Д., Кравченко Н. М., Бондарчук В. В.</b>	
Интеллектуальные базы знаний по обработке, анализу и распознаванию компонент функционала психофизиодиагностики .....	80
<b>Корчажкина О. М.</b>	
Искусственный интеллект или искусственная личность? .....	83
<b>Кравченко Н. М., Клюшанова Т. Д., Бондарчук В. В.</b>	
Распознавание параметров variability сердечного ритма по кардиосигналу процессе баротерапии .....	89
<b>Криводубский О. А.</b>	
Реальность, фантазии, гипотезы .....	96
<b>Кутахов В. П., Титов А. Е.</b>	
Использование технологий искусственного интеллекта в задаче управления перспективными беспилотными авиационными системами .....	101
<b>Левин В. И.</b>	
Логико-автоматный способ математического моделирования истории .....	106
<b>Левин В. И.</b>	
Математическая модель измерения и обнаружения коррупции.....	110
<b>Левин И. И., Касаркин А. В.</b>	
Решение интеллектуальных графовых NP-полных задач на реконфигурируемых вычислительных системах.....	116
<b>Максимова А. Ю.</b>	
Формирование обучающих примеров для класса «все остальные» в задаче распознавания образов .....	122
<b>Миненко А. С., Лёвкина А. В., Радевич Е. В.</b>	
Построение и анализ нелинейных математических моделей...	126

<b>Некрылова Ю. В., Орлов Ю. К.</b> Аутсорсинг в сфере информационных технологий как инструмент повышения качества услуг.....	130
<b>Никитина А. А.</b> Анализ достижений научных исследований и инноваций в области искусственных нейронных сетей (ИНС).....	135
<b>Ниценко А. В., Шелепов В. Ю., Большакова С. А.</b> О некоторых подходах к автоматическому извлечению информации из текста.....	141
<b>Остриков П. П.</b> Вокселизация облака точек, полученных от 3d сенсоров мобильного робота, с целью уменьшения размера входных данных нейросетевых алгоритмов распознавания образов.....	145
<b>Пикалёв Я. С.</b> Разработка метода автоматического определения диктора на основе искусственных нейронных сетей для задачи формирования речевой базы.....	150
<b>Постнов С. С.</b> Определение труднопроходимых участков окружающей среды путем обработки изображений.....	157
<b>Приименко С. А., Сушко С. А.</b> Построение сети для распознавания рукописных цифр на основе задачи классификации.....	161
<b>Пшекот В. Ю.</b> Анализ моментов случайной величины логарифма прироста цены финансовых инструментов.....	165
<b>Руденко М. П.</b> Виртуальная реконструкция утраченных памятников архитектуры с применением алгоритма синтеза моделей трехмерных объектов по их изображению.....	170
<b>Саитова Г. А., Елизарова А. В.</b> Алгоритм интеллектуального анализа данных результатов испытания работы двигателя.....	176
<b>Сальников И. С., Сальников Р. И.</b> Методы, средства и адепты безмедикаментозной терапии для целей построения системы интеллектуально-духовной реабилитации и саморегуляции психоэмоциональных состояний личности.....	182

<b>Свинорев Ю. А., Гутько Ю. И., Батышев К. А.</b> Разработка подхода к формированию модулей показателей для создания интеллектуальных систем на основе нейронных сетей обеспечивающих ресурсоэффективные режимы технологий производства отливок.....	187
<b>Семёнова А. П., Миненко А. С.</b> Анализ методов распознавания выражений лица .....	192
<b>Смирнов И. А.</b> Угрозы безопасности ОС. Реагирование и предотвращение угроз ..	197
<b>Строкина Л. А., Слюсаренко А. В.</b> Социальная ответственность в рекламе.....	206
<b>Тарасова И. А.</b> Формализация модели системы поддержки принятия решений на основе функций принадлежности нескольких аргументов .....	211
<b>Тимофеев А. И.</b> О новом возможном этапе развития нашего Общества.....	217
<b>Илюхин Ю. В., Хрипунов С. С.</b> Принципы построения системы управления беспилотным летательным аппаратом в неопределенной агрессивной среде .....	227
<b>Дорохина Г. В.</b> Формализованные онтологии и задача построения компьютерной информационной технологии цифрового сбора, обработки и анализа данных .....	229
<b>Стукалов А. А., Ангелис Д. Н.</b> Роботизированные системы в дорожном строительстве .....	234
<b>Бушуев Р. А., Девяткин А. В., Зыков Д. А., Шоскальни В. М.</b> Применение миварных баз данных и правил для сайта для людей с недостатками по зрению .....	239

Международный рецензируемый научно-теоретический журнал  
**«ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА» / International Peer-Reviewed  
Scientific Journal «Problems of Artificial Intelligence», ISSN 2413-7383**

Журнал публикует результаты  
фундаментальных и прикладных исследований  
по проблемам искусственного интеллекта  
следующих приоритетных направлений:  
01.01.00 «Математика»  
05.13.00 «Информатика, вычислительная техника  
и управление».

Журнал включен в перечень: ВАК ДНР,  
РИНЦ, ВИНИТИ РАН, CyberLeninka.

**Подписной индекс журнала:**

Министерство связи ДНР ПП «Почта Донбасса» 28037

**Главный редактор**

**д.ф.-м.н., профессор В. Ю. Шелепов**

ГУ ИПИИ»:

83048, г. Донецк, ул. Артема, дом 118 Б, тел. +38 (062) 311-72-01,

[maxpvn77@gmail.com](mailto:maxpvn77@gmail.com); [redakcija\\_intellekt@mail.ru](mailto:redakcija_intellekt@mail.ru)

Сайт журнала : <http://paijournal.guiaidn.ru>



*Сокращенное название журнала PAI*

Научное издание

Материалы

Донецкого международного научного круглого стола

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: теоретические аспекты, практическое применение

Ответственный редактор **Иванова С.Б.**

Технический редактор **Пигуз В.Н.**

Компьютерная верстка **Ивашко К.С.**

Дизайн обложки **Большакова С.А.**

Подписано в печать 28.07.2020. Формат 60×84/16. Уч.-изд. лист. 14,48. Тираж 300 экз.

Зак. № 50/20 от 27.05.2020. Цена договорная.

Издатель и изготовитель Государственное учреждение

«Институт проблем искусственного интеллекта»

83048, г. Донецк, ул. Артема, 118 б; тел. +38 (062) 311-72-01

e-mail: [maxpvn77@gmail.com](mailto:maxpvn77@gmail.com)