

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



ДОНЕЦКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ КРУГЛЫЙ СТОЛ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ:
теоретические аспекты, практическое применение

25 мая 2022
г. Донецк

УДК 004.89
ББК 32.973
И85

И 85 **Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение** : материалы Донецкого международного научного круглого стола. – Донецк : ГУ «ИПНИ», 2022. – 208 с.

Материалы Донецкого международного научного круглого стола «Искусственный интеллект. теоретические аспекты, практическое применение» (ИИ-2022) представляют собой доклады участников Круглого стола по актуальным вопросам развития молодой науки под названием «искусственный интеллект», цифровизации, информации и вычислительных ресурсов для пользователей, совершенствования системы подготовки специалистов в этой области, разработки и внедрения информационно-компьютерных технологий и интеллектуальных и роботехнических систем.

УДК 004.89
ББК 32.973

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Донецкий международный научный Круглый стол проводится традиционно весной в рамках Международного научного форума ДНР «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие».

Все участники круглого стола равноправны

ЦЕЛЬ РАБОТЫ КРУГЛОГО СТОЛА «ИИ-2022»

- 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

ОРГАНИЗАТОР КРУГЛОГО СТОЛА «ИИ-2022»

ГУ «Институт проблем искусственного интеллекта»
ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

- Российской ассоциации искусственного интеллекта, РФ Москва
- Государственного комитета по науке и технологиям Донецкой Народной Республики, Донецк
- Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики
- Международного рецензируемого журнала «Проблемы искусственного интеллекта», Донецк
- Научно-исследовательского институт многопроцессорных вычислительных систем имени академика А.В. Каляева Южного федерального университета (НИИ МВС ЮФУ), РФ Таганрог

- ООО НТЦ «Многопроцессорных вычислительных систем», РФ Таганрог

ТЕМАТИКА КРУГЛОГО СТОЛА «ИИ-2022»

1. Интеллектуальные информационные системы различного назначения в государственном управлении, экономике, науке, образовании, культуре и социальной сфере.
Модератор Г.В. Дорохина
2. Фундаментальные проблемы искусственного интеллекта. Диагностика и медико-биологические исследования психоэмоциональных характеристик человека и его интеллектуальной деятельности. Психологические и философско-методологические аспекты развития искусственного интеллекта ИИ
Модератор к.т.н. И.С. Сальников
3. Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы и их компоненты. Прикладные системы на основе нейронных сетей
Модератор В.М. Зуев
4. Системы распознавания и синтеза речи, анализа текстов с использованием перспективных технологий искусственного интеллекта.
Модератор проф. В.Ю. Шелепов
5. Системный анализ, оптимизация, управление, принятие решений и обработка информации, интеллектуальный анализ данных
Модератор к.т.н. доцент О.А. Криводубский
6. Развитие методов и средств обеспечения информационной безопасности систем и сетей. Интеллектуальные системы оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации.
Модератор ведущий инженер В.В. Фролов
7. Автоматизированные средства проектирования средств имитационного моделирования.
Модератор ведущий инженер О.А. Бутов

В Донецком международном Круглом столе заочно принимают участие учёные и научные сотрудники 16 учебных, научно-исследовательских и научно-производственных организаций из разных городов Российской Федерации, Донецкой Народной Республики и Луганской Народной Республики, в их числе 1 академик РАН, 12 докторов наук и 11 кандидатов наук из следующих научных и образовательных учреждений:

- РАИИ, Российская ассоциация искусственного интеллекта, г. Москва, Россия
- МИРЭА, Российский технологический университет РТУ Московский институт радиоэлектроники, г. Москва, Россия
- Московский государственный технический университет им. Баумана, г. Москва, Россия
- ФГБОУ ВО Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), г. Москва, Россия
- ФГБУ НИЦ «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского», г. Москва, Россия
- Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского, г. Москва, Россия
- ФГБУ Центральный научно-исследовательский институт проектирования Минстроя РФ, г. Москва, Россия
- ФГБУ «НИИ Центр подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина», Моск. обл., п. Звёздный городок, Россия
- Частное образовательное учреждение высшего образования «Московский университет имени С.Ю. Витте», г. Москва, Россия

- ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический институт», г. Пенза, Россия
- Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина), Россия
- ВНИИЭФ, Институт теоретической и математической физики Нижегородская область, г. Саров, Россия
- ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
- ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина», г. Донецк
- ГОУ ВПО ЛНР Луганский государственный университет имени Владимира Даля, г. Луганск
- ГУ ИПИИ «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
В ГОСУДАРСТВЕННОМ УПРАВЛЕНИИ,
ЭКОНОМИКЕ, НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ,
КУЛЬТУРЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ

С. С. Анцыферов, А. С. Сигов, К. Н. Фазилова

**МЕТОДОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

*МИРЭА – Российский технологический университет,
г. Москва, Россия, c_standard@fel.mirea.ru*

Тенденция создания сложных информационных технических систем, особенно с элементами искусственного интеллекта, со все более широким использованием когнитивных технологий обусловлена тем, что к настоящему времени разработан ряд формализованных моделей мыслительных процессов, отражающих современные гипотезы о их протекании в мозге человека, т.е. когнитивных моделей. Интеллектуальные системы, использующие такие модели, приобретают возможности оперирования приобретаемыми знаниями при решении сложных задач. Можно сказать, что в таких системах симулируется работа мозга человека в рамках понимания ее на сегодняшний день. Наиболее перспективны разработки в области когнитивных нейробиологических систем с самоорганизацией и ассоциативной памятью на основе комбинирования логической и нейронной когнитивных парадигм, что фактически означает переход к аппаратной реализации обучаемых интеллектуальных систем нейробиологического типа. Ожидается, что на этом пути могут быть созданы системы со сложностью поведения, приближающейся к человеческой.

Основу построения интеллектуальных систем (ИС) составляют принципы многокомпонентности и многосвязности. Будем полагать, что между элементарными компонентами (ЭК) системы могут в процессе адаптации (обучения или самообучения) устанавливаться стохастические связи (каждого с каждым), обеспечивающие их информационное взаимодействие и тем самым решение конкретной задачи из той или иной предметной области. В состав элементарного компонента входят: основная база знаний (БЗ) и ряд подсистем, предназначенных для извлечения знаний, обработки внешней и внутренней информации, формирования цели, обучения и самообучения, контроля и диагностики, диалогового общения. ЭК могут функционировать как автономно, так и в интерактивном режиме.

В ходе функционирования всех ЭК, входящих в состав ИС, происходит установление межкомпонентных связей путем постоянного взаимного информирования, представляющего собой семантическую операцию, содержащую множество взаимосвязанных процедур: генерирование, передача, прием, хранение, восприятие, понимание, принятие решения.

Особенности подобных систем обусловлены наличием в их составе активных элементов, т.е. элементов, способных самостоятельно принимать решения. Особенности носят, как правило, двойственный характер: они являются новыми свойствами, полезными для системы, ее приспособляемостью к изменяющимся условиям, но в то же время вызывают неопределенность. К основным особенностям можно отнести: нестационарность (изменчивость, нестабильность) отдельных параметров, стохастичность, а часто и непредсказуемость поведения; способность адаптироваться к изменяющимся условиям и помехам; принципиальная неравновесность, что создает проблему устойчивости; способность проявлять негэнтропийные тенденции, что обусловлено

наличием активных элементов; способность вырабатывать варианты поведения и изменять свою структуру, выходить на новый уровень эквифинальности, сохраняя при этом целостность и основные свойства; способность и стремление к целеобразованию (основа негэнтропийных процессов).

Отображение интеллектуальных систем в виде самоорганизующихся систем позволит исследовать процессы обработки информации и знаний с большой неопределенностью на начальном этапе проектирования (постановки задачи).

Литература

1. Antsyferov S. S. Adaptive data processing of isotropic space-time fields [Текст] / S. S. Antsyferov, N. N. Evtikhiev // Journal of Optical Technology. – 2006. – Т. 73, № 10. – С. 702-706.
2. Анцыферов С. С. Повышение интеллектуального потенциала адаптивных информационно-распознающих систем [Текст] / С. С. Анцыферов // Искусственный интеллект. – 2010. – № 4. – С. 330-336.
3. Анцыферов С. С. Общие принципы построения и закономерности функционирования интеллектуальных систем [Текст] / С. С. Анцыферов // Искусственный интеллект. – 2011. – № 3. – С. 6–15.
4. Анцыферов С. С. Оценка уровня качества интеллектуальных систем [Текст] / С. С. Анцыферов // Искусственный интеллект. – 2013. – № 3. – С. 316-323.
5. Анцыферов С.С. Стандартизация процессов проектирования когнитивных систем [Текст] / С. С. Анцыферов, К. Н. Фазилова // XVI Международная научно-практическая конференция «Современные концепции научных исследований» – Москва: Евразийский Союз Ученых, 2015 г. – № 7(16). – С.153-154.

Е. Н. Едемская, Д. В. Бельков

АНАЛИЗ МОДЕЛИ НЕЙРОНА КИАЛВО

*ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»,
г. Донецк, edemskevg@gmail.com, belkovdv@list.ru*

Одним из важных направлений разработки систем искусственного интеллекта является теория нейронных сетей. При изучении информационных свойств нейронных сетей необходимо выбрать кодовое пространство, которое состоит из носителя информации и способа кодирования. Носителями информации в нейронных ансамблях являются уединенные импульсы (спайки) и пачки импульсов (бёрсты). Бёрсты представляют собой группы спайков, идущих подряд друг за другом и перемежаемых периодами отсутствия активности [1], [2]. Генерация бёрстов является одной из важных форм нейронной активности. Для генерации бёрстов с помощью систем с непрерывным временем требуется трёхмерная нелинейная система дифференциальных уравнений. Существуют дискретные модели в форме двумерных отображений, которые достаточно хорошо воспроизводят режим спайк-бёрстовых колебаний. Одной из них является модель нейрона Киалво. Исследование этой модели – актуальная задача, позволяющая понять, как происходят преобразования временной информации в памяти человека и его органах чувств.

Целью статьи является анализ динамики нейрона. В работе решаются задачи построения и исследования модели Киалво. Показаны результаты вычислительного эксперимента, выполненного в среде Scilab.

Модель Киалво имеет вид:

$$\begin{cases} x_{i+1} = x_i^2 e^{y_i - x_i} + I \\ y_{i+1} = ay_i - bx_i + c \end{cases} \quad (1)$$

В системе (1) переменная x воспроизводит динамику мембранного потенциала, y – восстанавливающая пере-

менная, a , b , c , I являются параметрами: a – константа времени восстановления ($a < 1$), b определяет степень зависимости восстанавливающих процессов от уровня активности, c – постоянное смещение, параметр I характеризует действие ионных токов, инжектированных в нейрон. В зависимости от управляющего параметра I динамика модели может быть различной [3].

Для исследования системы (1) выполнен вычислительный эксперимент в среде Scilab при стандартных значениях параметров $a = 0,89$, $b = 0,18$, $c = 0,28$ и различных значениях управляющего параметра I . Результаты показаны на рис. 1–8. При $I=0,03$ и $I=0,04$ система имеет хаотический аттрактор и генерирует хаотические спайк-бёрстовые колебания. Если $I=0,06$, то устанавливаются периодические спайковые колебания. При $I=0,08$ спайковые колебания являются затухающими.

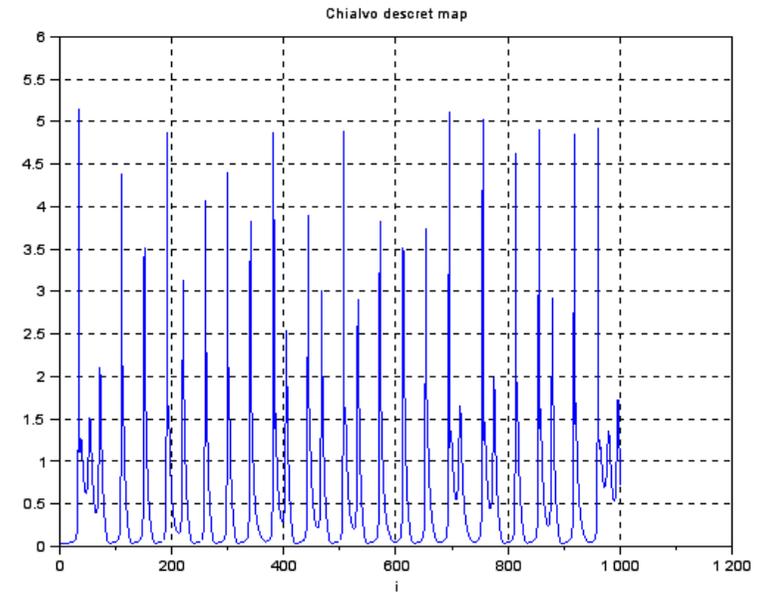


Рисунок 1 – Хаотические спайк-бёрстовые колебания при $I=0,03$

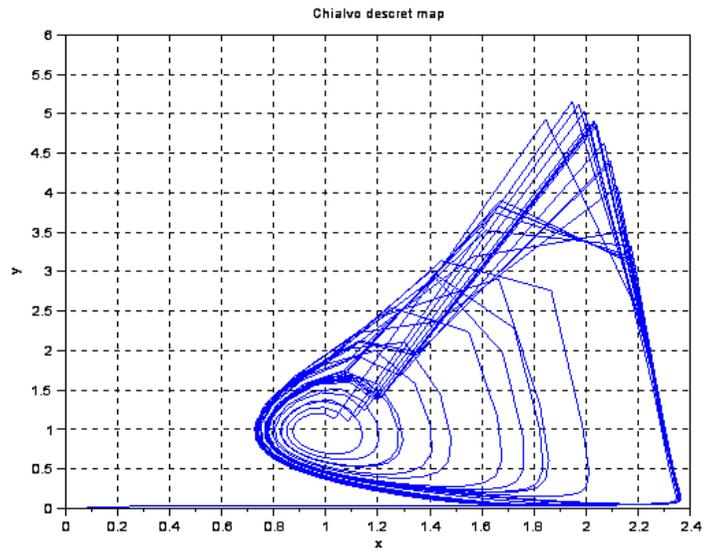


Рисунок 2 – Хаотический аттрактор при $I=0,03$

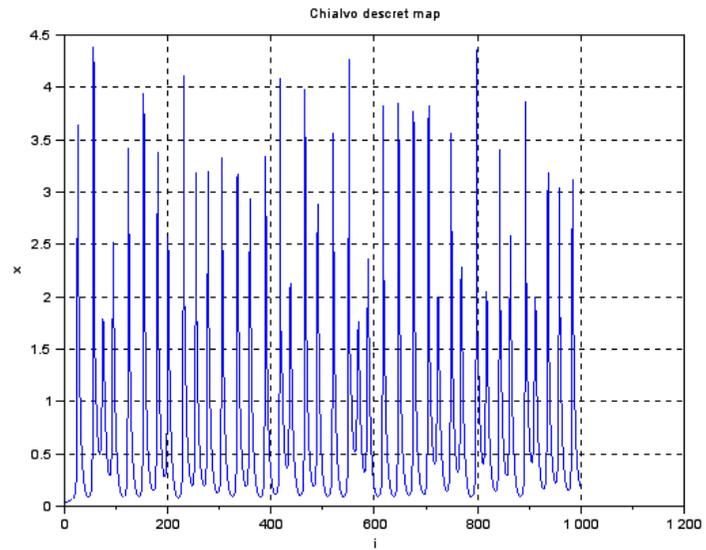


Рисунок 3 – Хаотические спайк-бёрстовые колебания при $I=0,04$

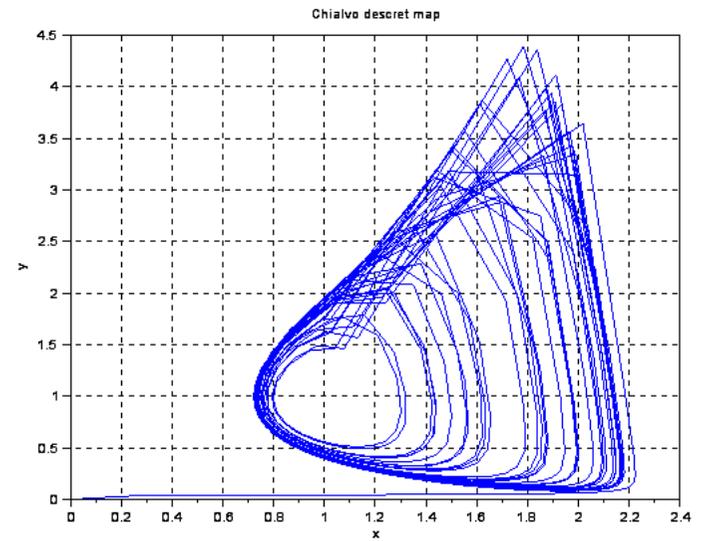


Рисунок 4 – Хаотический аттрактор при $I=0,04$

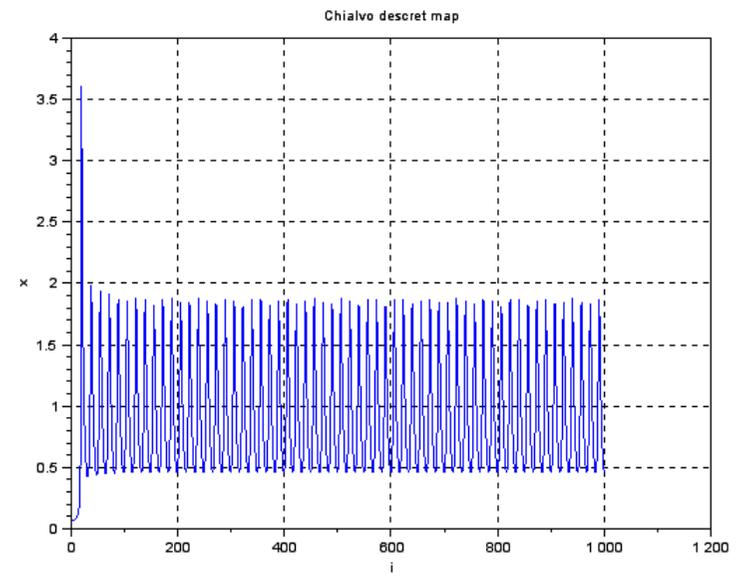


Рисунок 5 – Периодические спайковые колебания при $I=0,06$

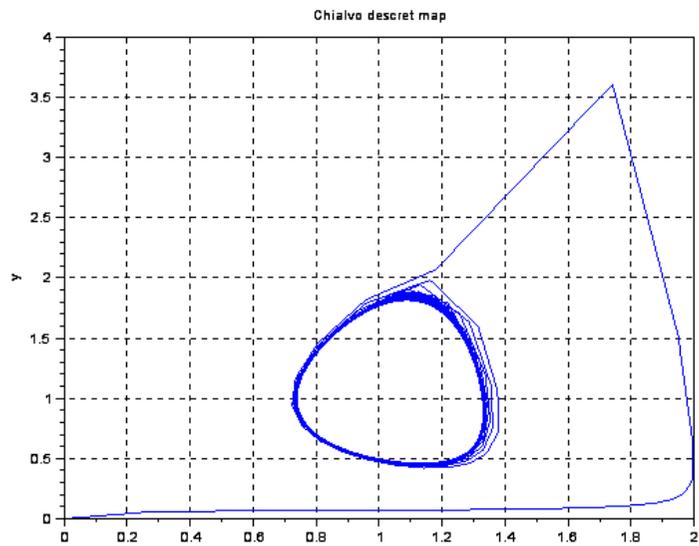


Рисунок 6 – Аттрактор системы при $I=0,06$

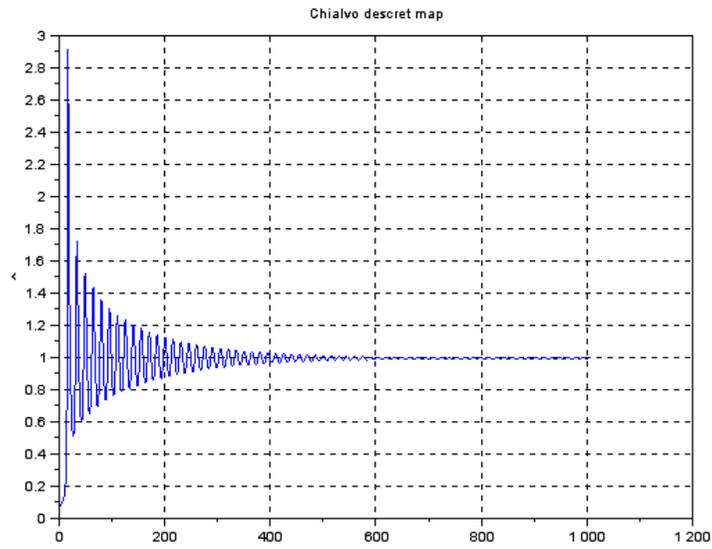


Рисунок 7 – Затухающие колебания при $I=0,08$

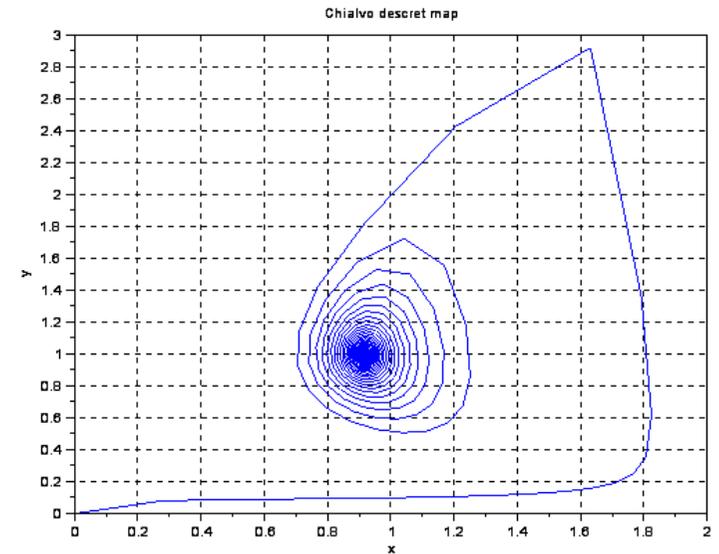


Рисунок 8 – Аттрактор системы при $I=0,08$

В работе проанализирована динамика модели нейрона Киалво. Вычислительный эксперимент выполнен в среде Scilab. Получены следующие результаты. При управляющем параметре, изменяющемся в интервале от $I=0,03$ до $I=0,05$, система имеет хаотический аттрактор и генерирует хаотические спайк-бёрстовые колебания. Если $I=0,06$, то устанавливаются периодические спайковые колебания. При $I=0,08$ спайковые колебания становятся затухающими.

Литература

1. Мазуров М. Е. Механизмы инвариантного помехоустойчивого кодирования в импульсных нейронных сетях [Электронный ресурс] / М. Е. Мазуров. – Режим доступа: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=izvfiz&y=2020&v=84&n=1&a=IzvFiz2001022Mazurov>
2. Панкратова Е. В. Синхронизация хаотических колебательных процессов в сетях нейродинамических элементов [Текст] / Е. В. Панкратова. – Нижний Новгород : Нижегородский госуниверситет, 2017. – 54 с.

3. Нелинейные динамические модели нейронов: Обзор.
[Электронный ресурс] / Дмитричев А.С., Касаткин Д.В.,
Клинышов В.В., Кириллов С.Ю., Масленников О.В., Шапин Д.С.,
Некоркин В.И. // <https://cyberleninka.ru/article/n/nelineynye-dinamicheskie-modeli-neuronov-obzor>

Н. М. Кравченко, С. Б. Иванова, В. В. Бондарчук

**УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-
АНАЛИТИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ
НА БАЗЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

*Государственное учреждение «Институт проблем
искусственного интеллекта», г. Донецк*

Современный этап социально-экономического развития – время цифровой трансформации всех секторов экономики, взаимодействия платформ цифровых двойников участников этого процесса. Цель научных исследований – разработка перспективных IT-технологий для эксплуатации в любых кластерах экономики, их применение для нужд группы компаний.

Разработаны архитектура структурированной компьютерной сети, конфигурации сервера, рабочей станции центрального офиса; функции процессов на серверах; оборудование для стыковки сервера и рабочих станций; рекомендации выбора оборудования для подключения подразделений в Интернет; требования к основному и дополнительному серверам баз данных, расписание репликации [1, с. 39]. Спроектирован комплекс мероприятий для обеспечения сохранности данных мультисервисной суперкомпьютерной сети. Технологии RAID-массивов; Executive Diskeeper v7.0, RAID-контроллер, Active Directory, NTFS-разрешения информационных ресурсов, разделы групповых политик на уровне домена, подразделений, виртуальная частная сеть;

гибкий инструмент определения прав пользователя в системе; централизованное управление мероприятиями по антивирусной защите рабочих станций [2, с. 82]. Проект предназначен для решения следующих подзадач: суперкомпьютерная сеть центрального офиса, 20 министерств и 40 предприятий Республики [3, с. 26].

Опыт разработки и практика внедрения цифровых платформ, мультисервисных автоматизированных систем управления и автоматизированных рабочих мест прикладного назначения позволяет решать новые актуальные задачи. Инновационный проект, направленный на поддержку промышленного сектора, интегрирует мониторинговые информационно-аналитические системы, формирует типовые для промышленной деятельности формы аналитики.

Жизненный цикл веб-приложений, включает события: инициализация страницы, определение адаптера устройства при формировании вывода страницы; с целью повышения производительности адаптер кэшируется, поэтому его поиск для каждого пользовательского агента производится один раз; загрузка состояния представления; загрузку данных возврата страницы; загрузка пользовательского кода; отправку уведомлений об изменении возвращенных данных формы; пользовательские события на данном этапе не генерируются; обработка события возврата формы, страница выполняет код, связанный с событием, которое вызвало возврат формы; предрендеринг, код получает последнюю возможность внести какие-либо изменения, производится разбивка на страницы, вывод страницы формируется с учетом параметров разбивки; сохранение состояния представления, состояние страницы сериализуется в строку, которая затем сохраняется – обычно в виде скрытого поля, пользовательские события на данном этапе не генерируются; рендеринг страницы, страница генерирует вывод, который будет направлен клиенту, за вывод дочерних

элементов управления в нужном порядке отвечает адаптер; выгрузка страницы, на этом этапе адаптер устройства выполняет необходимые финальные операции.

Функциональная модель информационной системы промышленности включает в себя комплекс задач: регистрация промышленных предприятий и пользователей с набором прав; ввод и редактирование данных о предприятии и видах производимой продукции; подготовка текстов заявлений различных видов; отправка заявлений в Министерство промышленности и торговли (МПТ); работа с поступившими в МПТ заявлениями; подготовка текстов документов (заключений, приказов); формирование и отображение реестров предприятий, промышленной продукции и заключений о производстве продукции на территории республики; формирование выписки из реестра промышленной продукции; редактирование системных справочников. Структурная схема взаимосвязи функциональных модулей системы представлены на рис.1.

Входами системы являются: данные о предприятиях и пользователях, вносимые сотрудниками министерства, которым предоставлены права регистрации пользователей системы; сведения о предприятии и производимой промышленной продукции (адреса производственных площадей, наименование и краткое описание видов продукции и соответствующих им кодов НПП, ТН ВЭД, сведения о документах по стандартизации, направлениях экспорта продукции данного вида), которые вносит в систему представитель предприятия; сведения о решениях, принимаемых сотрудниками уполномоченных подразделений министерства по заявлениям от производителей продукции.

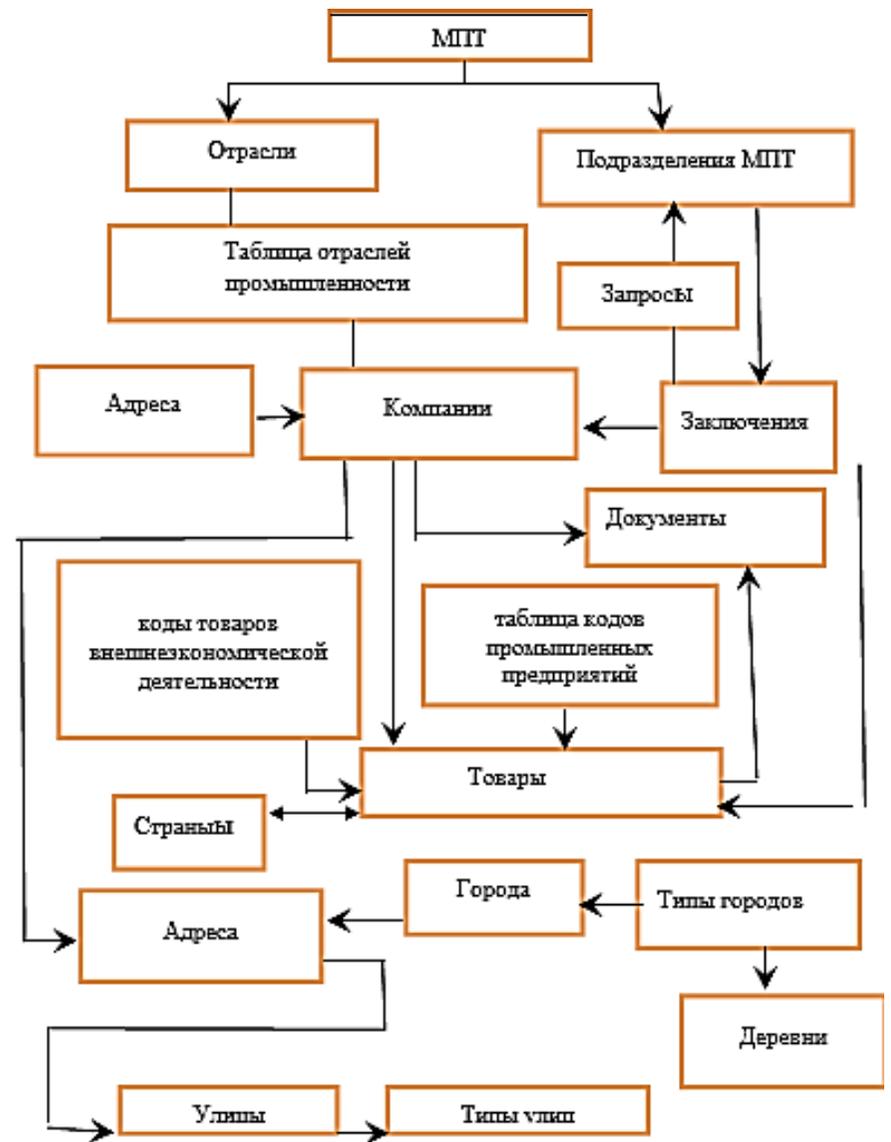


Рисунок 1 – Структурная схема взаимосвязей функциональных модулей системы

Выходные данные системы: сформированные тексты заявлений различного типа (заявление о выдаче заключения о производстве продукции на территории ДНР, заявление об исключении продукции из реестра, о включении в реестр экспортеров и др.); квитанции о приеме документов; тексты документов (заключений, приказов, уведомлений), подготовленные по результатам обработки заявлений от предприятий; реестры предприятий, промышленной продукции, выданных заключений о производстве продукции; выписки из реестра промышленной продукции.

Управляющими элементами системы являются: алгоритмы аутентификации пользователя в системе; алгоритмы контроля вводимой пользователем информации перед отправкой ее на сервер; алгоритмы записи / обновления информации в базе данных; алгоритмы поиска в базе данных запрашиваемой пользователем информации; алгоритмы генерации выходных документов в форматах PDF и DOCX; алгоритмы резервного копирования и восстановления данных.

Механизмами системы являются: серверная платформа с открытым исходным кодом Node.js; СУБД PostgreSQL; библиотека express (web-фреймворк для приложений Node.js); ORM-библиотека sequelize (инструмент взаимодействия между платформой Node.js и реляционными базами данных); библиотека officegen (создание документов форматов MS Office); библиотека node-schedule (планировщик заданий); библиотека dotenv (работа с переменными окружения); библиотека crypto (безопасные криптографические алгоритмы); библиотека read-excel-file (считывание данных из файлов MS Excel); библиотека pdfkit (генерация документов в PDF-формате); AngularJS (JavaScript-фреймворк с открытым исходным кодом).

Формализован информационно-аналитический процесс, сформулирована модель определения соответствия функциональным требованиям, позволяющим осуществить имплементацию. Контроллеры (табл.1) обеспечивают «связь» между пользователем и системой, контролируют и на-

правляют данные от пользователя к системе и наоборот, используют модель и представление для реализации необходимого действия. Актуальный проект, имеет хорошие перспективы дальнейшего развития, в т.ч. коммерциализацию деятельности, что особенно важно для социально-экономического развития Республики.

Таблица 1 – Контроллеры имплементации

Название контроллера	Соответствующая страница приложения
addIndustryCtrl.js	Добавление записи в справочник отраслей промышленности
addSubdivCtrl.js	Добавление записи о подразделении МПТ
adm_addStreetCtrl.js	Добавление записи об улице в справочник
adm_addUserCtrl.js	Регистрация пользователя-сотрудника МПТ администратором
adm_baseController.js	Страница администратора системы
adm_cityDistrictListCtrl.js	Список административных районов в городе
adm_cityListCtrl.js	Список городов и административных районов (республиканского подчинения)
adm_cityDistrictListCtrl.js	Список административных районов города
adm_cityPlusListCtrl.js	Список городов с подчиненными населенными пунктами
adm_countryListCtrl.js	Просмотр списка стран
adm_kvedListCtrl.js	Просмотр списка кодов внешнеэкономической деятельности (КВЭД)

Продолж. табл. 1

adm_nppListCtrl.js	Просмотр справочника кодов номенклатуры продукции промышленности (НПП)
adm_streetListCtrl.js	Просмотр справочника улиц
adm_tnvedListCtrl.js	Просмотр справочника кодов товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД)
adm_usersCtrl.js	Список пользователей – сотрудников МПТ
changeCtrl.js	Изменение пароля пользователем
eo_scanConcCtrl.js	Страница прикрепления скан-копии заключения
eo_viewConclusionsCtrl.js	Просмотр списка готовых заключений
eo_viewRequestsCtrl.js	Просмотр поданных заявлений
exitCtrl.js	Подтверждение выхода из аккаунта
indListCtrl.js	Справочник отраслей промышленности
inpAddressCtrl.js	Страница ввода данных об адресе
lk_addProductCtrl.js	Страница ввода / редактирования данных о виде продукции
lk_addRequestCtrl.js	Подготовка заявления о выдаче заключения / исключении продукции из реестра
lk_addRequestExpCtrl.js	Подготовка заявления о включении в реестр экспортеров
lk_companyCtrl.js	Ввод / редактирование данных о предприятии

Литература

1. Бондарчук В. В. Мультисервисная суперкомпьютерная сеть управления процессами социально-экономического развития [Текст] / Бондарчук В. В., Отв. ред. к.э.н. Герман Юрьевич Гуляев // EUROPEAN RESEARCH: сборник статей XXVI Международной научно-практической конференции – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2020. – 218 с. – С. 39–43.
2. Бондарчук В.В. Профилактические мероприятия для обеспечения сохранности данных в суперкомпьютерной сети [Режим доступа] / Бондарчук В. В. // European Scientific Conference: сборник статей XX Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – 368 с. – С. 82-86.
Электронный ресурс :
<https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2020/05/МК-796.pdf>
3. Бондарчук В.В. Методики настройки правил брандмауэра мультисервисной суперкомпьютерной сети [Текст] / Бондарчук В. В. // Евразийский союз ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал. – 2020. – № 6 (75) – 1 часть. – С. 26-36. – DOI: 10.3168/ESU.2020.1.75.828

Е. П. Меньшикова

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

*Центральный научно-исследовательский институт проектирования
Минстроя России, г. Москва, (ФГБУ ЦНИИП Минстроя РФ)*

Диапазон применения искусственного интеллекта в проектной деятельности обширен, причем для различных направлениях: архитектуры, конструктивные решения, инженерные сети, и др. Их так много, что не стоит даже пытаться перечислять, какие программы для этого созданы. Но как ни парадоксально, целостного программного продукта для градостроительного проектирования не создано.

Нельзя сказать, что программы для проектирования зданий (объектов капитального строительства – ОКС) слишком просты для специалистов – создателей таких программ. Первые программы компаний «Autodesk.» и «Graphisoft» были созданы в начале 80-х годов 20 столетия. С тех пор минуло 30 лет. Программирование за это время сделало невиданный рывок. Наряду с совершенствованием «ветеранов» создаются новые программы: и узкопрофильные и более широкого спектра применения. Уже давно внедрена в мире система BIM (Building Information Modeling). В России она поменяла название на ТИМ (технология информационного моделирования).

ТИМ (BIM) предполагает непрерывность цепочки проектирования ОКС, его согласования, строительства и эксплуатации. В этой системе, несмотря на казалось бы «несовместимость» проектной информации, (например принципы архитектурно-пространственного проектирования и конструктивно-расчетного имеют принципиальное различие) удалось связать в единый взаимно работающий организм с помощью открытого нейтрального формата обмена данными (IFC (Industry Foundation Classes)).

Для градостроительного проектирования, имеющего тоже свою специфику, не нашлось энтузиастов, попытавшихся занять образовавшуюся брешь [1], [2].

Остановимся на принципах, которые заложены в программы архитектурного проектирования зданий и попытаемся спрогнозировать основы алгоритмов, связанных с содержанием градостроительного проекта.

Традиционный Архитектурный проект здания [3] включает в себя: планы, фасады, разрезы, отдельные узлы здания, экспликацию помещений, спецификацию элементов (окна, двери и др.), технико-экономические показатели (площади, объемы). В самых первых программах компании Graphisoft все основные характеристики здания были взаимоувязаны

алгоритмами так, что любой внесенный в работу элемент учитывался программой со всеми его параметрами и позволял на текущей стадии проектирования получать полную характеристику здания, как графическую (фасады, разрезы, 3Д-изображение), так и численную (площади стен, этажей, здания, и др.).

Налицо комплексное отношение к архитектурному объекту. При проектировании практически не требуется вмешательства иных дополнительных инструментов.

По-иному складывается проектирование градостроительных объектов. Для проектирования нельзя воспользоваться единым программным продуктом. С этой целью используют: чертежную (2Д) программу, чаще AutoCAD. Отдельными ресурсами выполняются: вертикальная планировка территории; проверка на обеспеченность инсоляцией и требований по обеспеченности инфраструктурой (социальной, инженерной, транспортной), которые выполняются раздельно без автоматизированной проверки на соответствие нормативным требованиям. Техно-экономические показатели не выстраиваются автоматически с внесением корректив в проект (этажность, плотность застройки; удельный вес озелененных территорий; территории, занятые под объекты различного назначения и др.); оценка архитектурно-композиционных решений и др. Казалось бы, пусть вес остается по-прежнему, ведь справляются же проектировщики. С этим нельзя согласиться.

Например, можно было не создавать программы для бухгалтера (1С), могли бы пользоваться программой Microsoft Excel. Ведь справлялись.

Если учесть, что градостроительное проектирование не сопоставимо с бухгалтерскими расчетами, и трудоемкость также не сопоставима, смеем утверждать, что еще вчера назрела необходимость в разработке программного продукта.

Содержание Градостроительных проектов иное [4]. Так проект застройки состоит из плана отведенной терри-

тории, на которой размещаются все элементы проекта (Здания и сооружения, дороги, площадки, озелененные территории). Причем все элементы должны строго соответствовать нормативным требованиям. В частности: все здания должны быть обеспечены нормативной инсоляцией, расстояния между зданиями и проезды должны отвечать противопожарным требованиям, плотность застройки не должна превышать нормативную, набор социальной инфраструктуры и ее размещение также должно удовлетворять нормативам. Вся территория должна иметь соответствующую вертикальную планировку для стока воды и нормативные уклоны дорожно-тропиночной сети.

В настоящее время с помощью чертежных программ (в основном – AutoCAD) выполняется планировочное размещение объектов. Программа не может проверить ошибочность решений. Имеются отдельные программы по проверке инсоляции зданий и отдельные по выполнению вертикальной планировки.

Для проверки архитектурной композиции проектировщики пользуются совместимой с AutoCAD системой ArcGIS, дающая возможность редактирования схем в системе уже существующих картографических слоев (из Геоинформационной системы-ГИС).

Как видно из сравнения подходов по цифровизации проектных процессов, градостроительство ведется разрозненно, не имея единой оболочки, в которой функционирует проект застройки.

Проводя аналогию с объемным проектированием, целесообразно поставить задачу создания целостной градостроительной программы, в которой бы действовали алгоритмы, учитывающие запросы правил проектирования. Причем, так же как для зданий на любом этапе проектирования можно было получать полную информацию обо всех составляющих проекта (рис. 1):



Рисунок 1 – Цифровизация архитектурного проектирования

Этажность, площади застройки, плотность застройки, численность квартир (проектная численность населения), достаточность в учреждениях образования, медицинских учреждениях, достаточность озелененных территорий, удовлетворенность солнечной инсоляцией и другие.

Выводы. В условиях всестороннего распространения цифровых технологий и создания бесшовных технологий в цифровизации архитектурно-строительного проектирования представляется весьма актуальной разработка и внедрение специальных программ градостроительного проектирования с их обязательным включением в ТИМ-системы.

Литература

1. Меньшикова Е. П. Градостроительство, как элемент развития BIM-технологии [Текст] / Е. П. Меньшикова, А. М. Лола, У. А. Лола // Проблемы искусственного интеллекта. – Донецк, 2019. – № 1 (12). – С. 64-70

2. Меньшикова Е.П. Бесшовность архитектурно-градостроительных BIM? [Текст] / Е. П. Меньшикова // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы IV Международной научно-практической конференции BIMAS 2021. СПбГАСУ. – СПб., 2021. – С. 192-199
3. ГОСТ 21.501-2018. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений.
4. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 01.05.2022) ГрК РФ Статья 30. Правила землепользования и застройки.

О. Л. Нижникова, Д. А. Гаркуша, Г. В. Дорохина

СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МЯГКИХ МОДЕЛЕЙ

*Государственное учреждение «Институт проблем
искусственного интеллекта», г. Донецк*

Технологии дистанционного обучения и тестирования к настоящему времени получили широкое распространение. Они активно впитывают другие достижения и идеи информационных технологий, например, теорию распознавания образов и идею адаптивного обучения.

Тестирование может применяться и как средство контроля знаний, и как средство идентификации личности для построения индивидуальной последовательности обучения, когда обучаемый проходит учебные курсы (тесты) в том порядке и объеме, которые наиболее соответствуют его уровню подготовленности и личностным характеристикам.

Учитывая широкое применение тестирования как метода в различных сферах (например: социология, психология, профориентация, профессиональный отбор и др.), актуальным является создание тестов, результаты выполнения которых позволили бы быстро, объективно и адекватно оценивать испытуемых с точки зрения целей тестирования.

Существуют различные модели тестирования [1], например: классическая модель; классическая модель с учетом сложности; модель с возрастающей сложностью; модель с разделением заданий по уровням усвоения; модель с учетом времени ответа на задание; модель с ограничением времени на тест. При компьютерном тестировании может быть применена адаптивная модель или тестирование по сценарию. На основе упомянутых моделей возможно построение комбинированных моделей.

В ряде задач результаты тестирования необходимо отобразить на одну шкалу, например, экзаменационная оценка (шкалы 100-балльная, ECTS и национальная благодаря установленному между ними соответствию можно рассматривать как разновидности одной шкалы).

В реальной жизни много задач, в которых испытуемого (объект) необходимо оценить по нескольким измерениям (неоизмеримым шкалам) и по совокупности указанных оценок получить степень принадлежности испытуемого (объекта) к классу (классам) заданного множества (множеств). Для таких задач более подходят мягкие вычисления.

Термин «мягкие вычисления» введен Лотфи Заде в 1994 году [2]. Он обозначает совокупность неточных, приближенных методов решения задач, зачастую не имеющих решения за полиномиальное время. Такие задачи возникают в области биологии, медицины, гуманитарных наук, робастного управления, менеджменте. Мягкие вычисления используют для обеспечения точного приближения и быстрого решения сложных реальных задач.

Технологии мягких вычислений ориентированы на решение задач управления со слабо структурированными объектами управления, инструментарий мягких вычислений использует технику нечетких систем (нечеткие множества, нечеткую логику, нечеткие регуляторы).

Некоторые характеристики мягких вычислений:

– мягкие вычисления обеспечивают приблизительное, но точное решение реальных задач;

– алгоритмы мягких вычислений адаптивны, поэтому на текущий процесс не влияют никакие изменения в окружающей среде;

– мягкие вычисления помогают пользователям решать реальные проблемы, предоставляя приблизительные результаты, которые не могут решить обычные и аналитические модели;

– основаны на нечеткой логике, генетических алгоритмах, машинном обучении и экспертных системах.

Мягкие вычисления применимы в задаче о назначениях, которая является примером широкого класса проблем, имеющих дело с неопределенностями.

Неопределённости имеют место при решении задач на основе фактов восприятия (перцептивных оценках, представлениях, впечатлениях), задач, связанных с нашими повседневными рассуждениями на основе здравого смысла. В отличие от мягких вычислений, классические вычисления и анализ решений не способны оперировать информацией, основанной на субъективных представлениях.

Рассмотрим применение мягких вычислений на примере задачи профориентации, которая является сложной многокритериальной задачей поиска оптимальной альтернативы решения о назначении. Используем материал работы [3]. В данной задаче будет эффективным использование нечетких бинарных отношений.

Нечетким бинарным отношением Q , заданным на множествах X , Y , называется функция $R: (X, Y) \rightarrow [0, 1]$, которая ставит в соответствие каждой паре элементов $\langle x, y \rangle \in X \times Y$ величину $\mu_Q(\langle x, y \rangle) \in [0, 1]$, где $\mu_Q(\langle x, y \rangle)$ – функция принадлежности данного нечёткого отношения. Символическое определение нечёткого бинарного отношения:

$$Q = \{ \langle x, y \rangle, \mu_Q(\langle x, y \rangle) \mid x \in X, y \in Y, \mu_Q \in [0, 1] \}.$$

Пусть задано три множества: X – множество специальностей; Y – множество психофизиологических характеристик, Z – множество кандидатов [3]. Допустим эти множества принимают следующие значения:

$$X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\},$$

$$Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, y_9, y_{10}\},$$

$$Z = \{z_1, z_2, z_3, z_4, z_5\},$$

где x_1 – менеджер; x_2 – программист; x_3 – водитель; x_4 – секретарь-референт; x_5 – переводчик; y_1 – быстрота и гибкость мышления; y_2 – умение быстро принимать решения; y_3 – устойчивость и концентрация внимания; y_4 – зрительная память; y_5 – быстрота реакции; y_6 – двигательная память; y_7 – физическая выносливость; y_8 – координация движений; y_9 – эмоционально-волевая устойчивость; y_{10} – ответственность; z_1 – Петров; z_2 – Иванов; z_3 – Сидоров; z_4 – Васильева; z_5 – Григорьева.

Нечеткая модель основана на двух бинарных нечетких отношениях \dot{F} и Ψ . Отношение \dot{F} строится на произведении универсумов $X \times Y$ и описывает психофизиологическое профилирование специальностей, а отношение Ψ – на произведении универсумов $Y \times Z$ и описывает психофизиологическое профилирование кандидатов на обучение.

Функции принадлежности $\mu_{\dot{F}}(\langle x_i, y_j \rangle)$ и $\mu_{\Psi}(\langle y_j, z_k \rangle)$ рассматриваемых нечетких отношений представлены табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Функция принадлежности $\mu_{\dot{F}}(\langle x_i, y_j \rangle)$ нечёткого отношения профилирования специальностей

	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}
x_1	0,9	0,9	0,8	0,4	0,5	0,3	0,6	0,2	0,9	0,8
x_2	0,8	0,5	0,9	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5
x_3	0,3	0,9	0,6	0,5	0,9	0,8	0,9	0,8	0,6	0,3
x_4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,9	0,8
x_5	0,7	0,8	0,8	0,2	0,6	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2

Нечеткое отношение соответствия специальностям кандидатов на обучение получают путём применения к нечетким отношениям \mathring{F} и Ψ оператора композиции. Известными операторами композиции являются нечётких отношений являются: max-min, max-prod, max-average. Отличие этих отношений состоит в способе определения функции принадлежности.

Таблица 2 – Функция принадлежности и $\mu_{\Psi}(\langle y_j, z_k \rangle)$ нечёткого отношения профилирования кандидатов

	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5
y_1	0,9	0,8	0,7	0,9	1
y_2	0,6	0,4	0,8	0,5	0,6
y_3	0,5	0,2	0,3	0,8	0,7
y_4	0,5	0,9	0,5	0,8	0,4
y_5	1	0,6	0,5	0,7	0,4
y_6	0,4	0,5	1	0,7	0,8
y_7	0,5	0,8	0,9	0,5	0,4
y_8	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5
y_9	0,8	1	0,2	0,5	0,6
y_{10}	0,3	0,5	0,9	0,6	0,8

Для нечеткого отношения \mathring{F} , заданного на декартовом произведении универсумов $X \times Y$, и нечеткого отношения Ψ , заданного на декартовом произведении универсумов $Y \times Z$, max-min-композиция $\mathring{F} \otimes \Psi$ (или максиминная свёртка нечётких отношений \mathring{F} , Ψ) будет задана на декартовом произведении универсумов $X \times Z$, а его функция принадлежности определяется следующим выражением:

$$\mu_{\mathring{F} \otimes \Psi}(\langle x_i, z_k \rangle) = \max_{y_j \in Y} \{ \min \{ \mu_{\mathring{F}}(\langle x_i, y_j \rangle), \mu_{\Psi}(\langle y_j, z_k \rangle) \} \}.$$

Функция принадлежности $\mu_{\mathring{F} * \Psi}$ max-prod-композиции:

$$\mu_{\mathring{F} * \Psi}(\langle x_i, z_k \rangle) = \max_{y_j \in Y} \{ \mu_{\mathring{F}}(\langle x_i, y_j \rangle) * \mu_{\Psi}(\langle y_j, z_k \rangle) \}.$$

Функция принадлежности $\mu_{\mathring{F} \circ \Psi}$ max-average-композиции определяется следующим образом:

$$\mu_{\mathring{F} \circ \Psi}(\langle x_i, z_k \rangle) = 0,5 * \max_{y_j \in Y} \{ \mu_{\mathring{F}}(\langle x_i, y_j \rangle) + \mu_{\Psi}(\langle y_j, z_k \rangle) \}.$$

В табл. 3 – 5 приведены функции принадлежности $\mu_{T \otimes \Psi}$, $\mu_{T * \Psi}$ и $\mu_{T \circ \Psi}$, которые для наглядности дополнены расшифровкой элементов.

Таблица 3 – Функция принадлежности $\mu_{T \otimes \Psi}$

		z_1	z_2	z_3	z_4	z_5
		Петров	Иванов	Сидоров	Васильева	Григорьева
x_1	менеджер	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9
x_2	программист	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
x_3	водитель	0,9	0,8	0,9	0,7	0,8
x_4	секретарь	0,8	0,9	0,8	0,6	0,8
x_5	переводчик	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7

Таблица 4 – Функция принадлежности $\mu_{T * \Psi}$

		z_1	z_2	z_3	z_4	z_5
		Петров	Иванов	Сидоров	Васильева	Григорьева
x_1	менеджер	0,81	0,90	0,72	0,81	0,90
x_2	программист	0,72	0,64	0,56	0,72	0,80
x_3	водитель	0,90	0,72	0,81	0,63	0,64
x_4	секретарь	0,72	0,90	0,72	0,48	0,64
x_5	переводчик	0,63	0,56	0,64	0,64	0,70

Таблица 5 – Функция принадлежности $\mu_{\Gamma^{\circ\Psi}}$

		z_1	z_2	z_3	z_4	z_5
		Петров	Иванов	Сидоров	Васильева	Григорьева
x_1	менеджер	0,90	0,95	0,85	0,90	0,95
x_2	программист	0,85	0,80	0,75	0,85	0,90
x_3	водитель	0,95	0,85	0,90	0,80	0,80
x_4	секретарь	0,85	0,95	0,85	0,70	0,80
x_5	переводчик	0,80	0,75	0,80	0,80	0,85

Применим Венгерский метод к данным табл. 3 – 5 и получим множество вариантов распределения с максимальной суммой функции принадлежности элементов $x_i z_j$, приведенное в табл. 6.

Таблица 6 – Распределения с максимальной суммой функций принадлежности

Функции принадлежности	$\mu_{\Gamma^{\otimes\Psi}}$	$\mu_{\Gamma^{*\Psi}}$	$\mu_{\Gamma^{\circ\Psi}}$
Вариант распределения			
$(x_3, z_1); (x_4, z_2); (x_5, z_3); (x_2, z_4); (x_1, z_5)$	+	+	+
$(x_3, z_1); (x_4, z_2); (x_5, z_3); (x_1, z_4); (x_2, z_5)$	+	+	
$(x_1, z_1); (x_4, z_2); (x_3, z_3); (x_5, z_4); (x_2, z_5)$	+		
$(x_2, z_1); (x_4, z_2); (x_3, z_3); (x_5, z_4); (x_1, z_5)$	+		

Как видно из табл. 6, для данного примера один из вариантов распределения имеет с максимальной суммой функций принадлежности $\sum x_i z_j$ для всех рассматриваемых нечетких моделей: (max-min)-композиции, (max-prod)-композиции и max-average-композиции, что дает основание выбора распределения:

$$(x_3, z_1); (x_4, z_2); (x_5, z_3); (x_2, z_4); (x_1, z_5).$$

Таким образом, кандидаты для специальностей будут распределены следующим образом: водитель – Петров; секретарь-референт – Иванов; переводчик – Сидоров; программист – Васильева; менеджер – Григорьева.

В рассмотренной задаче исходными данными выступают результаты оценки испытуемых по нескольким шкалам и требования к оценкам испытуемых для каждой из профессий. Применение мягких вычислений (задание исходных данных в виде нечетких множеств и построение на их основе нечётких отношений) позволяет строить более простые модели и получать решения вычислительно более простыми способами, чем это требовали бы классические вычисления.

Литература

1. Сабирова Ф.М. Современные средства оценивания результатов обучения [Текст] // Ф. М. Сабирова / Учебно-методическое пособие для студентов педвузов. – Елабуга: изд-во Елабужского пед. ун-та, 2007. – 79 с.
2. Zadeh, Lotfi A., «Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing» [Текст] / Zadeh, Lotfi A. // Communications of the ACM. – March 1994. – Vol. 37 No. 3. – P. 77-84.
3. Бахусова, Е. В. Элементы теории нечетких множеств : учеб.-метод. пособие [Текст] // Е. В. Бахусова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. – 116 с. : обл.
4. Найханова Л. В. Методы и алгоритмы принятия решений в управлении учебным процессом в условиях неопределенности: Монография [Электронный ресурс] / Л. В. Найханова, С. В. Дамбаева. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 164 с.: ил. – [Режим доступа]:
<http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/670/18670/1161>.

А. П. Семёнова, М. А. Белинская

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк,
nastena-semenova19@rambler.ru, margo_081101@mail.ru*

Распознавание эмоций является одной из самых обсуждаемых тем в области машинного обучения. Задача распознавания эмоций является трудно формализуемой, и потому при ее постановке часто возникает ряд проблем, главными из которых являются отсутствие стандарта мимических картин и субъективность мнения эксперта, поскольку человек не может в полной мере воспринимать все микродвижения собеседника. Однако, опираясь на исследования специалистов, можно выделить несколько универсальных эмоций, мимические проявления которых не зависят от расы и культуры человека [1-5].

Распознавание эмоций – это задача, решение которой может служить для совершенно разных целей. Она может применяться, как для маркетинга, систем видео аналитики, для создания мультимедиа приложений и игр, так и для более сложных задач, таких как анализ психического и эмоционального состояния людей, мониторинга учащихся и т.д. [6].

Первым шагом к распознаванию эмоций на лице является обнаружение самого лица на фотоизображении. Рассмотрим наиболее популярный метод обнаружения лиц – метод Виолы-Джонса. Этот метод обеспечивает высокую точность и достаточно быструю скорость нахождения объектов на изображении.

Метод Виолы-Джонса – алгоритм обнаружения объектов на изображении в реальном времени, разработанный в 2001 году П. Виолой и М. Джонсоном [7]. Несмотря на то, что главной задачей этого метода является нахождение лиц, его используют и для распознавания других объектов.

Применяемые алгоритмом признаки используют суммирование пикселей из прямоугольных областей и немного напоминают каскады Хаара, но содержат более одной прямоугольной области (см. рис. 1).

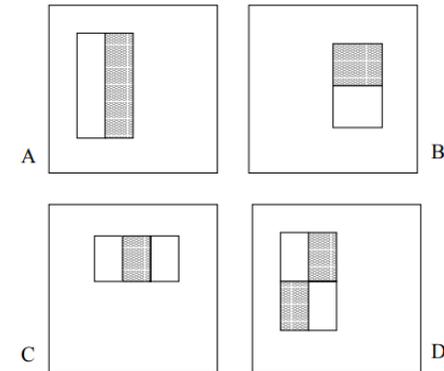


Рисунок 1 – Признаки для алгоритма Виолы-Джонса

Для вычисления значения каждого признака нужно из суммы пикселей белых прямоугольников вычесть сумму пикселей серых областей. Прямоугольные признаки примитивнее, чем поворачивающийся фильтр, и результат их поиска грубее. Но их преимущество состоит в том, что благодаря хранению изображения в интегральной форме, проверка прямоугольного признака на конкретной позиции выполняется за константное время. Каждая прямоугольная область используемых признаков всегда смежна с другой прямоугольной областью, поэтому расчет признака с двумя прямоугольными областями состоит из шести обращений в интегральный массив, для признака с тремя прямоугольными областями – из восьми, а с четырьмя – из девяти.

Преимуществами данного алгоритма являются: эффективный набор признаков; быстрое вычисление значений признаков; масштабирование признаков вместо масштабирования изображения.

К недостаткам алгоритма относятся: чувствительность к углу падения света; невозможность распознать требуемый объект при его повороте более чем на 45 градусов; значительные временные затраты на обучение классификаторов.

Следующим этапом распознавания эмоций является их категоризация. Существуют три наиболее популярных модели категоризации эмоций: дискретная, многомерная и гибридная [1], [2], [8].

Дискретная модель основана на классификации эмоций на основе естественного языка. Каждая эмоция связана с семантическим параметром, то есть обладает конкретным значением или набором значений. Теория базовых (универсальных) эмоций является ярким примером данного подхода. Таким образом, например, ностальгия – это сочетание таких базовых эмоций как радость и печаль. Различные исследователи выделяют разное количество и типы базовых эмоций. П. Экман выделяет 6 первичных эмоций (гнев, страх, отвращение, удивление, печаль и радость), психоэволюционная теория Р. Плутчика рассматривает 8 базисных эмоций (одобрение, гнев, ожидание, отвращение, радость, страх, печаль, удивление), а Дж. Грей – 3 основные эмоции. По мнению, Мауэра следует говорить, только о 2 первичных эмоциях: боль и удовольствие.

Многомерная модель представляет эмоции в координатном многомерном пространстве. Так как пространство является неразрывным и непрерывным, то эмоции различаются по одному или нескольким параметрам (при этом они могут иметь одинаковую основу). Ярким примером описываемого подхода является модель Дж. Рассела. В ней водится двумерный базис, в котором каждая эмоция характеризуется знаком (*valence*) и интенсивностью (*arousal*). Данная модель в контексте решение задачи классификации является одной из самых востребованных.

Гибридные модели объединяют как дискретные, так и многомерные подходы. Отличным примером, иллюстри-

рующим данную модель, являются «Песочные часы эмоций», которые были предложены Камбрией, Ливингстоном, Хуссейном. Каждое измерение характеризуется 6 уровнями силы, с которой выражены эмоции. Данные уровни обозначаются набором из 24 эмоций. Поэтому совершенно любая эмоция может рассматриваться, как фиксированное состояние, так и часть пространства, связанная с другими эмоциями нелинейными отношениями.

Один из распространенных способов определения эмоций на сегодняшний день основан на классификации по ключевым точкам на изображении лица [9]. Задача поиска ключевых точек (*facial landmarks*) сегодня отлично решается многочисленными алгоритмами – PDM, AAM, DPM, CNN, SML. [10], [11]. Чаще всего на изображении определяют от 5 до 68 точек, которые привязывают к положению бровей, глаз, носа, рта и челюсти. Данная привязка позволяет захватить мимику объекта. Полученные координаты точек нормируются и непосредственно передаются в классификатор. В роли классификатора может выступать метод опорных векторов (SVM) или, например, Random Forest.

Для распознавания эмоции необходимо иметь представление о точном положении ключевых точек лица. Для понимания процесса их поиска рассмотрим несколько базовых понятий.

Двигательная единица (*action units*) – величина, которая принимает значения из диапазона от 0 до 1, и определяет насколько далеко находится конкретная ключевая точка от линии глаз или нормали к этой прямой. Если значение двигательной единицы принимает значение больше 0, то ее называют активированной. Нейтральное расстояние – величина, определяющая среднее расстояние от конкретной ключевой точки до нужной прямой при нейтральном выражении лица, то есть когда коэффициенты проявления каждой конкретной эмоции принимают значения не более 0.26. Максимальное расстояние – расстояние от прямой до

ключевой точки, относящейся к двигательной единице связанной с проявлением той или иной эмоции. Стрелки на рисунке 2 показывают направления для изменения положения ключевых точек (в данном примере таких точек 10) для активации двигательных единиц.

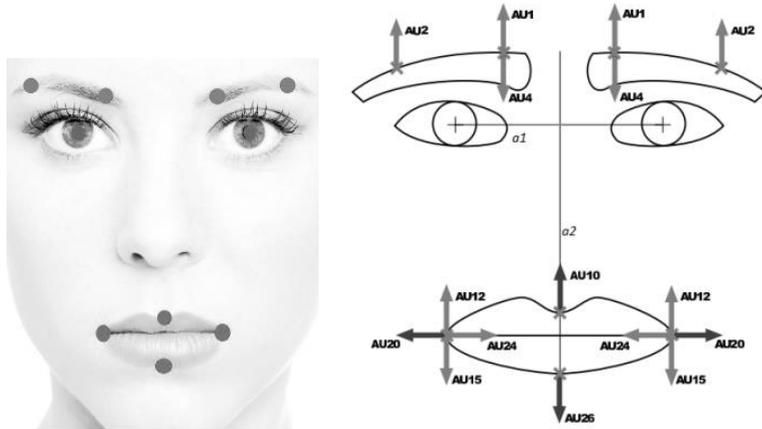


Рисунок 2 – Расположение ключевых точек и двигательных единиц

Для каждой точки определяется область интереса на рассматриваемом фотоизображении. Чтобы уменьшить зону поиска и снизить время на их нахождение, эти области определяют с помощью различных классификаторов для обнаружения зон лица, рта, глаз и т.д. Для поиска ключевых точек в зоне бровей можно использовать адаптивный контрастный фильтр, задав ему минимальное и максимальное значения серого цвета, чтобы обнаружить границы бровей и представить их в виде набора соединённых точек или полигона. Для поиска зрачков можно использовать классификатор, позволяющий определить точное положение глаз и зрачков на фотоизображении. Для определения положения остальных четырёх точек нужно, используя классификатор, разбить зону поиска на 4 части, а после применить адаптивный контрастный фильтр для нахождения граничных точек.

Для классификации эмоции по ключевым точкам используется система кодирования лицевых движений (*Facial Action Coding System*), разработанная П. Экманом и У. Фризеном [12], [13]. После определения всех ключевых точек вычисляются значения двигательных единиц. Для этого задаются нейтральное и максимальное расстояния от ключевых точек до прямой, проходящей через координаты зрачков или нормали к этой прямой. Средние значения этих расстояний можно получить с помощью анализа нескольких фотоизображений. Далее на анализируемом фотоизображении необходимо рассчитать расстояния от ключевых точек до нужных прямых и сравнить с нейтральным и максимальным расстояниями. Так как, размеры фотоизображений могут отличаться, то за 1 нужно взять расстояние между зрачками. Если полученное расстояние больше или равно максимальному, то значение двигательной единицы становится равным 1, если оно меньше нейтрального, то -0 , а если находится между нейтральным и максимальным расстоянием, то значение вычисляется с помощью линейной интерполяции. Для определения конкретных эмоций необходимо сложить полученные значения двигательных единиц, отвечающих за проявление конкретной эмоции и разделить на общее количество взятых единиц. Таким образом, получится число в диапазоне от 0 до 1, показывающее степень выраженности той или иной эмоции.

При анализе визуальных данных лучшим выбором является использование глубоких сверточных нейронных сетей [14-16]. Мгновенные снимки не достаточно точно отражают текущую эмоцию, поэтому для определения эмоции необходимо использовать последовательность кадров. В качестве нейросетевого классификатора можно использовать сеть для распознавания лиц.

Решение задачи анализа последовательности кадров можно решить двумя способами: использование рекуррентной сети (LSTM) или использование архитектуры 3D-CNN. В первом варианте входные данные необходимо подать на

сверточную сеть. Высокоуровневые признаки, полученные от CNN, которая классифицирует каждый отдельный кадр, затем передаются в рекуррентную сеть. В ней происходит обработка временной составляющей. Во втором случае непосредственная подача последовательности кадров с некоторым шагом выполняется прямо на входе сверточной нейронной сети 3D-CNN. Данная сеть использует свертки с тремя степенями свободы, которые преобразует четырехмерный вход в трехмерные карты признаков.

Проанализировав различные подходы для классификации эмоций (классический с использованием ключевых точек и глубинное обучения) установили, что лучший результат показывают методы с применением сетей глубокого обучения (CNN). Существуют также другие методы, с использованием аудио (речь) и видео (лицо и мимика) материалов. Для получения более точных результатов необходимо использовать комбинированные методы с использованием различных входных данных.

Литература

1. Леонтьев В. О. Классификация эмоций [Текст] / В. О. Леонтьев – Одесса : Инновационно-ипотечный центр, 2002. – 84 с.
2. Миненко А. С. Формальная модель эмоций [Текст] / А. С. Миненко, А. П. Семенова // Проблемы искусственного интеллекта. – 2018. – № 3(10). – С. 84-93.
3. Миненко А. С. Моделирование и информационные технологии при распознавании лица человека по его мимическим изображениям [Текст] / А. С. Миненко // Проблемы искусственного интеллекта. – 2016. – № 2(3). – С. 48-54.
4. Семенова А. П. Математическая модель эмоций [Текст] / А. П. Семенова // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Материалы национальной конференции с международным участием. – Белгород, 2019. – С. 4584-4587.
5. Семёнова А. П. Анализ мимических выражений для задачи распознавания эмоций [Текст] / А. П. Семёнова, В. Н. Павлыш //

- Проблемы искусственного интеллекта. – 2020. – № 4(19). – С. 69-79.
6. 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.
 7. Viola P. Robust real-time face detection [Текст] / P. Viola. – International Journal of Computer Vision, 2005. –V. 58. – № 2. – p. 137–155.
 8. Экман П. Психология эмоций. Я знаю, что ты чувствуешь [Текст] / П. Экман – СПб. : Питер, 2010. – 334 с.
 9. Семёнова А. П. Поиск ключевых точек лица для задачи распознавания эмоций [Текст] / А. П. Семёнова, В. Н. Павлыш // Информатика и кибернетика. – 2021. – № 1-2 (23-24). – С. 59-64
 10. Wang N. Facial feature point detection: A comprehensive survey [Текст] / N. Wang [et al.] // Neurocomputing, 2018. – № 275. – P. 50-65.
 11. Wu Y. Facial Landmark Detection: A Literature Survey [Текст] / Y. Wu, Q. Ji // International Journal of Computer Vision, 2018. – № 127. – P. 115-142.
 12. Friesen W. EMFACS-7: Emotional Facial Action Coding System. Unpublished manual [Текст] / W. Frisen, P. Ekman. – California: University of California, 1983.
 13. Ekman P. Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement [Текст] / P. Ekman, W. Friesen. – Palo Alto: Consulting Psychologists Press, 1978. – 117 p
 14. Семёнова А. П. Анализ методов распознавания выражений лица [Текст] / А. П. Семёнова, А. С. Миненко // Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение: материалы Донецкого международного научного круглого стола. – Донецк : ГУ ИПИИ, 2020. – С. 192-197
 15. 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.

Е. В. Сычёв, Ю. В. Ищенко

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТАНОВЛЕНИИ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

*ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет
им. В. Даля», г. Луганск, ischenko7108@gmail.com*

В статье анализируются основные направления организационно-экономического развития при переходе к постиндустриальному обществу. Выявлена роль информационных технологий в развитии цифровой экономики. Описаны меры по увеличению темпов экономического роста и инновационного развития общества за счет внедрения информационных технологий.

Переход к постиндустриальному обществу сделал ИКТ неотъемлемой частью развития цифровой экономики, основанной на знаниях. Динамичный рост технико-экономических характеристик инновационной высокотехнологичной продукции способствует значительному увеличению вычислительной мощности и интеллектуального потенциала продукции, устаревшим стандартам, быстрой эволюции систем и платформ сетевых технологий. Информация и связь [1]. При этом работа сверхскоростных сетей, мобильных терминалов и информационных систем направлена на повышение качества мультимедийного контента и широкого спектра услуг, предоставляемых населению.

В настоящее время особую роль играют глобальные инновационные сети, управляющие всеми стадиями жизненного цикла новых продуктов и услуг. Возрастающий спрос на новые и модифицированные высокотехнологичные продукты и услуги обусловлен как ускоренным развитием информационных и коммуникационных технологий, так и их быстрым старением, что, в свою очередь, приводит к сокращению жизненного цикла и замене одних технологий другими.

Распространение облачных технологий, экспоненциальный рост данных, существенные изменения в архитектуре и методах ИТ-систем, на наш взгляд, ведут к трансформации бизнес-моделей и инфраструктурных решений в большинстве отраслей, к появлению революционных новшеств, в процессе разработки стратегии развития компаний и цифровой экономики в целом [2].

Особая роль информационно-коммуникационных технологий в развитии цифровой экономики обусловлена глобальными вызовами, стоящими перед российской экономикой, такими как:

- принципиально новая трансформация рынков информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в рамках изменения технологического уклада национальной экономики (нанотехнологии, геномная инженерия, НБИК-конвергенция нанобиоконвергентных технологий и информации);
- создание новых композиционных материалов, развитие фотоники и оптоинформатики, робототехники и искусственного интеллекта, «интернета вещей»;
- усилить контроль за информацией в сети Интернет;
- рост киберпреступности и расширение разрыва между информационными потребностями, экономической безопасностью и личной свободой;
- увеличение количества независимых разработчиков;
- изменение емкости рынков информационных технологий и замедление цифровизации структурных составляющих национальной экономики в случае задержки развития новых информационно-коммуникационных технологий.

Следует отметить, что долгосрочный потенциал развития ИКТ значительно увеличился с учетом: появления экономики знаний, одного из ключевых факторов развития цифровой экономики; центр, который будет заниматься созданием ИКТ и производством новых туристических продуктов и услуг в восточных и южных регионах страны; развитие электронного правительства и социально значимых услуг для населения; сотрудничество субъектов иннова-

ционного бизнеса с университетами, фалабабами, технопарками, бизнес-инкубаторами, что дает возможность появления совершенно новых видов продуктов и услуг; Развивать электронное предпринимательство и формировать новые законодательные и технические механизмы для электронных операций; оптимизировать затраты на разработку моделей ИТ-инфраструктуры [3].

Организационно-экономические факторы, усиливающие роль ИКТ в обеспечении эффективного функционирования систем государственного и муниципального управления, в настоящее время являются одним из доминирующих условий развития цифровой экономики в стране. Особое внимание следует уделить росту рынка ИТ, мобильного и прикладного аутсорсинга в сочетании с широким использованием технологий социальных сетей и развитой облачной инфраструктуры для решения сложных аналитических задач. Облачные решения, большие данные, мобильные и социальные технологии облегчают совместную разработку в этих контекстах. Кроме того, активность пользователей в социальных сетях увеличивается из-за увеличения уровня использования мобильных устройств. Накопленный там контент становится важным источником анализа и извлечения информации с использованием технологий больших данных.

Итак, ИКТ могут: улучшать качество жизни людей и благотворно влиять на социальные процессы; изменение характера населения и моделей занятости; расширить использование ИКТ для защиты окружающей среды.

Научно-технические исследования, проведенные рядом авторов в области коммуникационных инфраструктур, показывают, что защита компьютерных данных и программного обеспечения осуществляется в рамках новых информационных систем в соответствии с принципами биометрической идентификации и совместимости контента в разнородных глобальных сетях.

Литература

1. Аксютик Е. А. Инновационное развитие отраслевых составляющих сферы услуг: монография [Текст] / Е. А. Аксютик, Э. Н. Кроливецкий. – СПб. : Арт-экспресс, 2014.
2. Кроливецкий Э. Н. Ускорение развития и механизм повышения эффективности использования информационно-коммуникационных технологий [Текст] / Э. Н. Кроливецкий, Л. П. Сажнева // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 11 (ч. 2). – С. 212–214.
3. Евменов А. Д. Совершенствование управления социально-экономическим развитием хозяйствующих субъектов сферы телекоммуникационных услуг: монография [Текст] / А. Д. Евменов, Э. Н. Кроливецкий, Н. А. Морщагина. – СПб.: Студия «НП-Принт», 2013.
4. Сажнева Л. П. Проблемы внедрения информационной системы управления предприятием [Текст] / Л. П. Сажнева, П. В. Ардеев // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. – 2016. – № 2. – С. 63–65.
5. Сажнева Л.П. Разработка и реализация стратегии долгосрочного развития информационных технологий // Журнал правовых и экономических исследований. Journal of Legal and Economic Studies. – 2015. – № 1. – С. 161–163.

ФУНДАМЕНТАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.
ДИАГНОСТИКА И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕЛОВЕКА И ЕГО
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЛОСОФСКО-
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ИИ

А. В. Волков

**ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ
ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ
КРУГЛОГО ЧЕРВЯ CAENORHABDITIS ELEGANS**

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

Основной проблемой, связанной с изучением *Caenorhabditis elegans* (*C. Elegans*) и неразрешенной до настоящего времени, является вопрос о том, как 302 нейрона червя поддерживают жизнедеятельность его организма. С 2011 года существует международный проект OpenWorm по созданию компьютерной модели червя на клеточном уровне. Решение пытаются найти, применяя различные подходы и модели нейронов. Работы в этом направлении ведутся во многих странах, однако, качественного результата, до настоящего времени нет. Актуальность задачи заключается в том, что её решение является ключом к созданию компьютерной модели мозга живого существа.

В данной работе рассматривается решение задачи моделирования нервной системы круглого червя *C.Elegans* на основе модели нейрона с изменяемой логикой, предложенной в [1], [2].

Предлагаемая модель нервной системы червя основывается на её функциональной структуре, а не на количестве нейронов в нервной системе червя. Рассматриваются следующие подсистемы:

1. Двигательная система
2. Половая система
3. Система пищеварения
4. Система самозащиты

Логика работы каждой из этих подсистем червя рассматривается на базе оригинальной модели нейрона. И утверждается, что при допущении координации их работы соответствующей нейронной структурой в параллельном режиме обработки сигналов поведенческая функция цифровой модели червя максимально соответствует поведению реального живого организма.

Результатом работы можно считать возможность создания программного обеспечения, реализующего описываемые информационные процессы взаимодействия нейронов, которые, с большой вероятностью, соответствуют информационным процессам, происходящим в нервной системе реального организма червя.

В предлагаемой модели сделаны некоторые допущения. Они заключаются в следующем:

1. Важно не количество нейронов в подсистеме, а их функциональность. Это допущение делается вследствие того, что способов реализации тех или иных функций организма существует большое множество, но базовая функциональность универсальна – движение, переваривание пищи и т.д.
2. Функциональность подсистем рассматривается вне динамики взросления и старения организма.
3. Среда обитания червя рассматривается как источник информации для сенсорных нейронов нервной системы.

4. Функциональность каждой подсистемы упрощена до уровня логики обработки первичных сигналов её сенсорной подсистемы и оценки её интегрального состояния.

Необходимо отметить, что для модели не очень важна собственно исполнительная часть подсистем. Все подсистемы состоят из исполнительной части подсистемы, состоящей из специализированных клеток и нейронов, которые и управляют данной исполнительной подсистемой. Сложность подсистем определяется сложностью всего организма, но все они функционально подобны [3], что и является основой для рассмотрения червя *C.Elegans* в качестве модельного организма.

Как пример, можно рассмотреть движение тела. Состояния «движение вперед», «движение назад», «движение влево», «движение вправо», можно рассматривать инвариантно к внутренней конструкции двигательной системы. Такая абстракция позволяет сильно упростить построение модели и, как следствие, выявить общие закономерности работы ЦНС.

Важным аспектом нахождения решения является и то, что некоторые процессы в организме развиваются на клеточном уровне и не контролируются ЦНС. Это и половое созревание и переваривание пищи и наличие опасности, как внешний фактор. Важно одно, на любое событие вне и внутри особи существует соответствующий сенсорный нейрон, который и сообщает нервной системе о наличии новой информации.

По канонам объектной декомпозиции мы можем предположить, что каждая подсистема условно автономна, но на каком-то этапе её состояние учитывается для расчета интегрального состояния всего организма и принятия решения о характере его реакции. Как следствие, можно предположить, что все подсистемы работают в параллельном режиме. У каждой из них существует или один нейрон или группа нейронов, которые отвечают за отслеживание её состояния.

Можно предположить, что они связаны связями с нейронами, которые отвечают уже за взаимодействие группы подсистем или всех подсистем организма (модели).

Таким образом, первичный сенсорный сигнал проходит через распределенную систему связей и завершается или игнорированием или изменением состояния подсистемы, о чём так же формируется сигнал, распространяемый уже вне данной подсистемы. И так далее, до уровня нейронов, отвечающих за оценку интегрального состояния всего организма и принятия решения о характере его реакции.

Необходимо отметить, что информационный сигнал в упрощённой модели является целым числом, характеризующим некоторое состояние нейрона-подсистемы. В живом организме сигнал выглядит как последовательность импульсов химической или электрической природы, а в цифровой модели – это пересылаемое по интерфейсу связи нейрона число, как часть некоторого информационного сообщения.

Фиксированная структура связей нейронов в *C.Elegans* позволяет утверждать, что мы имеем для каждой подсистемы фиксированный набор её состояний.

Рассмотрим общую динамику процесса. Начнем с системы безопасности. Она устроена по типу безусловного рефлекса. Можно предположить, что в случае наличия «опасности» – т.е. получении сенсором подсистемы некоторой информации об изменении внешней среды, самое простое, что можно реализовать – повысить концентрацию выделяемого аммиака и попробовать переместиться в безопасную зону. Это безусловный процесс, так как речь идёт о сохранении организма. То есть он, с большой вероятностью, не учитывает состояния остальных подсистем и работает на уровне конечного автомата, в котором первичные сенсоры определяют наличие «опасности» – повышение температуры, кислотности или другого детектируемого фактора и по оценке стороны воздействия вырабатывают сигнал на удаление в

противоположном направлении... Простейшая схема ухода от опасности. Масса вариантов стратегий, реализуемых на любом количестве сенсоров с применением простейшей логики принятия решения. Возможны варианты с группировками сенсоров по длине тела и формированием интегрального состояния части системы, позволяющей быстрее принять решение об «эвакуации». Большое значение имеет тот факт, что тело червя приспособлено к определенным характеристикам внешней среды и потенциальные угрозы были «известны» Создателю ещё до создания червя, как вида.

Пищевая система, в какой-то мере, решает обратную задачу – поиск «пищи». Рецепторы дают информацию о наличии «следов» или самой «пищи» – здесь учитывается среда обитания червя. Процесс выглядит примерно так – желудок не заполнен (возможно несколько градаций) – формируется сигнал на движение с поиском пищи. Так же задача достаточно проста, с учетом того, что процесс переваривания происходит на химическом уровне. Важным сигналом будет сигнал «желудок полон» и выключение двигательной подсистемы для переваривания, сна и отдыха организма. В идеальных условиях модель этого процесса похожа на компьютерную игру Life, некогда популярную среди программистов. Вводим в рассмотрение дополнительный нейрон – диспетчер систем. Он решает задачу выбора режима для тела – аварийный (если сработали датчики опасности) или поиск еды.

Половая система формируется на клеточном уровне. Рост яйца, формирование сперматозоидов не подвластны ЦНС, однако сам факт «созревания» обязан быть доступен нервной системе, так как закладывает основу действий для продолжения рода. То есть если червь сыт и нет опасности – рассматривается состояние нейрона «половая» система и при значении состояния «пора размножаться» начинается процесс движения в поисках пары или процесс ожидания созревания парной части для гермафродитов. Это специфика *C.Elegans*.

Возможно, этот процесс рассматривается в сильной зависимости от насыщения или скорости насыщения пищей, так как есть предположение, что при длительном отсутствии пищи «срабатывает» система деления и дальнейшего самоуничтожения особи, ген которого был выделен в геноме червя. Таким образом, параллельная работа этих подсистем и некоторая стратегия принятия решения на движение в интегральной координирующей части ЦНС червя позволяют предположить, что это и есть процесс, который примерно в такой же форме реализуется в реальном организме червя.

Хочется подчеркнуть, что никаких, «тормозящих» сигналов и прочих, достаточно искусственных конструкций, применено не было. Состояние нейрона не поменялось после обработки входного сигнала – дальше сигнал распространять просто нет смысла. И это логично.

Возникает вопрос – откуда берется «логика» нейрона? Ответ: из ДНК. Она «привязывается» к нейрону, исходя из его позиции в структуре ЦНС. Это базовое предположение. Это ключ к решению. ДНК – это микропрограмма всего организма, где каждая клетка находит свой код и специализируется на его основе. Такой программный механизм разработан и показал свою жизнеспособность.

Почему работа называется «Практический подход...»? Все описанные в работе отношения могут быть программно реализованы в рамках проекта, детали которого были описаны в моих работах, присланных на «Круглый стол» в 2020 – 2021 годах [1], [2].

Литература

1. Волков А.В. Практическая методика компьютерного моделирования когнитивных функций мозга [Текст] / Волков А.В.
2. Волков А.В. Информационная модель нервной системы живого организма [Текст] / Волков А.В.
3. Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональных систем [Текст] / Анохин П. К. – М., 1980.

4. Жданов А. А. Автономный искусственный интеллект (Адаптивные и интеллектуальные системы) [Текст] / Жданов А. А. – 2012.
5. Емельянов-Ярославский Л. Б. Интеллектуальная квазибиологическая система [Текст] / Емельянов-Ярославский Л. Б. – 1990.
6. Мюррей Шанахан. Технологическая сингулярность [Текст] / Мюррей Шанахан : Пер. с англ. – М. : Издательская группа «Точка», Альпина Паблшер, 2017. – 256 с.
7. Жданов А. А. Применение нечеткой логики в имитационной системе автономного адаптивного управления. [Текст] / А. А. Жданов, М.В. Караваяев
8. Луговской В. М. Супермозг человечества [Текст] / Луговской В. М. – 2009.
9. Иерархическая темпоральная память (НТМ) и ее кортикальные алгоритмы обучения (С) [Текст] – Numenta, Inc., 2011.
10. Судаков К. В. Функциональные системы [Текст] / Судаков К. В. – Москва : «Издательство РАМН», 2011.
11. Савельев А. В. Онтологическое расширение теории функциональных систем [Текст] / А. В Савельев // Журнал проблем эволюции открытых систем. – Казахстан, Алматы, 2005. – № 2.
12. Электронный ресурс. – Режим доступа:
https://ruwiki.press/es/Caenorhabditis_elegans

В. И. Левин

**ТРАХТЕНБРОТ Б.А. И РАЗВИТИЕ ТЕОРИЙ
АЛГОРИТМОВ, АВТОМАТОВ
И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический институт», г. Пенза, vilevin@mail.ru

Борис Авраамович Трахтенброт родился 20 февраля 1921 года в семье Авраама Трахтенброта, проживавшей в румынской провинции Бессарабии, в еврейской земледельческой колонии Бричево. Он учился в бричевской на-

чальной школе, затем в Бельцах и, наконец, в мужской гимназии в Сороках, которую окончил в 1939 году. В 1940 г. он поступил на физико-математическое отделение уже советского Кишиневского педагогического института. Однако ему удалось проучиться в институте только один учебный год – началась Великая Отечественная война. Незадолго до этого его отца выслали на поселение и принудительные работы в Сибирь. В начале июля 1941 года Трахтенброт сумел вырваться из осажденного Кишинева и добраться до Чкалова. Там он продолжил обучение в Чкаловском педагогическом институте. Через год он перевелся в родной Кишиневский педагогический институт, находившийся в эвакуации в Бугуруслане. Чтобы выжить, он был вынужден одновременно с учебой работать – сначала на обувной фабрике, а потом на строительстве знаменитой газовой магистрали Бугуруслан – Куйбышев. В августе 1944 года вместе с родным Кишиневским педагогическим институтом он возвратился в Кишинев. В 1945 г. Б.А. Трахтенброт окончил институт и приступил к работе в качестве учителя математики средней школы в Бельцах. Однако работа школьного учителя ему не приглянулась, и он принял решение продолжить математическое образование, чтобы всерьез заняться математикой. Осуществляя это решение, Б.А. Трахтенброт в том же году поступил на физико-математический факультет Черновицкого университета. Там, как выпускник физико-математического факультета педагогического института, он учился по сокращенной программе, что позволило уже в 1947 году закончить университет и поступить в аспирантуру Института математики АН Укр. ССР в Киеве. В аспирантуре он специализировался по математической логике, а его научным руководителем был молодой профессор (будущий академик АН СССР) П.С. Новиков. В 1950 году Б.А. Трахтенброт защитил в Институте математики кандидатскую диссертацию на тему

«Разрешимость проблем для конечных классов и определения конечных классов», став кандидатом физ.-мат. наук. Тогда же он переехал из Киева в Пензу на работу в Пензенский педагогический институт, где ему пообещали предоставить квартиру.

В Пензе Б.А. Трахтенброт прожил 10 лет. Здесь произошло его становление как ученого и педагога. В течение первых восьми лет его основным местом работы был физико-математический факультет Пензенского педагогического института. Кроме того, он преподавал математику в Пензенском сельскохозяйственном институте. Но в пединституте его деятельность была гораздо разнообразнее: кроме обязательных математических курсов – матанализ, теория функций и т.д., он вел факультативные курсы по функциональному анализу, математической логике, теории алгоритмов, дискретной математике и кибернетике. Здесь он за четыре года прошел путь от старшего преподавателя до доцента кафедры математики, несколько раз становился и.о. зав. кафедрой математики, несколько раз возглавлял профбюро факультета. Его неоднократно награждали почетными грамотами. К сожалению, его отношения с заведующим кафедрой математики известным геометром д.ф.-м.н, профессором И.П. Егоровым с самого начала не сложились. Последний испытывал явную личную неприязнь к Трахтенброту и писал на него доносы руководству института, обвиняя в идеализме, якобы содержащемся в его работах и докладах по математической логике. К счастью, руководство института поддержало Б.А. Трахтенброта и признало, что никакого «идеализма» в его работах нет. Подобные склоки отнимали у Б.А. Трахтенброта много времени, сил и здоровья. Несмотря на это, он сумел за время работы в институте много сделать: написал очень важные статьи по теории алгоритмов, подготовил и издал первую свою книгу «Алгоритмы и машинное решение задач», организовал обще-

городской семинар по дискретной математике и кибернетике для специальной подготовки талантливых студентов. Этим студентов он затем переправлял к Б.И. Рамееву, создателю первых советских ЭВМ («Стрела», «Урал-1»), который в те годы работал гл. инженером и замдиректора по научной работе Пензенского НИИ математических машин. Тесные контакты с Рамеевым Б.А. Трахтенброт сохранил до конца своего пребывания в Пензе.

В 1958 году Б.А. Трахтенброт перешел на работу в Пензенский политехнический институт. Здесь он работал доцентом на кафедре высшей математики, возглавлявшейся тогда к.ф.-м.н. И.И. Этерманом. На этой кафедре он продолжил научную и педагогическую работу по руководству аспирантами, проводившуюся им ранее в Пензенском педагогическом институте. В частности, он перевел в политехнический институт свой семинар по дискретной математике и кибернетике. В этот период он также работал по совместительству у Б.И. Рамеева в Пензенском НИИ математических машин. К сожалению, и на новом месте взаимоотношения Б.А. Трахтенброта и его начальника (И.И. Этермана) не сложились. Источником плохих отношений между ними была, по-видимому, взаимная неприязнь и конкуренция этих двух выдающихся личностей. Несмотря на связанные с этим сложности, Б.А. Трахтенброт в этот период осуществил успешные исследования по теории автоматов и подготовил к изданию книгу «Введение в теорию конечных автоматов». Книга была написана совместно с москвичом д.т.н. Натаном Ефимовичем Кобринским, который в 1950-е годы работал в Пензенском политехническом институте, спасаясь от гонений на «безродных космополитов». Книга вышла в свет в 1962 году и была первой в СССР монографией по теории конечных автоматов. А Б.А. Трахтенброт так и не смог поладить со своим завкафедрой в ППИ и в декабре 1960 года, всего через два года после начала

работы в ППИ, по приглашению из недавно созданного Института математики Сибирского отделения АН СССР, уехал в Новосибирск. Последующие события показали, что это было абсолютно правильное решение.

В Новосибирске Б.А. Трахтенброт работал сначала научным сотрудником, а с 1962 года – заведующим отделом теории автоматов Института математики СО АН СССР. Кроме того, он преподавал в Новосибирском государственном университете. Он стал доктором физ.-мат. наук (1962), профессором (1963). Успешно развивалась и его научно-исследовательская деятельность в области теории алгоритмов и теории автоматов. Были написаны и изданы книги «Конечные автоматы: поведение и синтез» (1970, совместно с Я. Барздином) и «Алгоритмы и вычислительные автоматы» (1974). Его книги стали переводиться и издаваться за рубежом. Переводы были на английский, французский, немецкий, итальянский, испанский, чешский, польский, болгарский, турецкий, японский языки. Он становится одним из наиболее авторитетных советских ученых в области теории алгоритмов и теории конечных автоматов, составляющих базу теоретической информатики.

В декабре 1980 года Б.А. Трахтенброт эмигрировал из СССР в Израиль. Молва свидетельствует, что в аэропорту Новосибирска его провожал секретарь Новосибирского обкома КПСС. В Израиле Б.А. Трахтенброт продолжительное время работал профессором отделения точных и компьютерных наук Тель-Авивского университета. В этот период за ним окончательно закрепился статус одного из ведущих ученых мира в области теоретической информатики. Он участвует в качестве пленарного докладчика в международных конференциях, проходящих в различных странах, входит в состав редколлегии авторитетных международных журналов. В 2008 году в серии «Столпы компьютерных наук», выпускаемой издательством «Springer

Verlag», вышел сборник научных статей, посвященный 85-летию Б.А. Трахтенброта. Сборник подвел итоги его полувековой научной деятельности. Ученый скончался 19 сентября 2016 года в Реховоте (Израиль) в возрасте 95 лет.

Трахтенброт Б.А. оставил после себя впечатляющее научное наследие: основополагающие научные статьи по теории алгоритмов, теории автоматов, математической логике, дискретной математике и кибернетике; хорошие книги в перечисленных областях, которыми до сих пор пользуются специалисты; десятки его учеников-докторов и кандидатов наук, продолживших его дело. Его книги были переведены на множество иностранных языков: английский, немецкий, французский, испанский, итальянский и др. Он также вырастил немало молодых специалистов, впоследствии успешно работавших в области вычислительной техники и в военно-промышленном комплексе. Наконец, он лично всегда оказывал безоговорочную поддержку молодым талантам, во всех возможных ее формах. Память о нем сохранилась до сих пор во всех учреждениях, где он работал.

Литература

1. Трахтенброт Б.А. Алгоритмы и машинное решение задач. [Текст] / Трахтенброт Б.А. – М. : Гостехиздат, 1957. – 2-е изд., М. : Физматгиз. 1960).
2. Трахтенброт Б.А. Введение в теорию конечных автоматов [Текст] / Б.А. Трахтенброт, Н.Е. Кобринский. – М.: Физматгиз, 1962.
3. Барздинь Я.М. Конечные автоматы: поведение и синтез [Текст] / Я.М. Барздинь, Б.А. Трахтенброт – М. : Наука, 1970.
4. Трахтенброт Б.А. Алгоритмы и вычислительные автоматы [Текст] / Трахтенброт Б.А.. – М.: Советское Радио, 1974.

С. А. Изосимова, В. Н. Пигуз, К. С. Ивашко

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-ДУХОВНЫХ СРЕДСТВ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИХ ДЛЯ
САМОРЕГУЛЯЦИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ
СОСТОЯНИЙ ЛИЧНОСТИ**

*Государственное учреждение «Институт проблем
искусственного интеллекта», г. Донецк,
maxpvn77@gmail.com, izosimova.snezhana@mail.ru*

Интеллектуально-духовные средства – разные точки зрения, суть и эволюция понятия. Интеллектуально-духовные средства – понятие емкое и многогранное. В различные временные эпохи различными учеными они определялись по-разному. Профессор и доктор философских наук В.Ж. Келле рассматривает данное понятие как совокупность «сознания, речи и творческой деятельности». В этом контексте главным интеллектуально-духовным средством является культура – «обобщающее понятие, характеризующееся специфическим синкретическим воздействием на все органы чувств человека» [1]. В результате чего происходит процесс эволюции человеческой личности, формируется эстетическая составляющая, включая такой важный аспект, как эмоциональный интеллект.

Кольцова В.А. (Институт психологии Российской академии наук) привносит в понятие интеллектуально духовные средства, кроме духовно-нравственной, социально-психологическую составляющую. Раскрывается инновационный аспект нормализующих возможностей интеллектуально-духовных средств, базирующийся на социологическом, психологическом, педагогическом, а также медико-клиническом разделах. Наряду с издавна известными, такими как библиотерапия, арт-терапия, развитие получили средства, базирующиеся на использовании для саморегуляции психоэмоциональных

состояний личности IT-технологий: компьютерных систем, диагностических кабинетов, использующих ИИ и пр. Однако в основе планомерного и всестороннего психоэмоционального развития личности В.А. Кольцова видит прежде всего семейную составляющую – «соборный уклад современной русской семьи» [2].

Артемьева Т.И. одним из основополагающих интеллектуально-духовных средств считает религию, веру. Энергетический заряд внутренней сущности человека, оформленный в качестве словесной формулы молитвы, формирует систему морально-этических ценностей, эстетический потенциал личности. Как и В.В. Зеньковский в своих работах «Современное состояние психофизиологической проблемы», «Проблема психической причинности», считает, что психоэмоциональное состояние и развитие личности регулируется и трансформируется посредством «религиозных кризисов» [3]. «Вера, молитва – это психологический закон, и он остается верен даже для тех религий, которые мы называем «трансцендентными» [3].

Кризис веры, согласно В.В. Зеньковскому – «ядовитые сомнения, которые разъедают душу» [3]. Единственным интеллектуально-духовным средством в данном плане, «средством цельным и постоянным является молитва» [3]. Лишь посредством молитвы человек может подняться на более высокую ступень духовной жизни и таким образом разрешить возникший кризис в положительной динамике. Однако В.В. Зеньковский подчеркивает, что вера и культура взаимосвязаны и не могут существовать друг без друга. Даже семья, внутрисемейные отношения, трактовались им, как «храм рода», либо «малая церковь и соборная общность».

Современность привнесла в трактование понятия интеллектуально-духовных средств и их специфики свои коррективы. Это касается эволюции человеческого общества в

целом. Л. А. Крапивина выделяет целый ряд основных признаков современного общества:

- постоянные, происходящие с максимальной скоростью, изменения в окружающем мире, т.е. «высокая турбулентность»;

- появление множества возможностей (в том числе и компьютерного плана) для бесконтрольного получения информации – «информационный хаос»;

- с одной стороны, бурный научно-технический прогресс, но с другой – анархия при распространении новых знаний и технологий;

- возможность постоянного общения, получения новых впечатлений и ощущений в сети способствует глобальному перенапряжению, эмоциональному выгоранию не только у взрослых, но и у детей. Так как сегодня даже детсадовцы обладают неограниченным доступом к Интернету благодаря телефонам, планшетам, моб. компьютерам и т.д.

Поэтому главной задачей современных интеллектуально-духовных средств при использовании их для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности является борьба с вакуумом ценностей, безнормативностью. То есть борьба с информационными атаками, стрессом и как его последствием – эмоциональным выгоранием, преобразующимся со временем либо в аутоагрессию, либо в агрессивное поведение по отношению к близким родственникам, ибо это наиболее безопасно для агрессора.

Таким образом, использование безмедикаментозных интеллектуально-духовных средств переходит на новый технологический уровень. Предполагается поиск и представление для программирования комплекса методик, опросников и шкал, отражающих основные психоэмоциональные состояния личности и способствующих их саморегуляции, с последующим их экспериментальным апробированием.

Интеллектуально-духовные средства – терапевтический эффект, общие классификации. Согласно мнению

С. А. Трифионовой, В. В. Козлова [4] в общем случае интеллектуально-духовные средства классифицируются на вербальные (для достижения позитивного терапевтического эффекта используют слова: библиотерапия, метод написания писем; всевозможные методики, опросники и шкалы – например, тест-опросник самооотношения (В. В. Столыпин), опросник В. И. Моросановой «Стиль жизни»; опросник на выгорание; шкала тревожности; шкала дифференциальных эмоций Изарда и т.п.); невербальные – музыка-, цветотерапия, метод очищения чакр и пр.; синкретические, объединяющие позитивный терапевтический эффект слова и аудиовизуального образа (наиболее актуально для использования современных компьютеризированных интеллектуально-духовных средств): НИР «Разработка компьютерной системы психофизиологического тестирования, интеллектуально-духовной реабилитации и безмедикаментозной терапии»; НИР «Исследование эффективного использования безмедикаментозных методов и средств интеллектуально-духовной терапии для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности» и др.

Анализ нормализующих возможностей интеллектуально-духовных средств при использовании их для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности. Для дошкольного, младшего школьного возраста большей силой терапевтического воздействия обладают невербальные интеллектуально-духовные средства. Их использование так же актуально и обоснованно для использования (тестирования, диагностики и саморегуляции) взрослой сформировавшейся личности. Воздействуя на слуховые, обонятельные, зрительные, осязательные центры НС человека, расположенные в центральном органе НС – головном мозге, они стимулируют для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности внутренний энергетический потенциал организма.

С возрастом интеллектуально-духовный потенциал личности возрастает, вследствие образования, воспитания, контактов с близкими людьми (внутрисемейные отношения) и окружающим миром (концепция intersubjectivity С. Рубинштейна – познание себя посредством взаимодействия с окружающим миром и людьми). Возрастает и степень эмоционального напряжения. Необходимо отметить, что более 80% информации человек воспринимает визуально, посредством органов зрения. Недаром говорят: «Глаза – зеркало души». Поэтому интеллектуально-духовные средства визуального способа воздействия, используемые для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности, обладают значительным влиянием на НС человека. Родоначальником цветотерапии как науки принято считать Гете, трактат «Учение о цвете».

В музыке заложен огромный терапевтический потенциал. Человечеству известно об этом еще со времен древней Греции. Например, у Гомера упоминается, что исполнение мелодических песен способствовало исцелению ран героев. А Пифагор в своей легендарной школе в обязательном порядке ввел занятия хорovým пением, ибо «гармония в музыке рождает гармонию в душе». Согласно летописям, Эскулап своей музыкой – громкими звуками трубы, «возвратил безумному благоразумие», Демокрит же многие болезни, в том числе и духовного плана, исцелял игрой на флейте. Особой популярностью на Руси в этой сфере пользовался колокольный звон. С его помощью излечивали головные боли, нервозность, «сглаз и порчу» [3].

Именно музыка, ее главные компоненты – мелодия и ритм, способны безмедикаментозным путем буквально перестроить эмоциональное состояние человека, изменить настроение. Первым, кто начал составлять «Книгу музыкальных рецептов», является Пифагор. Он использовал музыку для лечения «пассивности души» [2].

Тарханов И. Р. в XIX в. доказал на практике, что мелодии, доставляющие радость, благотворно влияют на организм и эмоциональное состояние человека в целом. В XX в. В. М. Бехтерев при помощи результатов многочисленных экспериментальных исследований, проведенных под его руководством, доказал, что «...с помощью музыкального ритма можно установить равновесие в деятельности нервной системы человека. Умереть слишком возбуждённые темпераменты и «растормозить» заторможенных, урегулировать неправильные и лишние движения» [4]. Б. Петровский, известный русский хирург, использовал музыку при проведении сложных операций «для более гармоничной работы организма». В XX в. множество работ по музыкотерапии издаётся у Б. М. Теплова, Л. С. Выготского.

Следующим по степени воздействия интеллектуально-духовным методом, основанном на вербальном звуковом эффекте, является библиотерапия (от греческого «библион» – «книга»), в целом означает «лечение книгой»). Это синкретический метод, объединяющий в своем пространстве особенности социального, эмоционального, биологического, семантического, лингвистического, художественно-образного, творческого и т.п. Путем рационально подобранной литературы, самостоятельно или при помощи специалиста, достигается нормализация психоэмоционального состояния, учитывающая проблемы личности.

Имманентный (ритмо-мелодический, внутритекстовый) анализ интеллектуальной лирики к.т.н. И. С. Сальникова. Для наглядной иллюстрации использования метода библиотерапии возьмем в качестве примера отрывок из стихотворения «Рождественские фантазии» к.т.н. И. С. Сальникова (2013 г.):

«Я изведал жар пустынь Кавказа
И батумских пристаней дожди...
Силу слов и действенность приказа...
Мне казалось: лучшего не жди.
Но теперь я знаю, что есть море
Как любви источник и предел...

Там оно гуляет на просторе,
Но оно осталось не удел.
Сохрани меня, моё презренье,
Я всегда отмечен был тобой:
На душе холодное течение (кипенье)
И сирени шелест голубой.
Я поэт русских равнин и поля...
Будь на то моя и божья воля,
Я бы здесь нашёл свою любовь» [5].

Перекрестная рифма, усиленная аллитерацией звонких согласных [б]: «Будь на то моя и божья воля»; ассонансом гласных [е], [о], [а], [я]: «Там оно гуляет на просторе, но оно осталось не удел».

Перекрестный ритм довольно часто встречается в музыке и называется полиритмией («поли» – «много», «более одного»), берет свое начало в джазовой и блюзовой музыке, а также классической индийской, карнатической музыке. Например, *Bow Wow Wow «I Want Candy»*. Полиритм в музыке также называют кросс-ритмом, когда на нем базируется все музыкальное произведение, а не только отдельные его части.

В классической музыке полиритмия характерна для музыкальных произведений Ф. Шопена, А. Веберна, А.Н. Скрябина, «На прекрасном голубом Дунае» И. Штрауса. Последнее музыкальное произведение по ритмо-мелодическому составу будет оптимальным музыкальным сопровождением для данного стихотворения.

Стихотворение наполнено визуальными метафорическими образами с преобладающей сине-голубой (антистрессовой) гаммой: «...море как любви источник и предел...», «...И сирени шелест голубой...», что способствует успокоению нервной системы человека.

Образ лирического, авторского «Я» – главного героя данного произведения, находится в постоянном поиске смысла жизни, собственного места в этой жизни. Аллего-

чески переплетаются реальные географические точки: Кавказ, море, степи, Батумские пристани с личными переживаниями автора в определенный период жизни: «...силу слов и действенность приказа...», «...лучшего не жди...» [5]. Однако стихотворение обладает потрясающим позитивным настроением, читатель видит на авторском примере, что жизнь продолжается, она наполнена красотой, энергией и новизной: «Но теперь я знаю, что есть море как любви источник и предел...»; «Я поэт русских равнин и поля... Будь на то моя и божья воля, я бы здесь нашёл свою любовь» [6].

Данное стихотворение относится к новому направлению стихотворного жанра: интеллектуальной философской поэзии, поэтому обладает основными признаками романтизма, реализма и символизма. Автор упоминает названия реальных географических объектов, где он побывал: Кавказ, батумские степи, Черное море, донецкие степи и т.д. – таким образом, прослеживается реальная связь с действительностью. Стихотворение пронизано символическими образами Любви, как смысла жизни; Жизни, как процесса постоянного поиска и движения; «Я» лирического героя – обобщенный философский художественный образ странника, преодолевающего трудности на жизненном пути: терпящего и обретающего. Данное стихотворение – наглядная иллюстрация духовного поиска – себя, своего места в жизни, любви и понимания. Заканчивающегося мощным позитивным утверждающимся аккордом жизни: «Я поэт русских равнин и поля... Будь на то моя и божья воля, я бы здесь нашёл свою любовь» [6].

Таким образом, темой стихотворения является экзистенциальный поиск человека себя и своего места в жизни. Человек находится в поиске (себя, смысла жизни, любви, места и т.п.) на протяжении всего жизненного пути. Недаром еще древние греки говорили, что движение – это жизнь. Никогда не следует останавливаться на достигнутом, лишь

движение вперед – залог успеха. Кроме того, произведение базируется на основных принципах философии экзистенциализма, определенных А. де Сент-Экзюпери: каждый человек делает свой выбор и несет за него ответственность; человек – сам творец своей судьбы, а не игрушка Рока; духовное (чувства) превалирует над материальным.

У читателя стихотворение вызывает прежде всего размышления о жизненном пути, его позитивных и негативных аспектах, направляет человека к поиску себя и своего места в жизни. Формируется понимание того, что жизнь – не только калейдоскоп черного и белого, но превосходящая, удивительная и неповторимая. За себя и свое счастье нужно бороться и его необходимо искать. В основе композиции стихотворения находится развитие эмоционального контраста между позитивными и негативными эмоциями, что приводит к эмоциональному катарсису и утверждению, что жить необходимо. Жизнь – это поиск, борьба, достижения, калейдоскоп взлетов и падений... Жизнь – это постоянное движение.

Из вышесказанного следует вывод: данный текст, благодаря своему позитивному энергетическому ритмо-мелодическому заряду, рекомендован для прочтения людям, находящимся в легкой форме депрессии; в кризисной ситуации: перед выбором, сомневающимися в себе, для укрепления веры в себя и свои силы.

Вывод. Безмедикаментозные методы и средства интеллектуально-духовной терапии, используемые для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности, в общем случае делятся на две группы:

– невербальные, когда информация воспринимается человеком посредством органов зрения и обоняния: цветотерапия (хромотерапия); цветовое дыхание (цветомедитация); биорезонансная офтальмоцветотерапия; (8-цветовой тест Люшера) и т.д. Информация поступает в головной мозг

в виде зрительных образов, воплощенных как в цветовых тестах, так и в произведениях изобразительного искусства. В результате восприятия данных образов формируется эмоция;

– -вербальные – восприятия информации происходит посредством органов слуха. Наиболее распространенные и широко используемые всевозможные тестовые шкалы, тесты, опросники (Изарда, Айзенка и пр.); всевозможные формы музыкотерапии (рецептивная и активная); библиотерапия. В плане библиотерапии особый акцент делает на терапевтическое влияние и музыкальность, силу ритмо-мелодического воздействия, стихотворных текстов.

Таким образом, известные методы воздействия, такие как: библиотерапия, хромотерапия, цветомедитация, арт-терапия, музыкотерапия и т.п. усиливаются и приобретают пролонгированный терапевтический эффект.

Разработка практических рекомендаций по использованию визуальных, слуховых и речевых средств саморегуляции психоэмоциональных состояний для восстановления статуса психологического здоровья личности, проводящаяся в ГУ «ИПИИ», позволит использовать компьютерные системы как в индивидуальном, так и в коллективном порядке.

Анализ и формирование оптимального комплекса наиболее эффективных и практически используемых интеллектуально-духовных безмедикаментозных средств и методов для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности, проводящийся специалистами ГУ «ИПИИ», позволит избежать негативных эмоциональных состояний: депрессий, выгорания, нервных срывов и т.д., а также всевозможных ЧП и срывов рабочего процесса на производстве.

Человек и машина создают максимально успешный симбиоз вместе, а не по отдельности. Психоэмоциональный аспект данного вопроса разрабатывается в НИР, проводимой

на базе ГУ «ИПНИ», «Исследование эффективного использования безмедикаментозных методов и средств интеллектуально-духовной терапии для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности». ИИ и человек – это не взаимозаменяемые, а взаимодополняющие ресурсы. Залогом успешного развития, хоть в бизнесе, хоть в науке, является не экономия уже имеющихся ресурсов, а постоянный процесс введения инноваций.

Современный высокий уровень развития IT-технологий перенес исследование эффективного использования безмедикаментозных методов и средств интеллектуально-духовной терапии для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности на новый уровень – создания искусственного эмоционального интеллекта. Для проведения тестирования, обследования и диагностики, формирования БД, хранения и извлечения в случае необходимости результатов диагностики, составления выводов и рекомендаций относительно саморегуляции психоэмоциональных состояний личности используются как запатентованные компьютерные IT-технологии, так и находящиеся в разработке: «Способ определения психологического типа (по К.Г. Юнгу, И.Б. Майерс, Д. Кейрси) на основе измерения свойств нервной системы человека двигательными экспресс-методиками Е.П. Ильина»; «Способ информационного, психоэмоционального и ассоциативного воздействия на состояние человека»; «Способ повышения психофизиологической устойчивости работающих к стрессогенным факторам производственной среды» и т.д. Таким образом, известные ранее методы и средства интеллектуально-духовной терапии при помощи компьютерных технологий синкретически взаимодействуют, многократно усиливают терапевтический эффект, открывают новые возможности более эффективного воздействия и использования для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности

на базе инновационных IT-технологий. Что способствует не только разработке практических рекомендаций по использованию речевых средств для саморегуляции психоэмоциональных состояний для восстановления статуса психологического здоровья личности, но и созданию в будущем научно-обоснованного оптимального комплекса безмедикаментозных интеллектуально-духовных средств и методов речевого характера для эффективного саморегулирования психоэмоциональных состояний человека с целью быстрого восстановления нормального статуса психологического здоровья личности.

Психофизиология и медицина, благодаря развитию IT-технологий, выходят на новую степень эволюции, взаимодействуют и взаимодополняют друг друга и являются предметом исследования для будущих поколений психологов и IT-специалистов.

Литература

1. Кирби Дж. Перехитрить искусственный интеллект [Электронный ресурс] / Дейвенпорт Томас, Кирби Джулия // Управление инновациями. – Режим доступа: <https://hbr-russia.ru> › innovatsii (дата посещения: 09.02.2022 г.).
2. Сальников И. С. Программный продукт для компьютерной диагностики и самооценки доминирующего эмоционального состояния личности по дифференциальной шкала эмоций Изарда [Текст] / И. С. Сальников, Р. И. Сальников, Т. Д. Ключанова // Материалы Донецкого международного круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение. ИИ – 2021». – Донецк : ГУ «ИПИИ», 27.05.2021 г. – С. 74–78.
3. Золотов Е. ИИ, представься! Зачем и как отличать машину от человека [Электронный ресурс] / Евгений Золотов // Компьютерра (легендарный журнал о современных технологиях). – Режим доступа: <https://www.computerra.ru> › ii... (дата посещения: 20.05.2022 г.).

4. Сальников И. С. Проблема научной классификации эмоций [Текст] / И. С. Сальников // Материалы Донецкого международного круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение. ИИ – 2021». – Донецк : ГУ «ИПИИ», 27.05.2021. – С. 69–74.
5. Сальников И. С. Опыт интеллектуального стихосложения [Текст] : стихотворные тексты, 2017 (на правах рукописи) / И. С. Сальников. – Донецк : ГУ «ИПИИ», 2021. – 270 с.
6. Сальников И. С. Свет далекой звезды [Текст] : Стихотворные интеллектуальные тексты И. С. Сальникова, созвучные духовной тематике, 2017 / И. С. Сальников. – Донецк : ГУ «ИПИИ», 2021 г. – 36 с.

И. С. Сальников

ЗАПАТЕНТОВАННЫЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕГУЛЯЦИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ЧЕЛОВЕКА КАК ЛИЧНОСТИ

*Государственное учреждение
«Институт проблем искусственного интеллекта»,
г. Донецк, iss_iai@mail.ru*

В условиях развития информационного общества весьма актуально ставить и решать задачи контроля психологического статуса человека как личности и отслеживать появление новых средств и способов воздействия на его психику с целями последующего их использования при регуляции психоэмоциональных состояний, определяющих нормальное функционирование человеческого организма и состояние его психического здоровья. Особенно это относится к патентуемым средствам и способам регуляции, которые во многом определяют научный прогресс в этой области человеческих знаний и возможностей человека как творческой личности [1].

Выполненные в Институте проблем искусственного интеллекта патентные изыскания показывают, что здесь имеется много возможностей расширить область исследований и поиска новых эффективных средств для использования их в области интеллектуально-духовной терапии и безмедикаментозной саморегуляции психоэмоциональных состояний человека как личности. Ниже приводятся общие результаты патентного поиска [2].

По состоянию на начало 2021 года по рассматриваемой тематике обнаружен 31 патент в фондах Российской Федерации, США, Китая и Японии с глубиной охвата 12 лет: с 2009 по 2020 год включительно. Все патенты являются действующими за исключением одного (Япония), у него ожидается продолжение действия. Предметами поиска были: компьютерные системы, интеллектуально-духовная терапия, саморегуляция, психоэмоциональные состояния.

В патентах заявлено: 28 способов воздействия, 9 устройств для воздействия, в том числе тренажёр, машиночитаемый носитель, носитель информации и устройство психокоррекции состояния ребёнка, 2 системы, 1 сенсорный интерфейс носимой электроники, 1 композиционная постановка с участием зрителей, 1 режим поддержания жизни и подавления мозга, 1 персональная информационная платформа здоровья.

Среди двадцати восьми различных способов воздействия заявлены следующие:

- воздействия на психоэмоциональное состояние человека;
- оценки психоэмоционального уровня;
- оценки уровня социализации;
- дистанционного распознавания;
- коррекции с помощью виртуальной реальности;
- коррекции психоэмоционального состояния человека;
- цветотерапии;

- оценки психосоциального профиля личности;
- улучшения выявленных нарушений когнитивных функций;
- самодиагностики ранних нарушений когнитивных функций;
- коррекции психоэмоционального состояния по методу Луговой;
- психокоррекции состояния ребёнка;
- психологической самопомощи в стрессовых ситуациях;
- способ Соколовой определения психологического состояния личности в жизненной ситуации;
- коррекции психоэмоционального состояния;
- стимуляции активности динамических церебральных систем человека;
- целенаправленного изменения психоэмоционального состояния человека путём комплексной аудиовизуальной стимуляции;
- проведения группового психологического тренинга по методу «Профилактическая психодрама»;
- немедикаментозной коррекции и/или оптимизации эмоционального, нейровегетативного и нейрокогнитивного статусов человека;
- нормализации психофизиологического состояния;
- лечения пациентов с различными видами зависимостей и фобиями;
- комплексного лечения проблем психологических зависимостей;
- обеспечения стимулов для мозга;
- тренировки головного мозга;
- преодоления гиперактивности у детей;
- диагностики и коррекции психоэмоционального состояния «Нейроинфография»»;

– комплексной реабилитации детей с неблагоприятным эмоциональным статусом в отдалённом периоде после хирургической коррекции врождённого порока сердца;

– арт-терапии лепкой из марципана (марципанотерапия).

Среди девяти различных устройств для воздействия на психику заявлены следующие:

– цветотерапевтическое;

– машиночитаемый носитель для улучшения выявленных нарушений когнитивных функций;

– носитель информации для самодиагностики ранних нарушений когнитивных функций;

– устройство воздействия на психоэмоциональное состояние человека;

– устройство психокоррекции состояния ребёнка;

– устройство для преодоления гиперактивности у детей;

– тренажёр для занятий по восстановлению интеллектуальной деятельности и пространственной памяти у больных неврологической клиники;

– сенсорные интерфейсы носимой электроники для людей и машин или человек к человеку;

– персональная информационная платформа здоровья.

Среди двух различных систем воздействия заявлены следующие:

– система обеспечения стимулов для мозга;

– система для восстановления эмоционально-аффективных состояний человека.

В дальнейшем предполагается рассмотреть особенности предлагаемых в патентах средств и способов воздействия на психику человека с целью положительной регуляции его психоэмоциональных состояний в рамках статуса его психологического здоровья.

Литература

1. Разработка компьютерной системы психофизиологического диагностирования, интеллектуально-духовной реабилитации и безмедикаментозной терапии. Патентные исследования. Приложение П. Перечень наименований патентов. Научно-технический отчёт. ГУ ИПИИ, Донецк. – 2020.
2. Исследование эффективного использования безмедикаментозных методов и средств интеллектуально-духовной терапии для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности. Патентные исследования. Приложение Е. Перечень наименований патентов. Научно-технический отчёт. ГУ ИПИИ, Донецк. – 2021.

И. С. Сальников, Р. И. Сальников, Т. Д. Ключанова

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ НУМЕРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИЧНОСТИ

*Государственное учреждение «Институт проблем
искусственного интеллекта», г. Донецк, iss_iai@mail.ru*

Числа сопровождают нас на протяжении всего жизненного пути. Мир построен на силе чисел. Магические свойства чисел волновали людей тысячи лет. Нумерология даты рождения позволяет выявить скрытые возможности человека, рассказать, что дано от рождения, и указать наилучшую для развития личности дорогу. Нумерология не предназначена для прорицания будущего. Ее задача – анализ характера, выявление сильных сторон личности, равно как и её недостатков, объяснение того, какой человек сейчас и каким может стать. Когда дело касается слабостей, нумерология способна указать средства, которые помогут сделать жизнь лучше, во всей полноте использовать таланты человека, не упустить благоприятные возможности [1].

Вычисление нумерологических характеристик человека было реализовано в рамках комплексной системы компьютерной диагностики психоэмоциональных состояний человека, разработанной в Институте проблем искусственного интеллекта (рис. 1) [2].

Программное обеспечение позволяет производить расчет следующих нумерологических характеристик:

- число судьбы;
- персональное число года;
- персональное число месяца;
- персональное число дня;
- число рождения;
- третичные циклы;
- числовая вибрация имени;
- недостающие звенья;
- личная совместимость.

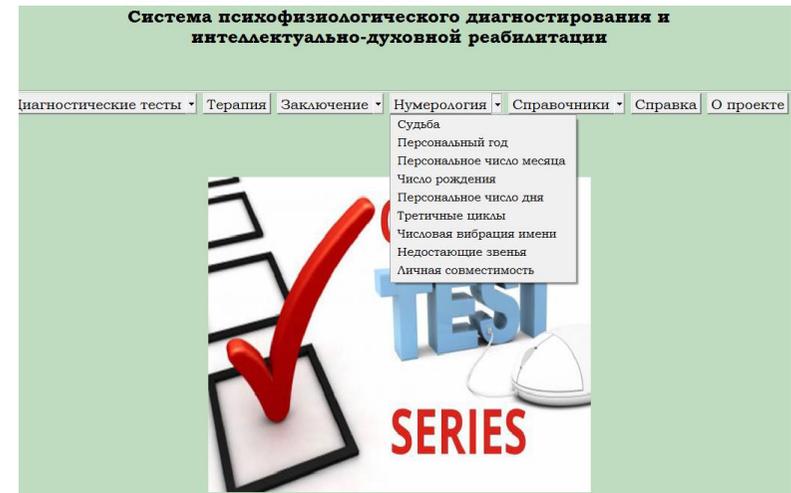


Рисунок 1 – Нумерология в системе психофизиологического диагностирования

Число судьбы – это нумерологическое значение даты рождения, по нему можно узнать, какой человеку предначертан путь, какая линия развития личности сопряжена с достижением всех его целей. Для его вычисления нужно

сложить все цифры даты рождения. Предположим, человек родился 04.03.1975 года: $4 + 3 + 1 + 9 + 7 + 5 = 29$, $2 + 9 = 11$, $1 + 1 = 2$. Число судьбы – 2.

Персональное число года.

Для того чтобы определить персональное число года, необходимо сложить число месяца и дня рождения с числом текущего года и привести полученную сумму к однозначному числу.

Персональное число месяца.

Для того чтобы определить персональное число месяца, надо сложить число месяца и дня рождения с числом интересующего вас месяца в соответствующем году, а затем привести полученную сумму к однозначному числу.

Персональное число дня.

Для определения персонального числа дня необходимо сложить следующие числа:

- число месяца рождения;
- число дня рождения;
- число текущего года;
- число текущего месяца;
- число текущего дня.

В том случае, если необходимо вычислить прогноз на будущее, нужно подставить вместо чисел текущего месяца и дня числа интересующей даты.

Число рождения.

День, в который человек родился, отмечен определенными свойствами. Вибрации этого дня будут определять образ личности, каким он видится другим.

Третичные циклы.

Персональный год подразделяется на три отдельных этапа, по четыре месяца в каждом. Эти этапы называются третичными циклами. Первый из трех этапов года начинается в день рождения и продолжается четыре месяца. Для того чтобы определить число вибрации, присущее этому этапу, надо просто найти число вибрации года рождения человека.

Для определения числа второго третичного цикла необходимо вычесть число судьбы из числа года, на который пришелся ваш последний по счету день рождения, а затем привести результат к однозначному числу.

Число третьего третичного цикла получается простым сложением чисел первого и второго третичных циклов и приведением суммы к однозначному числу.

Числовая вибрация имени.

В буквах имени сокрыты три плана выражения – план гласных, план согласных и план полного выражения, образуемые сочетанием тех и других букв.

Для того чтобы рассчитать план гласных, необходимо каждой гласной букве имени и фамилии сопоставить число в соответствии с таблицей буквенно-числовых соответствий. Затем сложить все найденные числа и привести сумму к однозначному числу. Для того чтобы рассчитать план согласных, необходимо аналогичные действия выполнить для согласных букв имени и фамилии. План полного выражения находится суммированием плана гласных и плана согласных и приведением суммы к однозначному числу.

Экспресс-анализ личности – это анализ вибраций первой гласной имени человека, который позволяет верно оценить, каков этот человек на самом деле, опираясь на нумерологию.

Недостающие звенья.

Для расчета недостающих звеньев необходимо каждой букве имени и фамилии сопоставить число в соответствии с таблицей буквенно-числовых соответствий и определить числа, буквы для которых ни разу не встретились в имени и фамилии. Это и будут числа недостающих звеньев.

Личная совместимость.

Совместимость можно определить на основе чисел судьбы и на основе чисел выражения. Для первого способа нужно рассчитать числа судьбы людей, и для получившегося сочетания чисел выбрать характеристики. Для второго способа нужно рассчитать сумму планов полного выражения имен и фамилий людей, и привести ее к однозначному числу.

Для расчета нужной нумерологической характеристики пользователь выбирает соответствующий пункт меню, вводит необходимые даты или имена, фамилии (рис. 2). При нажатии кнопки «Расчитать» вызывается соответствующий модуль расчета, результаты вычисления можно просмотреть на экране (рис. 3), и в файле Word, сформированном по итогам вычислений.

Определение числа судьбы

От первого до последнего дня жизни вас ведет судьба, назначенная вам в зависимости от времени вашего появления на свет. Нумерологическое значение даты вашего рождения - число судьбы - будет для вас откровением: вы узнаете, какой вам предначертан путь, какая линия развития личности сопряжена с достижением всех ваших целей.

Введите дату вашего рождения:

День	Месяц	Год
<input type="text" value="04"/>	<input type="text" value="03"/>	<input type="text" value="1975"/>

Рисунок 2 – Задание данных для определения числа судьбы

Ваше число судьбы - 2

Как лучший из возможных помощников, вы – идеальный супруг, друг или же подчиненный, а поэтому для вас всегда предпочтительнее следовать проторенной дорогой, предоставив другим роль первопроходца. Вы научитесь на чужих ошибках и мудро примите все необходимые меры предосторожности, когда будете действовать в одиночку.

Вам невиннослышны дисгармония и разногласия, а поэтому вы сделаете все от вас зависящее, чтобы сохранить мир и распутать клубок недоразумений. Ваши заботливость и предупредительность не останутся незамеченными – у вас будет множество друзей, а вы цените дружбу и дорожите ею. У вас есть два замечательных свойства, которые обязательно помогут вам достичь желаемого, – дипломатия и такт. Вы действуете так тонко, что для вас не составляет труда добиться своего.

Ваш ключ к успеху – сотрудничество, а поэтому вам лучше всего удастся завершение различных проектов или же руководство другими, менее способными ориентироваться в деталях людьми. Воздерживайтесь от самостоятельной разработки идей и от предпринимательства на свой страх и риск.

Неизменно услужливы, милы и дружелюбны, вы сразу же производите хорошее впечатление на людей. Вы умеете вызвать на разговор замкнувшегося в себе и утешить расстроенного. А поэтому ваш путь жизни ровен и гладок. Вы действуете спокойно и рассудительно в любом окружении, в любых обстоятельствах, умеете сгладить шероховатости. Вы никогда не будете испытывать недостатка в том, что украшает жизнь, хотя по натуре вы совсем не завоеватель. Благодаря умению сосредоточиваться и сотрудничать вы без особых усилий получите награды, которых другие добиваются долго и упорно. А иначе вы и не будете удовлетворены.

Вас отличает своеобразный дух независимости, что и делает вас незаменимым помощником, а с другой стороны, позволяет вам не искать опоры, когда вы остаетесь в одиночестве. Вам удастся прекрасно исполнять обязанности руководителя фирмы, вы с такой же легкостью, в отсутствие супруга, будете вести домашние дела. Впрочем, вы предпочитаете быть второй скрипкой и выполнять указания партнера, работодателя или супруга. Как бы то ни было, дар понимания и сотрудничества может способствовать тому, что вы будете процветать как управляющий. И всегда – как помощник! Да, любую идею вы подхватите в зародыше и воплотите в жизнь. Это похвальное качество, ведь вы будете преимущественно работать по найму.

Вашей натуре свойственно прощать и всему легко находить оправдание, вот почему нет лучшего супруга, чем вы. Если в вашем браке случится охлаждение, скорее всего, вы пойдете на компромисс, на жертвы, чтобы сохранить союз. Силы, которыми вы наделены, столь велики, что вы можете простить любой проступок партнера; и все же не будьте так великодушны, иначе проступки и измены для вашего спутника жизни войдут в привычку.

Что касается ваших негативных черт, то из желания сделать человеку приятное вы даже откажетесь от своего мнения. Кроме того, вам свойственны быстрая смена настроения и нерешительность, не говоря уже об излишней чувствительности. Бывают моменты, когда из-за нерешительности вы подчиняетесь чужой воле, что позже заставляет вас негодовать.

Рисунок 3 – Результат вычисления числа судьбы

Литература

1. Бауэр Дж. Нумерология для начинающих [Текст] / Джери Бауэр. – Пер. с англ. Н. Падалко. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2004. – 288 с. – (Для начинающих).
2. Сальников, И. С. Система компьютерного диагностирования психофизиологических состояний личности [Текст] / И. С. Сальников, Р. И. Сальников, Т. Д. Ключанова // Проблемы искусственного интеллекта. – Донецк: ГУ ИПИИ. – 2020. – № 3 (18). – С. 23-34.

Н. Н. Степанчук

ИНДЕКСАЦИЯ: МЕТОДОЛОГИЯ ТЕКСТОВОГО АНАЛИЗА КЕННЕТА БЁРКА

Государственное учреждение «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк, stepanchuk_natala@mail.ru

Современные достижения в области искусственного интеллекта обеспечили появление компьютерных коммуникационных систем психологической помощи, работающих на основе алгоритмизированных сценариев. Такие системы достаточно хорошо решают большинство диагностических задач, но слабо распознают актуальные потребности пользователей.

Совокупность аппаратных и программных средств обеспечения диалога компьютера с пользователем с целью оказания ему психологической помощи и поддержки будем называть «агентом» [1].

В подавляющем большинстве случаев пользовательские данные представляют собой тексты, включающие самые разнообразные элементы. На сегодняшний день нет однозначного определения того, что следует называть текстом. Текст может пониматься как материализованный результат речевой деятельности или изучаться как коммуникативное явление, включающее в себя социальный контекст.

Текстовый анализ включает в себя понимание языка, символов и/или изображений, присутствующих в текстах, для получения информации о том, как люди понимают, кодируют и передают свой жизненный опыт [2].

Цель данной работы – теоретическое представление методологии качественного метода текстового анализа для его последующей автоматической обработки агентом.

Философ и теоретик коммуникации Кеннет Бёрк (1897 – 1993) разработал аналитический метод, объясняющий функционирование языка и знаков как форм символического действия в мире. Наиболее известной «бёрковской» структурой для анализа текстов стала драматическая пентада – понимание конструкции и отношения друг к другу пяти элементов (действие, сцена, деятель, средства и цель), однако учёный предпочитал «более прямой» подход к текстам, который он назвал «индексированием» [3, р. 2].

Так, К. Бёрк полагает, что каждый человек формирует «образец опыта», основанный на приспособлении к окружающей среде или ситуации, влияющий на взаимодействие человека с окружающим миром, а текст – это вербальная параллель «образцу опыта» [3, р. 10].

Метод индексации состоит из двух частей: поиск неявных «уравнений» в тексте и определение иерархии терминов (систем символов), представленных в «уравнениях».

Индексация. «Символизм слова состоит в том, что никто не использует это слово в его простом словарном значении и обертоны использования раскрываются “компанией, которую оно составляет в высказываниях”». Такое потенциально идиосинкразическое использование языка делает исследование терминологии текста полезным инструментом для обнаружения «основной модели» [3, р. 12].

Изучение символического действия следует начать с построения «уравнений». То есть, начиная с вопроса «Что чему равно в этом тексте?», затем – «Что следует за чем в этом тексте?», далее отслеживаются цепочки следствий –

«Какое слово следует как логическое следствие другого слова?», при чём автор призывает аналитика избегать общепринятых аналогий и символических значений.

Первым шагом является составление схемы контекстов слов по всему тексту. Здесь предполагается, что название и характеристика центральных персонажей иногда могут быть поучительными, имеет значение частота и интенсивность использования терминов, рекомендуется обращать внимание на кульминационные моменты (конфронтации, конфликты, решения).

При чём «нельзя заранее сказать, какими будут ключевые термины произведения – они выявляются по ходу работы: иногда это люди, места или вещи; иногда это действия, установки или отношения; а иногда – качества или процессы» (Рюкерт, 1982).

Чтобы было легче увидеть эти преобразования, индекс термина должен быть хронологическим. К. Бёрк также допускал использование «рабочих синонимов»: слов, являющихся синонимами в данном конкретном тексте, но не указанных в «официальном» словаре синонимов и позволял составлять уравнения со словами, имеющими эффект «усиления». Таким образом, получаемые уравнения могут быть многословными и проявляются в виде кластеров [3, p. 16].

В качестве примера того, что должен содержать индекс, К. Бёрк приводил пример указателя, составленного его ученицей Р. Голдстоун. Она решила использовать цветовое кодирования для метки слов и тематических фрагментов, часто встречающихся в тексте. Наряду с этим она отмечала буквой V слова – разновидности термина (например, ‘дым’ как разновидность слова ‘туман’) и слова, которые произошли от терминов (например, ‘острый’, ‘резать’, ‘скоблил’ как производные от слова ‘нож’), отмечая их буквой P. Это являлось предварительным «уравнением» ключевых терминов [3, p. 18].

Индексирование, в том виде, в котором применял его К. Бёрк, не является жёским механическим математическим методом и может допускать определённый уровень экспериментов и интерпретаций.

По утверждению К. Бёрка структура того, как автор соединяет ценности и события, выявляет отношения, которые являются директивами к действию. Мы должны увидеть «философию [или образец опыта] как “утверждение политики”, как аргументированный словарь для формирования нашего отношения к жизни или того, что можно было бы назвать мировоззрением». С этой целью можно найти элементы в тексте равные «хорошему» или «плохому», «социально высшие» или «социально низшие», что может являть собой некую «структуру мотивации» [3, р. 20].

Последователи К. Бёрка отмечают отсутствие явных ограничений на количество способов, которыми термины могут быть объединены, и допускают объединение терминов через словесные связки или образы (Бертгольд, 1976).

Здесь стоит упомянуть, что большинство описаний индексации ограничиваются горизонтальной сетью уравнений, опираясь на частоту и интенсивность их использования (Рюкерт, 1963; Бертгольд, 1976; Фосс, 1984; Блейкли, 2001 и др.), рассматривая раскрытие ассоциативных кластеров как самоцель.

Определение иерархии терминов. Определив горизонтальную одномерную сеть взаимосвязанных терминов, необходимо определить их соотношение друг с другом как части вертикальной структуры или «вербальной пирамиды». Это можно делать путём восхождения от частного к общему, обобщая уровень абстракции (интерпретации, идеологии), создавая «пирамиды», «лестницы» или «приказы».

В свою очередь, К. Бёрк называет основную мотивацию (верхушку пирамиды) – «диалектической трансцендентностью», рассматривая её исключительно как терминистическую или символическую функцию [3, р. 22] и

описывает четыре основных типа словесных пирамид (структур абстракции), которые можно найти в текстах: лингвистические, социальные, естественные и сверхъестественные.

На вершине сверхъестественной словесной пирамиды находится один «Бог-термин» всего текста, «термин терминов», чей дух пронизывает остальные термины в тексте. В данном случае термин «Бог» не является религиозным или антирелигиозным и подлежит «диалектическим манипуляциям».

Бёрк К. надеялся, что его метод индексирования поможет понять мотивационные структуры, управляющие человеческими действиями, «умерить крайнюю необузданность наших амбиций», увидеть, что «мотивационная структура не высечена на камне, а скорее представляет собой “грубый первый набросок, который хотя бы немного подвержен пересмотру”» [3, р. 33].

Стоит отметить, что индексация может быть применена к «личному словарю автора», «социальному словарю группы» и к «бесконечному разговору» человеческого рода (Бёрк, 1973).

Поэтому, опираясь на суждения К. Бёрка о разделении мотива на восемь первичных аффектов (врождённых паттернов реагирования) с целью создания классификатора (или ансамбля классификаторов), считаем необходимым снабдить агента базой знаний в виде набора тематических ассоциативно-контекстных индивидуальных словарей (ТАКИС), накопленных в аутентичных социокультурных условиях и собранных в результате проведения запланированного свободного ассоциативного эксперимента [4], оригинальных психодиагностических проективных методик [5] и обработки других материалов, собранных автором тезисов на протяжении 2009 – 2020 гг. в процессе преподавательской деятельности.

Это позволит агенту оперировать смысловыми фрагментами, обеспечивая необходимый уровень персонали-

зации коммуникативного процесса как в аспекте теста Тьюринга, так и в аспекте психологической помощи; произвести дескрипцию того, как язык человека подвергает категоризации пространство, время, движение, цвет, объекты, ценности, а также поможет выделить другие релевантные для системного анализа области исследования [1].

Литература

1. Степанчук Н. Н. Социально-философские основания разработки компьютерных коммуникационных систем психологической помощи [Текст] / Н. Н. Степанчук.
2. Степанчук Н. Н. Подходы к анализу текста и кодированию данных в коммуникационных исследованиях [Текст] / Н. Н. Степанчук.
3. Isaksen D. E. Indexing and Dialectical Transcendence: Kennet Burke's Critical Method [Текст] / David E. Isaksen.
4. Степанчук Н. Н. Тематический ассоциативно-контекстный индивидуальный словарь как основа текстовой картины мира интенционального когнитивного агента [Текст] / Н. Н. Степанчук.
5. Степанчук Н. Н. Проективная методика «Девочки и мальчики»: обоснование создания и применения [Текст] // Н. Н. Степанчук.

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕХАТРОННЫЕ
СИСТЕМЫ И ИХ КОМПОНЕНТЫ.
ПРИКЛАДНЫЕ СИСТЕМЫ
НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

*Ю. С. Агаркова, В. А. Дикарев, А. Ю. Кикина,
Э. В. Никитов, А. Н. Симбаев, Ю. С. Чеботарев*

**ОБ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
ИНТЕГРИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ
ВИРТУАЛЬНОЙ, ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ
И МАНИПУЛЯЦИИ ДЛЯ ПИЛОТИРУЕМЫХ
КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ**

*ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»,
п. Звездный городок, Московская обл., V.Dikarev@gctc.ru*

Во время пилотируемого космического полета космонавты сталкиваются с множеством задач, которые требуют запоминания большого объема информации либо чтения бортовой документации, чтобы избежать ошибок, вызванных человеческим фактором. Интегрирование в визор шлема скафандра системы дополненной реальности поможет решить проблему контроля и безошибочного исполнения всех операций. Ошибки, совершенными по вине экипажей пилотируемых космических аппаратов (ПКА) в процессе лунной экспедиции, будут особенно критичны, где устранение последствий аварий приводит к срыву программы экспедиции, значительным финансовым и временным затратам. Возможные проблемы, приводящие к ошибкам в обслуживании и эксплуатации ПКА могут быть вызваны из-за отсутствия:

– удобного способа работы с технической документацией, в том числе обеспечивающего получение подсказок по технологическому процессу без отвлечения от изделия и не занимающего руки оператора;

- автоматизированного контроля на всех этапах процесса технического обслуживания изделия;
- возможности подсказки из Центра управления полетами и ограниченное число запасных деталей.

Интеллектуальные интегрированные (объединяющие, сочетающие, совмещенные, совместные...) технологии виртуальной, дополненной реальности и манипуляции возможно смогут стать заделом для создания интеллектуальных человеко-машинных интерфейсов (ЧМИ) эргатических систем. В эргатических системах традиционно рассматриваются интерфейсы «человек-машина», а интерфейсы «машина-человек», «машина-машина» нет. А это, возможно, стоит учитывать для развития технологии в интересах достижения коллабораций в таких системах.

Виртуальная реальность, дополненная реальность и смешанная реальность – это мощные перспективные технологии, которые позволяют заменить реальную жизнь на восприятие виртуальной жизни, искусственным образом стимулируя наши чувства и обманывая наше тело в принятии другой версии реальности [1]. Виртуальная реальность [2] способна воздействовать на все органы чувств и тем самым сделать восприятие виртуального мира максимально естественным. Однако максимальный объем информации, воспринимаемый человеком (от 80% до 90%), поступает от органов зрения, и поэтому основная задача систем виртуальной, дополненной и смешанной реальностей это формирование естественного изображения виртуального мира на сетчатке глаза человека. Аналогично технологии виртуальной реальности технология смешанной реальности формирует виртуальный мир, но этот виртуальный мир естественным образом накладывается на реальный, смешивая виртуальные и реальные объекты в единое целое. Виртуальные объекты располагаются в реальном пространстве и человек уже не теряется в виртуальном пространстве, поскольку оно обладает ограничениями реального мира.

Технология дополненной реальности [3] – это информационные системы на шлемных индикаторах и индикаторах на лобовом стекле, которые выводят всю необходимую информацию о полете непосредственно перед глазами и помогают космонавту ориентироваться в пространстве, не отвлекаясь на чтение информации с приборных панелей. В дальнейшем эти технологии были интегрированы в более компактные системы очков дополненной и смешанной реальностей. Как правило, системы дополненной реальности снабжаются дополнительными датчиками, необходимыми для анализа окружающего пространства.

Технология смешанной реальности [4] предоставляет возможность совместить два визуальных мира: реальный и виртуальный. Несмотря на принципиальные отличия технологий дополненной и смешанной реальностей основные оптические схемы и решения, используемые в этих технологиях, в значительной степени повторяют друг друга. Основные отличия – это обязательная стереоскопичность оптической системы и «носимость» устройства смешанной реальности. Естественно, существует значительное отличие в программно-аппаратной начинке этих устройств. В системах смешанной реальности происходит совмещение изображений двух миров: реального и виртуального. Реальный и виртуальный миры визуализируются с помощью технологий дополненной реальности, которые позволяют совмещать изображения виртуального и реального миров, а синтезируется изображение виртуального мира с помощью технологий виртуальной реальности. Основная специфика, связанная с синтезом изображения виртуального мира, заключается в необходимости привязки его к реальному миру. При этом привязка должна быть как геометрической, т.е. все объекты виртуального мира должны находиться в рамках реального мира, так и оптической, когда оптические свойства реального мира воздействуют на видимость объектов виртуального мира и наоборот. Несогласованность между видимостью объектов реального и виртуального миров может вызывать дискомфорт зрительного восприятия.

Такие технологии смогут способствовать развитию, в том числе, нового направления в науке и технике – интеллектуальные ЧМИ, которые смогут адаптироваться под конкретного космонавта (оператора) и конкретную машину, и обеспечивать «разумное» взаимодействие между ними, посредством речи, мимики, жестов, движений и т.п. Возможно, интеллектуальные ЧМИ, станут некоторым прототипом для виртуальных интеллектуальных интерфейсов машин, обеспечивающих «разумное» групповое взаимодействие между машинами в понятных и привычных для космонавтов формах коммуникаций [5].

С целью разработки и применения перспективных технологий могут быть предложены следующие обобщенные направления:

1. Создание и использование интеллектуальных интегрированных технологий виртуальной, дополненной реальности и манипуляции (ИИТ ВДРМ) для реализации (возможно дистанционного замещения) «операторских режимов» манипуляции над различными объектами при их эксплуатации, обслуживании и ремонте. При этом «операторские режимы» манипуляции операторами над объектами – могут включать в себя «ручные режимы» управления (в том числе, дистанционного) системами, «ручные режимы» настройки элементов оборудования и т.п. В частности, интеллектуальный ЧМИ ПКА, сочетающий технологии виртуальной, дополненной реальности и манипуляции, позволит заместить элементы существующего ЧМИ ПКА, тем самым возможно снизить его массу и увеличить внутреннее пространство ПКА.

2. Создание и использование ИИТ ВДРМ для операционной и информационной поддержки специалистов при эксплуатации, обслуживании и ремонте различных объектов, например:

- использование ИИТ ВДРМ для поиска и обнаружения мест неисправностей элементов оборудования, раз-

мещенных за панельным пространством РС МКС, вскрытие панелей, осуществляется после обнаружения неисправности для ее идентификации и устранения;

– использование ИИТ ВДРМ для оперативного измерения и распознавания – определения расстояний до объекта, уточнение направлений, запоминание быстро исчезающих из поля зрения предметов и т.п.;

– использование ИИТ ВДРМ в качестве путевода. При выполнении сложных операций в сложной реальности шлем или очки с виртуальной реальностью могут подсказать направление дальнейшего движения, выявить искомые объекты или субъекты, обеспечивая тем самым более успешные действия.

– использование ИИТ ВДРМ для поиска и обнаружения мест хранения оборудования, средств, инструментов, расходных материалов и т.п., размещенных за панельным пространством РС МКС, вскрытие, панелей осуществляется после обнаружения их места хранения для использования, размещения или пополнения и т.д.

3. Создание и использование ИИТ ВДРМ для тренажерной, в том числе дистанционной подготовки специалистов:

– по «операторским режимам» манипуляции над различными объектами при их эксплуатации, обслуживании и ремонте;

– по применению средств операционной и информационной поддержки при эксплуатации, обслуживании и ремонте различных объектов.

Литература

1. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности [Текст] / Смолин А.А., Жданов Д.Д., Потемин И.С., Меженнин А.В., Богатырев В.А.. – С.-Петербург: Университет ИТМО, 2018. – 60 с.
2. ГОСТ Р 57721-2017 Эксперимент виртуальный. Общие положения. Информационно-коммуникационные технологии в

- образовании. – Национальный стандарт Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200156823>
3. ГОСТ Р 59278 – 2020 Информационная поддержка жизненного цикла изделий. Интерактивные электронные технические руководства с применением технологий искусственного интеллекта и дополненной реальности. – Национальный стандарт Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200177293>
 4. Технологии виртуальной и дополненной реальности: дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019vrgar.pdf>
 5. Применение технологий искусственного интеллекта при взаимодействии космонавтов с робототехническими комплексами в перспективных проектах [Текст] / Харламов М.М., Карпов А.А., Крючков Б.И., Кикина А.Ю., Дикарев В.А., Усов В.М. // Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение: материалы Донецкого международного научного круглого стола. – Донецк: ГУ «ИПИИ», 2021. – С. 114-119.

М. В. Близно, В. М. Зуев, С. Б. Иванова

РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО КОЭФФИЦИЕНТАМ ДИСКРЕТНОГО КОСИНУСНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

*Государственное учреждение «Институт проблем
искусственного интеллекта», г. Донецк,
zvmt05@mail.ru, iai_sb_ivanova@mail.ru,
makstabyu@gmail.com*

В настоящее время поступающее на систему распознавания изображение чаще всего имеет формат JPEG. Многие видеокамеры и фотоаппараты генерируют изображение в этом формате, его наиболее часто используют при передаче по сети Internet.

В то же время при распознавании изображений всеми известными пакетами, как OpenCV и др. происходит внутреннее преобразование формата JPEG в формат BMP, то есть в попиксельное представление картинки. В некоторых пакетах это преобразование происходит явно, в других не явно, но оно происходит всегда. Когда скорость поступающих на обработку изображений не велика, то решение задачи классификации объектов на изображении не представляет трудностей. Если же скорость поступлений велика, то мы замечаем, что определенное время тратится на преобразование формата JPEG в формат BMP. Конечно, это время можно сократить, если делать это преобразование аппаратно или отдельным алгоритмом на ПЛИС [1], [2].

В данной работе предоставляются сравнительные результаты распознавания изображений, основанного на внутренней структуре формата JPEG, а именно на коэффициентах дискретного косинусного преобразования, и распознавания самого JPEG-изображения.

JPEG-изображение, получаемое из камер и иных устройств цифрового ввода, практически всегда кодируется из цветового пространства RGB. Общая схема алгоритма кодирования представлена на рис. 1.

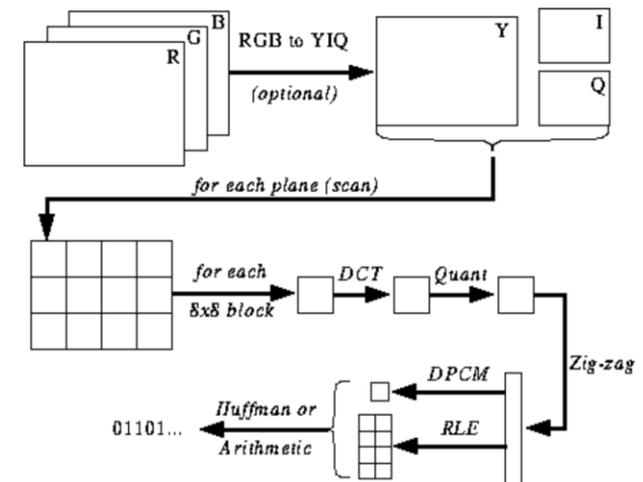


Рисунок 1 – Алгоритм кодирования

Алгоритм состоит из следующих шагов [3]:

1 Преобразование из RGB в YIQ

2. Разделение на блоки размером 8×8 и потом для каждого блока:

3 - ДКП,

4 – квантование,

5 - зигзагообразное сканирование,

6 - кодирование длин серий,

7 - кодирование Хаффмана.

Декодирование такого файла происходит в обратном порядке от кодирования.

Для получения коэффициентов от ДКП необходимо проделать следующие шаги:

1) раскодировать код Хаффмана;

2) раскодировать длины серий;

3) обратное зигзагообразное сканирование;

4) квантование;

5) запись коэффициентов в файл.

В результате полученные файлы, содержащие в себе коэффициенты от ДКП, были направлены на обучение нейронной сети.

Обучения нейронной сети происходило при помощи библиотеки глубокого обучения Keras и облачной среды Google Colab.

В результате была обучена нейронная сеть на небольшом наборе данных. Результаты процесса обучения представлены на рис. 2.

```

Found 200 files belonging to 10 classes.
Found 30 files belonging to 10 classes.
Epoch 1/10
7/7 [=====] - 86s 6s/step - loss: 2.4080 - val_loss: 2.3018
Epoch 2/10
7/7 [=====] - 33s 5s/step - loss: 1.7379 - val_loss: 2.3022
Epoch 3/10
7/7 [=====] - 33s 5s/step - loss: 1.0247 - val_loss: 2.3021
Epoch 4/10
7/7 [=====] - 33s 5s/step - loss: 0.7818 - val_loss: 2.3021
Epoch 5/10
7/7 [=====] - 33s 5s/step - loss: 0.4680 - val_loss: 2.3022
Epoch 6/10
7/7 [=====] - 33s 5s/step - loss: 0.2463 - val_loss: 2.3021
Epoch 7/10
7/7 [=====] - 33s 5s/step - loss: 0.2345 - val_loss: 2.3024
Epoch 8/10
7/7 [=====] - 33s 5s/step - loss: 0.3063 - val_loss: 2.3022
Epoch 9/10
7/7 [=====] - 33s 5s/step - loss: 0.3607 - val_loss: 2.3023
Epoch 10/10
7/7 [=====] - 33s 5s/step - loss: 0.9073 - val_loss: 2.3025

```

Рисунок 2 – Обучение нейросети на косинусных коэффициентах

Так же для сравнения была обучена вторая нейросеть, только на вход подавались изображения в традиционном формате JPEG. Результаты процесса обучения на изображениях в формате JPEG представлены на рис. 3.

```

Found 200 files belonging to 10 classes.
Found 30 files belonging to 10 classes.
Epoch 1/10
7/7 [=====] - 99s 6s/step - loss: 2.5587 - val_loss: 2.3016
Epoch 2/10
7/7 [=====] - 41s 6s/step - loss: 1.4022 - val_loss: 2.3020
Epoch 3/10
7/7 [=====] - 42s 6s/step - loss: 0.9003 - val_loss: 2.3023
Epoch 4/10
7/7 [=====] - 45s 6s/step - loss: 0.8582 - val_loss: 2.3025
Epoch 5/10
7/7 [=====] - 41s 6s/step - loss: 0.5004 - val_loss: 2.3023
Epoch 6/10
7/7 [=====] - 40s 6s/step - loss: 0.2608 - val_loss: 2.3025
Epoch 7/10
7/7 [=====] - 43s 6s/step - loss: 0.2637 - val_loss: 2.3023
Epoch 8/10
7/7 [=====] - 44s 6s/step - loss: 0.5050 - val_loss: 2.3024
Epoch 9/10
7/7 [=====] - 45s 6s/step - loss: 0.0981 - val_loss: 2.3024
Epoch 10/10
7/7 [=====] - 47s 7s/step - loss: 0.0038 - val_loss: 2.3028

```

Рисунок 3 – Обучение нейросети на изображениях в формате JPEG

Сравнивая результаты процесса обучения нейронных сетей на наборе изображений в формате JPEG и на наборе данных коэффициентов дискретного косинусного преобразования можно сделать следующие выводы: Процесс обучения на наборе данных коэффициентов дискретного косинусного преобразования изображений в среднем происходит на 18% быстрее, чем принятое обучение на изображениях формата JPEG при этом потери при данном обучении, хоть и выше, однако не существенны и на общую дальнейшую работу нейронной сети существенно не влияют.

Литература

1. Зуев В.М. Использование нейросети для управления механизмами [Текст] / В.М. Зуев // Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение : материалы Донецкого международного научного круглого стола. – Донецк : ГУ ИПИИ, 2020. – С. 69 – 73.
2. Бутов О.А. Подготовки данных для обучения нейронной сети управляющей движением механизма [Текст] / О. А. Бутов, В. М. Зуев, А. А. Никитина, С. И. Уланов // Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение : материалы Донецкого международного научного круглого стола. – Донецк : ГУ ИПИИ, 2021 (в печати).
3. Unraveling the JPEG Issue 01Science + Society.May 1, 2019

Е. С. Бондаренко, А. В. Григорьев

МЕХАНИЗМ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ ШАБЛОНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*ГБОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»,
г. Донецк, kate.bond777@gmail.com, grigorievalvl@gmail.com*

Для построения шаблонов проектирования в системах автоматизированного проектирования используются различные методики. В предлагаемой статье рассматривается

специфический вариант применения механизма логического вывода как инструмента построения проектных шаблонов в задачах синтеза геометрических объектов.

Механизм логического вывода – это инструмент, используемый для логических заключений о ресурсах базы знаний [1]. Механизм логического вывода интерпретирует и оценивает факты в базе знаний, позволяя обеспечить синтез требуемого объекта.

Таким образом, механизм логического вывода в сочетании с базой знаний может обеспечить автоматическое построение требуемых геометрических объектов.

Механизм логического вывода может использовать определенные факты, заданные из-вне, как техническое задание, с целью синтеза на основе базы знаний определения целевого геометрического объекта.

База знаний состоит из правил, которые определяют соответствия между фактами и заключениями (выводами).

База знаний, предназначенная для автоматизации проектирования геометрических объектов, содержит в себе правила, благодаря которым осуществляется:

- поиск необходимых программных методов из существующего графического API (программного интерфейса пользователя);

- вызов методов на выполнение с набором сформированных требуемых входных параметров.

Факты трактуются как параметры желаемого объекта некоторого класса в рамках программного шаблона. В применении к задаче построения графических объектов в качестве фактов рассматриваются внешние условия построения геометрического объекта. Например, для точки можно назвать такие условия: точка на пересечении двух заданных прямых, точка на перпендикуляре и т.д. Аналогично трактуются факты для отдельной линии или четырёхугольника. База знаний имеет модульный вид, где модули (интеллектуальные шаблоны) вложены друг в друга (точка – как подмодуль линии, линия – как подмодуль четырёхугольника и т.д.).

Семантика правил выглядят следующим образом:

ЕСЛИ [требуемого признака у данной схемы (одного из классов шаблона) нет], ТО [удалить схему из дальнейшего рассмотрения];

ЕСЛИ [признак есть только у удалённых схем], ИЛИ [признак есть у всех доступных схем] ТО [удалить этот признак из дальнейшего рассмотрения].

Фактически создается И-ИЛИ-дерево вариантов выбора требуемого класса из программного шаблона, где правила определяют совместные или несовместные варианты (альтернативы ИЛИ-узлов) классов.

Выбор того или иного варианта одного из ИЛИ-узлов в И-ИЛИ-дереве в ходе синтеза (логического вывода) приводит к автоматическому удалению несовместных альтернатив в прочих ИЛИ-узлах. Таким путем осуществляется поиск и вызов метода для создания геометрических объектов по заданным пользователем параметрам.

Вершины типа И определяют необходимый состав структурных компонент объекта, а вершины типа ИЛИ – неопределенные компоненты, подлежащие конкретизации путем анализа согласованности свойств компонента. Результатом структурного проектирования являются состав компонентов и отношения (структурные связи) между ними. На этапе технического проектирования состав компонентов и соединения должны быть полностью конкретизированы [2].

Таким образом, логический вывод реализуется при помощи сокращения И-ИЛИ узлов в дереве модуля знаний. Модуль знаний – это шаблон построения объекта, позволяющий выбрать (синтезировать) тот вид объекта, который имеет требуемые отличия [3]. Алгоритм работы логического вывода представлен на рис. 1.

В различной части, которую этот модуль извлекает из модуля знаний, каждый элемент представляет собой листья И-ИЛИ дерева решений, по которым система в процессе

диалога с пользователем и даёт ему возможность неявно выбрать ту или иную схему по её структурным особенностям. Система позволяет пользователю, как указать какой-либо элемент, удовлетворяющий его требованиям, так – и исключить элемент из выбора, т.е. выбранного признака в схеме не должно быть.

Разработанная подсистема обладает механизмом, который при каждом выборе или действии пользователя сужает набор данных, доступных для следующего выбора.

На рис. 2 представлена UML диаграмма прецедентов для разработанной подсистемы проектирования.

Акторами выступают проектировщик, модуль логического вывода и API – взаимодействующие части системы.



Рисунок 1 – Алгоритм логического вывода

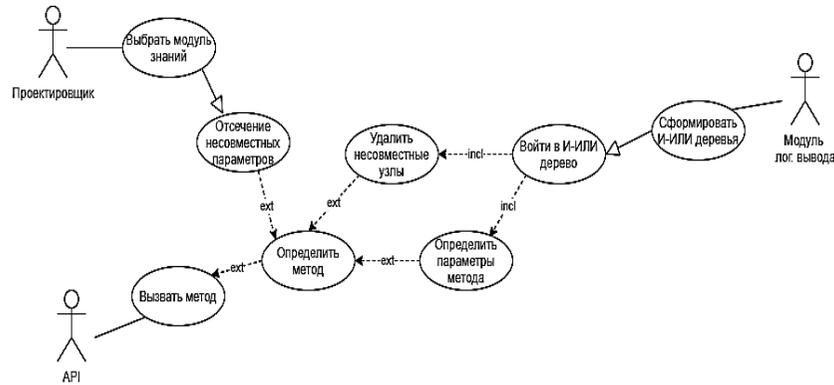


Рисунок 2 – UML диаграмма прецедентов

Как видно из рисунка, проектировщик при использовании шаблона во взаимодействии с модулем логического вывода, исключает несовместные варианты и определяет необходимый метод, который после этого система вызывает.

Рассмотрим алгоритм работы логического вывода одного из модулей знаний подсистемы.

На рис. 3 представлен алгоритм работы модуля «точка», который работает для построения простейшего геометрического объекта – точки.

```

вызов метода Select;
ПОКА ИСТИНА {
    ЕСЛИ (выбрана плоскость) {
        вывести окно для ввода координат точки;

        ЕСЛИ (ввод координат точки) {
            построить точку по координатам;
        } ИНАЧЕ построить точку на месте клика;
    } ИНАЧЕ {
        вызвать метод Select;
        ЕСЛИ (выбран второй объект) {
            определить метод по выбранному объекту;
            построить точку на пересечении линий;
        } ИНАЧЕ построить точку на линии;
    }
} ВЫХОД ЕСЛИ объект построен;
    
```

Рисунок 3 – Алгоритм работы логического вывода модуля точки

После прохода по всему И-ИЛИ дереву решений создается объект «точка», являющийся результатом синтеза по шаблону данного геометрического объекта.

После входа подсистемы в модуль «точки», «линии» или «четырёхугольника» и прохода по узлам подсистема определяет комплекс методов для построения геометрического объекта и вызывает их. В результате система синтезирует определенный геометрический объект.

Таким образом, механизм логического вывода применим для создания шаблонов проектирования.

Однако стоит учитывать, что создание такой системы синтеза геометрических объектов требует детальной и точной проработки на подготовительном этапе создания шаблонов. При составлении правил для обхода И-ИЛИ деревьев решений необходимо учесть все возможные факты, вносимые в базу знаний, и связи между всеми ее компонентами.

Предлагаемый подход применялся авторами на практике для расширения функционала интеллектуальной САПР САТИА.

Литература

1. Нильсон Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений [Текст] / Нильсон Н. – М. : Мир, 1973.
2. Katzenbach A. Knowledge-based design – an integrated approach [Текст] / A. Katzenbach, W. Bergholz, A.S. Rolinger // V. Heidelberg (Ed.), The Future of Product Development / V. Heidelberg (Ed.) – 2007. – Pp. 13-22.
3. Григорьев А.В. Специфика выполнения теоретико-множественных операций над контекстно-свободными грамматиками в условиях различных форм дополнительных семантических правил в семиотической модели интеллектуальных САПР [Текст] / А.В. Григорьев // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем» (МАП – 2006). – Выпуск 5 (116). – Донецк: ДонНТУ, 2006. – С. 91-104.

О. А. Бутов

ОБЗОР АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Государственное учреждение «Институт проблем
искусственного интеллекта», г. Донецк*

К настоящему времени разработано много различных компьютерных систем имитационного моделирования. Большинство из них – достаточно дорогие коммерческие проекты, оснащенные множеством сервисов, позволяющих:

- строить имитационные модели исследуемых процессов;
- правильно организовывать серии экспериментов и автоматизировать их проведение;
- представлять в требуемой форме промежуточные и конечные результаты моделирования.

Примеры наиболее популярных систем имитационного моделирования.

ARIS Toolset – это методология и базирующееся на ней семейство программных продуктов, разработанных компанией *IDS ScheerAG* (Германия) для структурированного описания, анализа, последующего совершенствования бизнес-процессов предприятия и управления ими, а также подготовки к внедрению сложных информационных систем.

ARIS Toolset имеет сильный графический интерфейс, большое число стандартных объектов для описания бизнес-процессов. ARIS поддерживает четыре типа моделей: организационные, функциональные, информационные, модели управления.

ARIS имеет дополнительные модули-интерфейсы, обеспечивающие интеграцию с системами Microsoft Project, Erwin, Designer/2000, IBM Flowmark (класс workflow), Staffware и т.д.

Основные недостатки ARIS – сложность его изучения и высокая стоимость.

Достоинство семейства программных продуктов ARIS – невысокие требования к аппаратному и программному обеспечению.

Документация по ARIS представляет собой инструкции по установке и началу эксплуатации. Также документация доступна как помощь online и на компакт-диске в форме текста, подготовленного для печати.

ITHINK представляет собой инструмент управления и планирования, является средством экспертного анализа ситуации; разработан компанией *High Performance Systems* (США). Аналогом ITHINK является программный продукт iDecide 2000.

ITHINK представляет собой компактный, объектно-ориентированный пакет прикладных программ с Desktop-интерфейсом, обеспечивающий графическую, вычислительную и информационную поддержку процедурам высокоуровневого системного анализа сложных процессов организации управления, бизнеса, финансов, политики и др.

Система ITHINK позволяет решать задачи управления финансовыми потоками, реинжиниринга предприятий, банков, инвестиционных компаний.

В ITHINK существует четыре основных стандартных блока: поток, конвейер, накопитель, распределитель.

Модели инвестиционных операций ITHINK совместимы с любой экспертной системой или базой данных, поддерживающей режим DDE.

Система ITHINK отличается функциональной простотой и гармоничностью, не требует специальных навыков и владения сложными математическими методами. ITHINK не требует больших затрат аппаратного обеспечения. Стоимость ITHINK высокая.

Пакет Powersim Studio создан и распространяется фирмой *Powersim Software AS* (Норвегия). Используемая методология построена на базе классических методов системной динамики, созданных Дж. Форрестером. Пакет является приложением таких известных систем, как SAP, SEM, BPS, но также может использоваться как автономное приложение. Пакет имеет развитые средства визуального программирования и различные расширенные возможности, в том числе встроенные блоки анализа рисков и оптимизации бизнес-процессов.

Модели, создаваемые в Powersim, могут быть как классическими динамическими, так и просто расчетными, позволяющими рассчитывать сложные производственные и финансовые показатели. Powersim позволяет моделировать как дискретные, так и непрерывные процессы.

Для решения задач, не соответствующих встроенным возможностям интеграции Powersim, служит входящий пакет поставки программного обеспечения Powersim Studio SDK – комплект для разработки программного обеспечения. С его помощью можно интегрировать в системы программы на языках высокого уровня, вызывать модули Powersim из различных приложений, организовывать связь модели с такими информационными системами, как Oracle, SQL и др.

Пакет Powersim Studio имеет развитые средства использования внешних данных из информационной среды предприятия. Он имеет встроенные механизмы работы с обычными текстовыми файлами, файлами Excel и хранилищами данных SAP BW. Эффективная работа с программой оптимизации требует определенной подготовленности пользователя. Пользователь должен уметь представить требование к портфелю в виде целевых функций и критериев оптимизации.

Пакет Powersim Studio не требует высоких параметров аппаратного и программного обеспечения. Стоимость Powersim Studio невысокая.

Extend – универсальный пакет имитационного моделирования процессов модернизации и обслуживания, разработанный компанией *Imagine That, Inc.* (США).

Пакет Extend имеет мощный графический интерфейс, позволяющий создавать схемы процессов и производить имитационные эксперименты. Имеется возможность просмотра моделей в виде графиков, а также с использованием 2D- и 3D-анимации.

Extend может использоваться для моделирования как дискретных, так и непрерывных систем.

Моделирование процессов в Extend требует частичного написания кода при задании свойств блоков. Данный пакет поддерживает импорт и экспорт данных из Microsoft Visio.

Extend – пакет моделирования дискретных процессов, использующийся для моделирования, анализа и улучшения любого процесса, который может быть представлен в виде блок-схем. Extend позволяет создавать динамические модели разнородных процессов и систем в терминах предметной области, оптимизировать построенную модель, стохастические динамические модели любого предприятия. С помощью динамических моделей можно оптимизировать, прогнозировать, планировать деятельность предприятий, а также проводить анализ деятельности предприятия на основании полученных моделей и выдавать рекомендации по улучшению работы конкретного предприятия.

Затраты на техническое и программное обеспечение невысоки.

Система имитационного моделирования GPSS (General Purpose Simulating System – общецелевая система моделирования) разработана компанией *Minuteman Software* (США). Это мощная среда компьютерного моделирования общего

назначения, разработанная для профессионалов в области моделирования, комплексный моделирующий инструмент, охватывающий области как дискретного, так и непрерывного компьютерного моделирования, обладающий высочайшим уровнем интерактивности и визуального представления информации.

GPSS World является объектно-ориентированным языком. Его возможности визуального представления информации позволяют наблюдать и фиксировать внутренние механизмы функционирования моделей. Его интерактивность позволяет одновременно исследовать процессы моделирования и управлять ими. С помощью встроенных средств анализа данных можно легко вычислить достоверные интервалы и провести дисперсионный анализ. В системе возможно автоматически создавать и выполнять сложные отсеивающие и оптимизирующие эксперименты

Объектно-ориентированный интерфейс пользователя включает следующие объекты: модель, процесс моделирования, отчет и текст. Для наблюдения за выполняющимся процессом моделирования используются 17 различных графических окон.

Основное назначение GPSS – моделирование систем массового обслуживания, хотя наличие дополнительных встроенных средств позволяет моделировать и некоторые другие системы.

Последняя версия GPSS включает в себя 53 типа блоков и 25 команд, а также более 35 системных числовых атрибутов, которые обеспечивают текущие переменные состояния, доступные в любом месте модели.

Основные объекты GPSS – модель, процесс моделирования, отчет и текст.

В мире издано огромное количество литературы по GPSS World. Важно, что имеется бесплатная версия GPSS World, которую можно использовать в учебном процессе вузов.

SIMPROCESS – это иерархический пакет имитационного моделирования бизнес-процессов, который позволяет строить схемы (карты) моделируемых процессов, поддерживает дискретнособытийное моделирование и функционально-стоимостный анализ с использованием ABC-метода. Компания разработчик SIMPROCESS – *CACI Products Company* (США).

Данный пакет ориентирован на организации, которым необходимо анализировать различные сценарии развития предприятия и уменьшать риски в соответствии с меняющимися условиями деятельности.

Анимированный интерфейс SIMPROCESS позволяет визуализировать динамику моделирования «узких мест» модели. Пакет содержит следующие компоненты: процессы (Processes), подпроцессы (Alternative Sub-Processes), действия (Activities), сущности (Entities), ресурсы (Resources), соединители (Connectors), площадки (Pads).

SIMPROCESS требует частичного написания программного кода и поддерживает использование UML/XML-технологии, XML/ XRDl-процессы, диаграммы Dot, SOAP (Simple Object Access Protocol), а также экспорт и импорт данных с ODBC и Java, Java RMI, C4ISR/DoDAF, TOGAF, 6 Sigma.

Не требует высоких технических затрат.

AllFusion Process Modeler (ранее BPWin) – ведущий инструмент визуального моделирования бизнес-процессов, не требующий написания программного кода, который дает возможность наглядного представления любой деятельности или структуры в виде модели, что позволяет оптимизировать работу организации, проверять ее на соответствие стандартам ISO 9000, проектировать организационную структуру, снижать издержки, исключать ненужные операции, повышать гибкость и эффективность.

AllFusion Process Modeler, разработанный компанией *Computer Associates* (США), предлагается для использования компаниям, стремящимся к оптимальности и эффек-

тивности собственного бизнеса или бизнеса заказчиков, руководителям проектов, бизнес-аналитикам, системным аналитикам, тон-менеджменту предприятий, маркетологам, консультантам, менеджерам по качеству.

AllFusion Process Modeler обладает интуитивно-понятным графическим интерфейсом, быстро и легко осваивается, что позволяет сосредоточиться на анализе самой предметной области, не отвлекаясь на изучение инструментальных средств. AllFusion Process Modeler помогает быстро создавать и анализировать модели с целью оптимизации деловых и производственных процессов.

Простой в использовании интерфейс предоставляет превосходные возможности заполнения моделей, но репрезентативные свойства BPWin низки, и отсутствуют стандартные объекты для описания бизнес-процессов.

AllFusion Process Modeler поддерживает сразу три стандартные нотации – IDEFO (функциональное моделирование), DFD (моделирование потоков данных) и IDEF3 (моделирование потоков работ). Они позволяют комплексно описывать предметную область.

К основным недостаткам данного программного продукта можно отнести возможность разработки только статических моделей, никак не привязанных к временным параметрам реальных процессов, и неоднозначность, возникающую после разработки иерархической совокупности диаграмм, которая может включать в себя до 100 и более диаграмм. Пользователи часто не понимают, что же делать далее с полученной моделью, как ее анализировать и оптимизировать.

Интегрирован с ERWin (для проектирования БД), Paradigm Plus (для моделирования компонентов ПО), со средством имитационного моделирования Arena, с многочисленным ПО компании CA- *Platinum*. При необходимости информация может быть экспортирована в другие приложения (например, в MS Word или Excel).

Необходимое аппаратное обеспечение не требует высоких затрат. Относительно низкая стоимость пакета All-Fusion Process Modeler, вероятно, связана с тем, что основные затраты на разработку требований к системе несет департамент правительства США.

ProcessModel – это инструмент для визуализации, анализа и совершенствования бизнес-процессов различных типов, включая обработку транзакций, обслуживание покупателей, производственные и сборочные операции, транспортные услуги и т.д., разработанный *ProcessModel, Inc.* (США).

ProcessModeler объединяет простую технологию бизнес-диаграмм с мощными возможностями имитационного моделирования со встроенными средствами графической анимации. Позволяет реализовать модели общего производства, реинжиниринг.

ProcessModeler создает иерархические модели для лучшей организации больших проектов и управления ими. Группы разработчиков могут создавать различные части сложной модели, а потом, объединив их, анализировать процесс целиком.

ProcessModeler позволяет проводить анализ «что будет, если...» и позволяет при минимальных временных и ресурсных затратах найти пути совершенствования процессов, даже когда другие методы использовать невозможно.

Основные блоки ProcessModeler: Activity shape (функция), Decision shape (условие), Links (соединительные линии (связи)), Or-join (логическое ИЛИ), Split Worksteps (точка слияния), And-joins (логическое И).

Достоинствами ProcessModeler являются возможность его быстрого освоения и легкого использования, особенно специалистами, владеющими техниками моделирования, и интерактивная, контекстно-зависимая система помощи, которая обеспечивает всей необходимой информацией для быстрого и легкого создания модели предметной области.

ProcessModel обеспечивает поддержку связей между моделями, объектами модели и Excel, Access, SQL и т.д., полную интеграцию с VBA (Visual BASIC for Application).

Вместе с мощной базовой программой поставляются еще три дополнительных компонента: LIVE Animation (живая анимация), OneStepModeling (моделирование за один шаг) и Visual Staffing (визуальная работа с ресурсами).

Требования к аппаратному и программному обеспечению невысоки.

Компания-разработчик программного продукта AnyLogic – Экс Джей Текнолоджис (Санкт-Петербургский институт информатики РАН) – динамично развивающаяся российская компания и один из немногих разработчиков коммерческого программного обеспечения для имитационного моделирования в России, имеющий дистрибьюторскую сеть по всему миру.

AnyLogic – инструмент имитационного моделирования, позволяющий эффективно использовать и сочетать все существующие подходы к моделированию.

AnyLogic имеет дружелюбный пользовательский графический интерфейс, позволяющий не ограничивать себя в средствах описания модели, используя графическое задание моделей и создание интерактивной 2D- и 3D-анимации, визуально отображающей результаты работы модели в реальном времени.

Области применения программного продукта AnyLogic: рынок и конкурентоспособность, управление проектами, социальные и экологические системы, развитие городов, перемещение людей и транспортных средств в непрерывном пространстве, перекрестки, парковки, здания, музеи, очереди, транспорт, перевозки, эвакуация, производственные процессы, здравоохранение и др.

AnyLogic поддерживает моделирование систем как с дискретными, так и с непрерывными событиями, а также позволяет комбинировать их.

Построение модели AnyLogic не требует написания программного кода, но если стандартных средств не хватает (или их использование неудобно), есть возможность использования языка Java.

Простота освоения AnyLogic определяется знанием пользователем языка Java, который применяется в комбинации с графической средой разработки моделей и дает AnyLogic огромную гибкость и выразительность, что одновременно является преградой для разработчиков, не владеющих этим языком.

В AnyLogic можно создавать модели архитектуры, что позволяет интегрировать их с офисным и корпоративным программным обеспечением, включая электронные таблицы, базы данных, ERP и CRM, системы и модули, написанные на других языках.

Широкое распространение и активное использование AnyLogic в России ограничено прежде всего ценовой политикой компании-разработчика и уровнем использования моделирования в общем.

Witness – программный продукт для моделирования производственных систем, разработанный компанией *banner Group Inc.* (США).

Witness – одна из ведущих систем моделирования бизнес-процессов, которая дает возможность гибкого моделирования рабочей среды, а также моделирования любых процессов, сколько бы сложными они не были. Применяется для решения задач бизнес-планирования, производства, финансов.

Witness способен изучить данные, используемые в модели, с целью выявления тенденции и сопоставления данных, а также обеспечивает возможность определения фундаментальных связей, которые могут повысить уровень принимаемых управленческих решений.

Данный пакет поддерживает блочное графическое моделирование (более 50 стандартных блоков). Основные блоки: детали, станки, буфера, работы.

Пакет содержит компонент модуля, который разрабатывает собственный код в Witness-модели, что позволяет обеспечивать связь с запланированными COM-библиотеками и автоматически создавать функции в Witness для доступа к необходимым библиотекам.

Witness поддерживает связь баз данных (Oracle, SQ Server, Access и т.п.), имеет прямой доступ ко всем электронным таблицам, за исключением форматов сообщений XML, HTML. Полностью интегрирован с 3D/VR views или Post Processed VR. Поддерживает связь с Microsoft Visio, обеспечивает спектр прямых графических решений CAD и др.

На российском рынке средств моделирования и среди бизнес-аналитиков этот программный продукт не распространен. Возможно, это связано с ограниченностью и недостатком информации об этом средстве и тем, что в России нет дистрибьюторов Witness и образовательных программ, позволяющих внедрить этот программный продукт в учебный процесс, и т.п.

Arena – программный продукт, разработанный компанией *Systems Modeling Corporation* (США) и предназначенный для имитационного моделирования. Он позволяет создавать подвижные компьютерные модели, используя которые можно адекватно представить очень многие реальные системы.

Arena снабжена удобным объектно-ориентированным интерфейсом и обладает удивительными возможностями по адаптации к всевозможным предметным областям. Система не требует написания программного кода и исключительно проста в использовании, но требует значительного времени для освоения и достаточно глубоких знаний теории вероятностей, математической статистики, теории систем массового обслуживания и сетей Петри.

Для отображения результатов моделирования используется анимационная система Cinema animation. Интерфейс Arena включает в себя всевозможные средства для работы с данными, в том числе электронные таблицы, базы данных, ODBC, OLE, поддержку формата DXF.

Arena позволяет использовать дискретное, непрерывное, а также совмещенное дискретно-непрерывное моделирование. Данный программный продукт поддерживает возможность взаимодействия с пакетом VBA Visual Basic for Applications корпорации *Microsoft*, объектной моделью ActiveX для внешнего управления, доступа через ADO/ODBC к базам данных (Oracle, Access, Exel, SQL), импортирования файлов из пакета AutoCad (в формате dxf), импортирования данных из пакета Blue Pumpkin Workforce, коммуникации между отдельными процессами.

Arena включает 200 учебных пособий и библиотек SMART (в зависимости от версии), электронные руководства и универсальные встроенные системы, базы знаний с web-интерфейсом. Стоимость системы имитационного моделирования Arena высокая.

Э. И. Джафаров

ПРОТИВОЗАТРАТНЫЙ МЕХАНИЗМ С АЛГОРИТМАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

*Институт проблем управления
им. В. А. Трапезникова РАН, г. Москва, Россия,
Elmircloud@gmail.com*

В многоуровневых динамических стохастических системах возникает необходимость введение процедур машинного обучения. Для устранения неопределенности относительно параметров системы, управляющему органу необходимо обучаться их оценивать. В настоящей работе рассматривается подкласс механизмов функционирования ор-

ганизационных систем с элементами искусственного интеллекта. Формулируются достаточные условия синтеза противозатратного механизма, включающего алгоритмы машинного обучения.

Рассмотрим трехуровневую систему контроля затрат нефтегазовой компании, на верхнем уровне которой находится Центр с Советником, на среднем Агент, на нижнем Менеджер компании. Менеджер, может исказить информацию о затратах на добычу сырья, с целью увеличение собственной выгоды. Для контроля затрат Центр привлекает Агента и несет затраты для обеспечения его деятельности. При этом Агент также может исказить информацию о своих затратах в собственных целях. Оценивая работу Агента, Центр использует заключение Советника, о наличии завышенных затрат.

Введем следующие обозначения: t – период времени, $t = 0, 1, \dots, K_t$ – затраты, $K_t = G_t + V_t$, $G_t \in \Theta_t = [g_t, \eta]$, g_t – производственные затраты, сообщаемые Менеджером Агенту, $g_t \in \theta = [\xi, \mu]$, $\xi > 0$, $\mu \leq \eta$, $V_t \in \Psi_t = [v_t, \delta]$, v_t – затраты Агента, $v_t \in \psi = [\rho, \zeta]$, $\rho > 0$, $\zeta \leq \delta$, g_t и v_t стационарные стохастические значения. Соответственно, минимальные затраты компании $k_t = g_t + v_t$. Таким образом, $K_t \in \Omega_t = [k_t, \eta + \delta]$, $\Omega_t \subset \Omega = [\xi + \rho, \eta + \delta]$. Однако в условиях асимметричной информированности, Центр и Советник не знают g_t, v_t , и k_t . Но g_t, v_t становятся известным Агенту до выбора K_t . При этом Менеджер может сообщать Агенту не достоверные g_t . Следовательно, Центр должен управлять Агентом, а последний в свою очередь Менеджером, так чтобы свести затраты K_t к минимуму k_t .

Механизм ранжирования.

Обучение Центра с Советником. Центра оценивает работу Агента и присваивает ему ранг r ($r = 1$ – удовлетворительно, $r = 0$ – неудовлетворительно). В случае неправильного ранжирования Центр несет потери. Обозначим: l_{10} – потери при $r = 0$ (тогда как Агент заслуживает $r = 1$), l_{01} – потери при $r = 1$ (тогда как Агент заслуживает $r = 0$). Центр, принимая решение о присвоении ранга Агенту, учится, используя заключение Советника c_t , о наличии завышенных затрат ($c_t = 1$ – завышены, $c_t = 0$ – не завышены). Полагая, что k_t – стационарная стохастическая переменная, процедура ранжирования должна минимизировать ожидаемые средние потери. Для этого воспользуемся алгоритмом обучения с учителем [1], где параметр решающего правила c_t определяется с помощью рекурсивной процедуры:

$$\begin{aligned} e_{t+1} &= E(e_t, K_t) = \\ &= e_t - \alpha_t \left\{ \frac{e_t + [(l_{01} + l_{10})c_t - l_{01} - \beta]}{l} \right\}, e_0 = e^0, \end{aligned} \quad (1)$$

где $E(\cdot)$ – процедура оценки,

$$l = \eta + \delta - \xi + \rho, \beta = [(\eta + \delta)^2 - (\xi + \rho)^2]/2,$$

$$\alpha_{t+1} > 0, \sum_{t=0}^{\infty} \alpha_t < \infty, t = 0, 1, \dots$$

Используя (1), Центр определяет ранг Агента:

$$r_t = R(e_t, K_t) = \begin{cases} 1, & \text{если } K_t \leq e_t \\ 0, & \text{если } K_t > e_t \end{cases} \quad (2)$$

где $R(\cdot)$ – процедура ранжирования.

Самообучение Советника. Неправильное заключение Советника c наносит ущерб его репутации. Введем функции ущерба: $Z_0(n, K_t) = K_t - qn$ – ущерб Советника при $c_t = 0$ (тогда как правильное заключение $c_t = 1$), $Z_1(n, K_t) = b(n - K_t)$ – ущерб Советника при $c_t = 1$ (тогда как правильное заключение $c_t = 0$), где n – параметр, настраиваемый для минимизации среднего ущерба $0 < q < 1$, $b > 0$. Для настройки параметра n применим алгоритм самообучения [2], с помощью которого Советник формирует оценку параметра n_{t+1} , используя процедуру стохастической аппроксимации:

$$n_{t+1} = N(n_t, K_t) = \begin{cases} n_t + q\lambda_t, & \text{если } K_t \leq d_t, \\ n_t - b\lambda_t, & \text{если } K_t > d_t, \end{cases} \quad t = 0, 1, \dots \quad (3)$$

где $N(\cdot)$ – процедура аппроксимации $d_t = n_t(q + b)/(b + 1)$, λ_t – коэффициент усиления, $0 < \lambda_{t+1} < \lambda_t$, $\sum_{\tau=1}^{\infty} \lambda_{\tau} < \infty$.

Используя (3), Советник формирует заключение:

$$c_t = C(n_t, K_t) = \begin{cases} 1, & \text{если } K_t > d_t, \\ 0, & \text{если } K_t \leq d_t, \end{cases} \quad t = 0, 1, \dots \quad (4)$$

где $C(\cdot)$ – процедура заключения. Совокупность процедур $E(\cdot)$, $R(\cdot)$, $N(\cdot)$ и $C(\cdot)$, определяемые соответственно (1), (2), (3) и (4) называется механизмом ранжирования и обозначается $W_R = (E, R, N, C)$.

Предположим, что полезность Агента является неубывающей функцией текущего и будущих рангов, присваиваемых Центром: $S_t = s(r_t, r_{t+1}, \dots, r_{t+n})$, $S_{\tau} \uparrow r_{\tau}$, $\tau = \bar{t}, \bar{t} + \bar{T}$, где

T – число периодов, учитываемых дальновидным Агентом. Выбирая затраты K_t в каждом периоде t , зная только текущую реализацию стохастического значения k_t , но не зная будущих реализаций k_τ , Агент руководствуется принципом максимального гарантированного результата [3], предполагая, что $k_\tau \in \Omega$ и $K_\tau \in \Omega_\tau$. Тогда при устранении неопределённости относительно будущих k_τ целевая функция Агента $F_t(K_t)$ определяется как минимальное гарантированное значение функции полезности Агента S_t :

$$F_t(K_t) = \min_{\tau=t+1, \tau+T} \min_{k_\tau \in \Omega} \min_{K_\tau \in \Omega_\tau} S_t \quad (5)$$

Примем гипотезу благожелательности Агента по отношению к Центру: если максимум $F_t(K_t)$ достигается при $K_t = k_t$, то $K_t^* = k_t$, $t = 0, 1, \dots$ Это означает, что Агент завышает затраты K_t только в том случае, если это увеличивает его целевую функцию (5).

Лемма 1. Механизма ранжирования $W_R = (E, R, N, C)$ достаточно для $K_t^* = k_t$, $t = 0, 1, \dots$

Адаптивный механизм. Согласно лемме 1, если Центр применяет механизм W_R , то Агент заинтересован в снижении затрат $K_t^* = k_t = g_t + v_t$. Однако значение g_t определяет Менеджер. Очевидно, что g_t ограничена снизу величиной y_t (потенциал), $y_t \in \theta = [\xi, \mu]$. В соответствии с гипотезой асимметричной осведомленности, будем полагать, что y_t известна Менеджеру, но не известна Агенту. Отсюда

следует, что Менеджер может манипулировать затратами в свою пользу выбирая $g_t, g_t \in \Delta_t = [y_t, \mu], g_t > y_t$. Поэтому Агент должен мотивировать Менеджера снижать затраты компании: $g_t = y_t, t = 0, 1, \dots$

Процедура нормирования. Если Агенту известна y_t , то для настройки модели потенциала можно использовать алгоритмы, разработанные в теории оптимальной идентификации [4]. Однако на практике Агент не всегда имеет полную информацию о y_t . Тогда Агент, использующий процедуру настройки модели потенциала, получает вместо параметра модели, его оценку [5]. Получим уравнение для определения оценки a_t :

$$a_t = \operatorname{arg\,min}_a M_t(a_{t-1}, g_t) =$$

$$= a_{t-1} - \gamma_t L'_a(g_t - a_{t-1}) \equiv M_t(a_{t-1}, g_t), \quad (6)$$

$$M = \{M_t(a_{t-1}, g_t)\}, \gamma_t L''_a(g_t - a_{t-1}) < 1, a_0 = a^0, \quad (7)$$

где $M_t(\cdot)$ – процедура нормирования, $L_a(g_t - a_{t-1})$ – выпуклая дважды дифференцируемая функция невязки $(g_t - a_{t-1})$, $L'_a(g_t - a_{t-1})$ – производная функции $L_a(g_t - a_{t-1})$ по a_{t-1} , $0 < \gamma_{t+1} \leq \gamma_t, \sum_{t=0}^{\infty} \gamma_t < \infty, t = 0, 1, \dots$

Процедура стимулирования. В начале периода t Менеджеру становится известно y_t . После этого он выбирает g_t , которые сообщает Агенту. Затем Агент, сравнивая g_t с нормой a_{t-1} , определенной в предыдущем периоде, определяет стимулы для Менеджера:

$$i_t = I(a_{t-1}, g_t), \frac{\partial I(a_{t-1}, g_t)}{\partial g_t} \leq 0, \frac{\partial I(a_{t-1}, g_t)}{\partial g_{t-1}} > 0 \quad (8)$$

где $I(\cdot)$ – процедура стимулирования. Совокупность процедур $M(\cdot)$ и $I(\cdot)$, определяемые соответственно (7) и (9), называется адаптивным механизмом и обозначается $W_A = (M, I)$.

Предположим, что Менеджер стремится к увеличению суммы дисконтированных стимулов:

$$D_t = \sum_{\tau=t}^{t+T} \varphi^{\tau-t} i_{\tau}, \quad 0 < \varphi < 1, \quad (9)$$

где λ – коэффициент дисконтирования, T – дальновидность Менеджера. В этом случае, Менеджер, не зная будущие значения $y_{\tau}, \tau = \overline{t+1, t+T}$, руководствуется принципом максимального гарантированного результата (10):

$$\begin{aligned} & I_t(a_{t-1}, g_t, y_t) = \\ & = \min_{y_{\tau} \in \Delta, \gamma_{\tau} \in \Gamma, \tau = \overline{t+1, t+T}} \min_{g_{\tau} \in \Theta_{\tau}, \tau = \overline{t+1, t+T}} D_t \end{aligned} \quad (10)$$

Также будем полагать справедливость гипотезы благожелательности Менеджера по отношению к Агенту: если максимум $I_t(a_{t-1}, g_t, y_t)$ достигается при $g_t = y_t$, то $g_t^* = y_t, t = 0, 1, \dots$ Это означает, что Менеджер не завышает затраты компании, если это ему не выгодно.

Лемма 2. Адаптивного механизма $W_A = (M, I)$ достаточно для снижения затрат, $g_t^* = y_t, t = 0, 1, \dots$, если:

$$\frac{\partial i_t}{\partial g_t} + \varphi \gamma_t \frac{\partial i_{\tau}}{\partial a_{\tau-1}} \frac{\partial^2 L_a(t)}{\partial a_{\tau-1} \partial g_t} \frac{\left[1 - \varphi^T \left(1 - \gamma_t \frac{\partial^2 L_a(\tau)}{\partial a_{\tau-1}^2} \right)^T \right]}{\left[1 - \varphi \left(1 - \gamma_t \frac{\partial^2 L_a(\tau)}{\partial a_{\tau-1}^2} \right) \right]} \leq 0 \quad (11)$$

Теорема. Для минимизации затрат:

$$K_t^* = g_t + v_t, \quad t = 0, 1, \dots,$$

достаточно противозатратного механизма $W = \{W_L, W_A\}$, включающего механизм ранжирования W_L и адаптивный механизм W_A .

Синтез противозатратного механизма на примере компании-оператора нефтегазового проекта Сахалин-1. Агент проводит ежемесячный контроль затрат компании, управляющей проектом. Для простоты, в условиях неопределенности Агент применяет механизм W для снижения затрат компании K_t , $t = 0, 1, \dots$, с линейными процедурами нормирования и стимулирования:

$$a_t = M_t(a_{t-1}, g_t) = (1 - \gamma_t)a_{t-1} + \gamma_t g_t, \quad (12)$$

$$I_t(a_{t-1}, g_t) = v(a_{t-1} - g_t) + const, \quad v > 0. \quad (13)$$

Подставляя (14) и (15) в (13), получаем неравенство:
 $\varphi \gamma_t [1 - \varphi^T (1 - \gamma_t)^T] \leq [1 - \varphi(1 - \gamma_t)], \quad t = 0, 1, \dots \quad (14)$

На практике, γ_t уменьшается очень плавно: $\gamma_t \ll 1$.

В этом случае неравенства (14) и (11) выполняются.

Таким образом, найдены достаточные условия синтеза противозатратного механизма, включающего алгоритмы машинного обучения, позволяющий минимизировать затраты в трехуровневой активной системе.

Литература

1. Tsyganov, V. Designing adaptive information models for production management [Текст] / V. Tsyganov, // Procedia CIRP. – 2019. – № 84. – С. 1088-1093.
2. Tsyganov, V. Self-Learning and Controlling of Production in a Large-Scale Company [Текст] / V. Tsyganov, / Proceedings of the 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA 2021): IEEE. – 2021. – С. 230-235.

3. Mechanism Design and Management: Mathematical Methods for Smart Organizations [Текст] / Burkov, V., Gubko, M., Kondratiev, V., Korgin, N., and Novikov, D. – New York: Nova Science Publishers, 2013.
4. Цыпкин Я. З. Основы информационной теории идентификации [Текст] / Цыпкин Я. З. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
5. Tsyganov, V. Learning Mechanisms in Digital Control of Large-Scale Industrial Systems [Текст] / Tsyganov, V. / Global Smart Industry Conference (GloSIC2018). IEEE. – 2018. – С. 1-8.

А. Ю. Довгань, А. Ю. Карповский, М. А. Наумов

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по автоматизации горных машин «Автоматгормаши имени В.А. Антипова», г. Донецк, oagm308@mail.ru

Работа посвящена актуальной задаче повышения эффективности оперативного прогнозирования динамики развития лесных пожаров. Для решения данной задачи предложено разработать модель оперативного прогнозирования динамики развития лесного пожара при нестационарности и неопределенности на базе перспективных информационных технологий – искусственного интеллекта и глубокого машинного обучения (сверточной нейронной сети). В рамках исследования выполнен анализ современных отечественных и зарубежных моделей прогнозирования распространения лесного пожара и выявлены основные ограничения применения моделей в условиях реального пожара.

Для решения актуальной задачи автоматизированного противопожарного мониторинга лесов, реализуемого путем применения аппаратно-программных комплексов, весомую роль играет программная часть. В мировой практике для

решения данной задачи применяется раннее распознавание очагов возгорания (дыма и огня) с помощью нейронной сети.

Однако, несмотря на широкое разнообразие моделей прогнозирования динамики развития лесного пожара, в ходе анализа литературных источников, в которых рассматриваются особенности и функциональные возможности всех типов моделей [1], выявлены следующие ограничения, существенно влияющие на точность прогноза:

- высокая степень динамичности входных параметров (динамически изменяющиеся во времени параметры рассматриваются как постоянные);
- значительная степень неопределенности входных параметров (невозможность получения ряда данных путем прямого измерения).

Кроме того, существенное влияние на возможность применения моделей в условиях реальных пожаров играет время сбора и ввода входных данных, а также время отклика модели. Минимизация этих временных характеристик является важной проблемой в процессе разработки и практического использования моделей [2-4].

Цель исследования – разработка модели нейронной сети для оперативного прогнозирования динамики развития лесного пожара в сложных условиях (при неопределенности и нестационарности) с использованием искусственного интеллекта и глубокого машинного обучения.

Учитывая вышеизложенные недостатки, предложено разработать модель оперативного прогнозирования динамики развития лесного пожара при нестационарности и неопределенности посредством применения сверточной нейронной сети (convolutional neural network, CNN).

Сверточная нейронная сеть, являясь многослойной нейронной сетью, входит в состав технологий глубокого обучения и решает задачу распознавания шаблонов из визуальных данных [5]. Выбор сверточной нейронной сети обусловлен достоинствами данного типа сетей, выявлен-

ными в результате анализа отечественных и зарубежных источников [5]: они являются высокоточными, устойчивыми к изменениям и искажениям входных данных, оперативными, способными выполнять самонастройку, позволяют реализовать распараллеливание высокопроизводительных вычислений и др. Кроме того, хотя традиционно сверточные нейронные сети применяются для решения задач распознавания и классификации (для классификации изображений, автоматического распознавания речи и др.), они также могут применяться для прогнозирования, благодаря своим неоспоримым достоинствам, что позволяет сформировать прогноз в сложных условиях (при неопределенности и нестационарности) и минимизировать временные затраты за счет распараллеливания высокопроизводительных вычислений.

Согласно работам [5], идея функционирования сети CNN заключается в реализации последовательности переходов от конкретных особенностей визуальных входных данных к более абстрактным. Архитектура сети CNN характеризуется чередованием сверточных слоев (convolution layers) и субдискретизирующих слоев (subsampling layers). Основным предназначением сверточных слоев сети является реализация операции свертки (convolution) с последующим формированием карты признаков (feature map). Субдискретизирующие слои сети позволяют уменьшить размерность сформированных ранее карт признаков путем выбора максимального нейрона из ряда соседних нейронов карты и замены данным нейроном всей рассматриваемой совокупности нейронов. В качестве выходного слоя нейронов в сети CNN используются полносвязные слои (fully connected layers), где формируется полносвязная нейронная сеть.

Математическая модель сети состоит из нейронов, которые постоянно взаимодействуют между собой, а вычисление коэффициентов связи между ними обуславливает обучение системы. Нейронная сверточная сеть многослойна и содержит чередующиеся сверточные и подвыборочные

слои. Нейроны в слое расположены на одной плоскости. Нейронные сети устойчивы к некоторым изменениям изображений (масштаб, смещение и т.д.). Архитектура сверточной нейронной сети представлена на рис. 1.

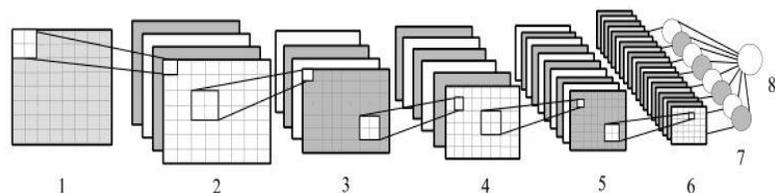


Рисунок 1 – Архитектура сверточной нейронной сети:

- 1 – входные данные; 2, 4, 6 – сверточные слои;
- 3, 5 – подвыборочные слои; 7 – слой из обычных нейронов;
- 8 – выходной результат

Разработана модель оперативного прогнозирования динамики лесных пожаров в условиях нестационарности и неопределенности с использованием сверточной нейронной сети. Главной особенностью предложенной модели является построение дерева сверточных нейронных сетей как ориентированного ациклического графа для анализа значительного количества визуальных данных. Данный граф включает один корневой узел – сеть CNN, выполняющий последний этап прогнозирования, и три промежуточных узла – сети CNNs, где формируются зависимости влияния факторов окружающей среды, характера лесных насаждений и вида пожара на динамику его развития. Выполнено предварительное обучение сверточной нейронной сети, результаты которого представлены на рис. 2.

Основные особенности предложенной нейронной сети:

- высокая чувствительность и точность сети при различных входных данных;
- малое время обнаружения очага возгорания;
- гибкая настройка робастности последнего слоя нейронов;

- реакция не только на открытые источники пожара, но и на задымление;
- частичная инвариантность к масштабу за счёт субдискретизации;
- не чувствительность к сдвигу и повороту изображения.



Рисунок 2 – Визуализация разработанной модели раннего обнаружения лесных пожаров

При разработке модели были использованы новейшие технологии компьютерного зрения в реальном времени. Благодаря современным подходам к обучению искусственного интеллекта, удалось получить высокую точность определения очагов возгорания в дикой природе. Для глубокого машинного обучения была использована архитектура YOLOv5. YOLOv5 – усовершенствованная пятая версия YOLO, реализованная на фреймворке PyTorch, она встроена в одноименный модуль для Python3. Этот модуль предоставляет очень хорошую инфраструктуру как для обучения модели, так и для тестирования с построением графиков всех ключевых показателей.

В ходе исследования выполнен анализ существующих отечественных и зарубежных моделей прогнозирования

ния распространения лесных пожаров. На основе результатов анализа выявлены основные ограничения применения моделей в условиях реального пожара: высокая степень динамичности и неопределенности входных параметров, необходимость обеспечения минимального времени сбора и ввода входных параметров, а также минимизация времени отклика модели. Обоснована необходимость применения инструментария искусственных нейронных сетей (сверточной нейронной сети) для решения проблемы прогнозирования динамики распространения лесного пожара.

Литература

1. Assessment of crown fire initiation and spread models in Mediterranean conifer forests by using data from field and laboratory experiments/ F.R. Silva [et al.] // *Forest Systems*. 2017. Vol. 26. No. 2. [Электронный ресурс]: <http://revistas.inia.es/index.php/fs/article/view/10652> (дата обращения 18.10.2018).
2. Sullivan A.L. Wildland surface fire spread modelling, 1990–2007. 1: Physical and quasi-physical models // *International Journal of Wildland Fire*. – 2009. – No. 18. – P. 349–368.
3. Sullivan A.L. Wildland surface fire spread modelling, 1990–2007. 2: Empirical and quasi-empirical models // *International Journal of Wildland Fire*. – 2009. – No. 18. – P. 369–386.
4. Sullivan A.L. Wildland surface fire spread modelling, 1990–2007. 3: Simulation and mathematical analogue models // *International Journal of Wildland Fire*. – 2009. – No. 18. – P. 387–403.
5. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. ImageNet classification with deep convolutional neural networks // *Advances in Neural Information Processing Systems 25: 26th Annual Conference on Neural Information Processing Systems 2012 (NIPS 2012)*. Lake Tahoe, US.

И. Н. Куликов, Б. И. Крючков

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА КОСМИЧЕСКИХ ЛАЗЕРНЫХ СКАНИРУЮЩИХ СИСТЕМ

ФГБУ «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов», п. Звёздный городок, info@gctc.ru

Актуальными событиями, характеризующими современный этап развития крупных космических держав, являются непосредственная подготовка к проведению полётов по освоению Луны, Марса и других, в том числе, малых планет Солнечной системы, а также изучение их поверхности автоматическими аппаратами, включая планетоходы, с целью организации активной напланетной деятельности человека. Подтверждением этому являются успешное функционирование марсоходов «*Curiosity*» и «*Perseverance*» (НАСА), «*Zhurong / Tianwen-1*» (Китайская аэрокосмическая научно-техническая корпорация), лунные проекты Китая – «*Chang'e*», США – «*VIPER*» (Volatiles Investigating Polar Exploration Rover) как часть программы «*Artemis*», Индии – «*Chandrayaan*», а также отечественные проекты «*Луна - 25; 26; 27; 28; 29 и 30*» в составе лунной программы РФ. Важным явлением современности станет запуск на орбиту и начало эксплуатации новой Российской орбитальной станции (РОС) [1].

Анализ обозначенных выше национальных исследовательских программ, позволяет сформулировать основные этапы освоения других планет и, в частности Луны:

- 1) проведение напланетных исследований с помощью низкоорбитальных космических станций и автоматических планетоходов (универсальных и специализированных);
- 2) выполнение беспилотных миссий транспортных космических кораблей на орбиту осваиваемой планеты;
- 3) проведение пилотируемых миссий для создания долговременных орбитальных космических станций;

4) посадка космонавтов на поверхность Луны и деятельность по ее освоению;

5) строительство и эксплуатация стационарных лунных баз в интересах проведения регулярных научных исследований и промышленного освоения ресурсов планеты.

Каждый из указанных этапов характеризуется составом привлекаемых сил и средств, реализуемыми технологиями и степенью автоматизации работ.

Во многих случаях достижение целей напланетной деятельности человека может надежно достигаться посредством использования технологии лазерного сканирования [2]. Инновационные направления применения лазерных сканирующих систем (ЛСС) в условиях напланетной деятельности имеют большое число практических приложений и потенциально потребует разработки нового научно-прикладного кластера в сфере цифровых космических технологий. Это обусловлено большим функциональным разнообразием указанных систем, спецификой решения задачи пространственного позиционирования лидара в условиях иных планет, объективной необходимостью технической адаптации «мобильных лазерных сканеров» (МЛС), «воздушных лазерных сканеров» (ВЛС) и «наземных лазерных сканеров» (НЛС) к работе в новой (космической) обстановке функционирования, в том числе, связанной с энергетическими проблемами автономной напланетной деятельности.

Как показывает большой земной опыт использования ЛСС при решении различных прикладных задач в сферах промышленности, строительства и на транспорте, наиболее эффективными их приложениями могут являться [3]:

- системы дистанционного пространственного мониторинга планет в составе оборудования низкоорбитальных космических спутников;

- модули формирования оптимальной траектории и обеспечения расчетного снижения и посадки корабля на лунную поверхность в составе бортовых навигационных посадочных систем;

– средства пространственного координатного обеспечения различных инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-экологических и иных видов изысканий на поверхности планет на основе адаптированных технологий МЛС и НЛС;

– средства обеспечения единой координатной поддержки напланетных пользователей путем создания (расчета и технического оборудования) *местных* ортодромических или полярных координатных систем на основе сканирующих лидаров;

– распределенные системы пространственно-технического мониторинга и контроля орбитальных и напланетных инфраструктурных объектов на всех стадиях их функционирования.

Следует указать на отдельные особенности ЛСС, которые в условиях напланетной деятельности являются несомненными достоинствами указанных систем:

– отсутствие зависимости от общей и локальной освещенности объекта (территории), что позволяет проводить съемку на темной стороне планеты (в ночное или сумеречное время), в лунных туннелях и пещерах без использования дополнительных источников света;

– большая дальность сканирования при высоком пространственном разрешении съемки, что позволяет производить бесконтактный мониторинг поверхности Луны и объектов на ней на больших (безопасных) удалениях от опасных геологических образований (провалов, оползней, разломов и т. п.);

– высокая скорость сканирования и практически круговая (сферическая) диаграмма направленности съемки, что позволяет оперативно получать информацию об объекте (территории) и обновлять данные с высокой скважностью;

– большая относительная точность лазерных измерений, обеспечивающая высокую внутреннюю сходимость решения геодезических задач внутри системы «лидар – объект»;

– возможность осуществления внешней привязки цифровых ЛСС в различных глобальных системах координат с использованием различных радиотехнических, оптоэлектронных, радиолокационных и иных средств навигации (позиционирования), что обеспечивает универсальность их напланетного применения;

– малый вес и небольшой технологический объем оборудования ЛСС, позволяющие реализовать его на различных транспортных платформах, включая реактивные лунные беспилотные летательные аппараты (БПЛА), а также путем перемещения всего съемочного комплекса непосредственно космонавтом-исследователем.

Важной особенностью применения ЛСС в любых указанных выше приложениях является получение и обработка огромного количества пространственной геодезической информации в короткий промежуток времени. Современные сканирующие лидеры обеспечивают производительность получения до миллиона точек лазерных отражений (измерений) в секунду. Такие объемы цифровых данных, характеризующих пространственное состояние объектов и среды (местности) относительно космонавта-исследователя или напланетного робота часто требуют оперативной обработки и представления мониторинговых данных для обеспечения полной информированности исследователя и его безопасности.

С учетом того, что оптоэлектронные (лазерные) подсистемы «машинного зрения» космонавта являются только одним из его компонентов, наряду с инфракрасными, радиолокационными и иными средствами, возникают проблемы комплексной обработки всего информационного потока, а также оптимизации режимов и синхронизации функционирования различных источников данных, особенно в условиях сложной планетографической, метеоритной, метеорологической, тактической обстановки.

Указанные проблемы могут быть эффективно разрешены с использованием методов и алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ). При этом следует указать, что

основными задачами по организации работ, связанных с получением и обработкой данных ЛСС, решение которых может возлагаться на ИИ, в контексте исследуемой темы, являются:

- планирование, организация и управление многоканальной съемкой на поверхности планеты;
- интеллектуальная обработка первичных данных ЛСС, включая сравнение их поколений, как с исходными векторизованными объектами, так и непосредственно по «сырому» облаку точек лазерного отражения (ТЛО);
- оперативное селектирование, распознавание и представление пространственных графических образов, полученных на основе полевой обработки ТЛО;
- автоматизированная поддержка реализуемых космонавтом-исследователем управленческих функций и др.

В качестве наиболее практически проработанных технологий ИИ, имеющих прикладное значение в деятельности космонавтов, как в орбитальном полете, так и при проведении исследований других планет, следует назвать:

Искусственные нейронные сети. Данный метод ИИ применяется в направлениях распознавания, прогнозирования, классификации, кластеризации и оптимизации. Может быть использован для автоматической идентификации графических образов, распознавания речи, идентификации лиц, распознавания знаков и объектов, в том числе, получаемых в результате обработки массивов данных лазерного сканирования и др.

Гибридные экспертные системы, реализованные, в том числе, с использованием нечеткой логики, экспертной логики, эволюционной логики, а также логики анализа «больших данных». Позволяют проводить оперативный многокритериальный анализ обстановки, а также сопровождать принятие эффективных своевременных управленческих решений, планировать и осуществлять их реализацию.

Указанный перечень не является исчерпывающим, он может развиваться и уточняться в связи с определением новых задач современной пилотируемой космонавтики и четким пониманием того, что системы ИИ – это не только IT-технологии, но и результат творческой интеграции различных наук, прежде всего математики, биологии, психологии, кибернетики и др.

Литература

1. Микрин Е. А. Научно-технические проблемы реализации проекта «Пилотируемые космические системы и комплексы» [Текст] / Е.А. Микрин // Космическая техника и технологии. – №3 (26). – 2019. – С. 5–19.
2. Батурин Ю. М. Виртуальное 3D – моделирование реальных ПКК в интересах историко-технических исследований и сохранения научно-технической информации об объектах. [Текст] / Ю. М. Батурин, Б. И. Крючков, А. В. Леонов // Пилотируемые полеты в космос. №3 (28), 2018, С. 97 – 116.
3. Исследование и использование лавовых туннелей в перспективных лунных миссиях, часть II. [Текст] / Б. И. Крючков, И.Н. Куликов, Б.В. Бурдин // Пилотируемые полеты в космос. – №1 (42). – 2022. – С. 98 – 118.
4. Куликов И.Н. Лазерные сканирующие устройства и их использование в перспективных лунных миссиях [Текст] / И.Н. Куликов // Пилотируемые полеты в космос. – 2021.– №4 (41). – С. 57–74.

В. В. Фролов, В. Н. Пигуз

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ СО ВСТРОЕННОЙ
ВИДЕОАНАЛИТИКОЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ**

*Государственное учреждение «Институт
проблем искусственного интеллекта», г. Донецк,
vxfrolov57@gmail.com, maxpvn77@gmail.com*

Сама по себе видеоаналитика стала неизбежностью после того, как количество применяемых видеокамер возросло с начала века в десятки и сотни раз, а у операторов видеокамер, занимающиеся наблюдением, ввиду монотонности работы в течение длительного времени, возникла проблема утомляемости и снижения концентрации внимания. Например, при непрерывном наблюдении в течение 12 минут оператор начинает пропускать 45 % потенциально тревожных событий, а если время наблюдения увеличить до 22 минут, то процент пропуска возрастает до 95 [1].

Видеоаналитика – технология, основанная на методах цифровой обработки изображений и машинного зрения, для автоматизированного извлечения информации из видеоматериалов. С точки зрения потребителя, видеоаналитика – это выделение на видеозаписи значимых событий для дальнейшего реагирования на них заранее определенным способом.

Для решения задач видеоаналитики применяются специальные аналитические алгоритмы. Работу с видеоизображением можно классифицировать в соответствии с тремя классами таких алгоритмов:

1. Сравнение пикселей в последовательных кадрах. К этому классу относятся детекторы движения, детекторы оставленных предметов, которые являются первичными средствами видеоаналитики. На этом уровне реализовано большинство алгоритмов. Они были предназначены ис-

ключительно для фиксации событий несанкционированного или несвоевременного появления/исчезновения людей или предметов из наблюдаемой зоны, Это был, фактически, первый этап анализа изображения, осуществляемый с целью уменьшения видеопотока, анализируемого оператором для принятия окончательного решения.

2. Распознавание объектов, то есть определение класса объекта по его видеоизображению и дальнейшее сравнение с базой данных объектов. Сюда входит, во-первых, определение типа подвижного объекта (человек-животное-брошенный предмет-автомобиль), во-вторых, детекция лиц, распознавание номерных знаков и т.д. На сегодняшний день это признано аналитикой среднего уровня.

3. Изучение поведения и трекинг (то есть слежение) объектов в кадре. В основу этих решений положены сложные алгоритмы. В большинстве случаев трудно составить алгоритм, надежно описывающий возможное поведение объекта в кадре. Решение этой задачи стало возможно лишь с применением высокопроизводительных серверов, работающих с нейросетями.

В данной работе ставилась задача связать возможности видеоаналитики, реализованные в готовых изделиях, как видеокамерах, так и видеосерверах-видеорегистраторах с потребностями традиционных систем охранной сигнализации.

Главная проблема систем централизованной охранной сигнализации состоит в большом и плохо прогнозируемом количестве ложных срабатываний на отдельных объектах. Такие срабатывания требуют обязательного, 100-процентного реагирования оператором пульта централизованного наблюдения и, примерно, две трети из них требуют прибытие наряда на место и выяснения оперативной обстановки. Более того, некоторые типы объектов требуют их обязательного вскрытия доверенными лицами, осмотра внутренних помещений и перепостановку на охрану. Оче-

видно, обработка такого срабатывания может занять много времени (час-два), блокирует дальнейшую работу наряда, соответственно, требует увеличения количества нарядов и существенно повышает стоимость услуги. Традиционные датчики охранной сигнализации реагируют на движение в их области чувствительности. Видеокамеры в системах охраны применяются давно, однако они имели всегда вспомогательное значение.

Одна из задач, которые до сих пор не возможно было решить традиционными средствами охранной сигнализации, – предупреждение о потенциальной угрозе. Это позволяет обратить внимание и сформировать тревожное предупреждение при подозрительном поведении объектов в поле зрения камеры. Особенно это актуально в наиболее сложных системах, охраняющих периметр:

- Кто-то снаружи продолжительное время слоняется вдоль забора. Что он там делает?
- Машина остановилась рядом с объектом. Зачем она остановилась на проезжей части?
- Снаружи и внутри территории одновременно подошли к забору. Угроза переброса предмета?
- Кто-то подошел и оставил предмет. Что это за предмет?

Такие задачи сейчас возможно решить на сервере с применением нейросетей.

Компания Intel уже анонсировала новый, значительно более быстрый нейросетевой процессор Myriad X, но готовых устройств на его базе пока нет

Японская компания Socionext объявила о планах выпуска нейросетевого ускорителя на базе ARM-процессоров, который, по обещаниям, при доступной цене и очень низком энергопотреблении будет обеспечивать фантастическую производительность нейросетевых вычислений. Но готового устройства на рынке также пока нет.

Очевидно, что пришло время сделать интеллектуальную видеосистему центральным и полновесным техническим инструментом систем централизованной охранной сигнализации. Тем более, что аппаратно-программно практически все задачи обнаружения, распознавания и идентификации в передовых системах видеонаблюдения уже решены.

Рассмотрим на примере комплекта аппаратуры DAHUA TECHNOLOGY серии WizSense. Структура централизованной системы охранной сигнализации может иметь следующие элементы:

- видеокамеры на объекте – IP серии 3541 (5 Мп, встроенный детектор пересечения заданной линии или зоны, классификация по признаку человек/не человек на расстоянии до 12 м при объективе 2.8 мм, что соответствует дистанции обнаружения для охранных извещателей движения, имеет свою ИК-подсветку);



- видеорегистратор на объекте – серии от NVR 2204 на 4 канала до NVR 4832 на 32 канала (распознавание лиц, идентификация лиц по встроенной базе, активирование канала связи с сервером на пульте централизованной охраны, передача на сервер информационных пакетов), передача осуществляется с использованием технологии P2P, не требующей выделенного IP адреса;

- сервер на пульте централизованной охраны (CPU: Intel® Xeon® CPU E3-1220- v5- @3.00ГГц, RAM- 18ГБ, сетевой адаптер- 1Gps, место для установки программного

обеспечения – более 500ГБ) с установленным программным обеспечением DSSExpressV 1.00.003., обеспечивающим входящий поток до 350Мбит/сек и обработку до 256 источников. ПО обеспечивает одновременную работу с 8 результатами распознавания, переданными от объектовых видеорегистраторов, происходит это практически в реальном времени. Оборудование объекта охраны видеочамерами выполняется, руководствуясь требованиями (Методические рекомендации Р78.36.032-2013 "Инженерно-техническая укрепленность и оснащение техническими средствами охраны объектов, квартир и мест хранения имущества, принимаемых под централизованную охрану подразделениями вневедомственной охраны.) При этом количество рубежей охраны может означать либо количество дублирующих друг друга видеочамер с перекрытием полей обзора либо количество последовательно расположенных естественных зон прохода по объекту.

При штатном программировании отдельных элементов такой системы можно добиться минимизации информационных потоков от видеочамер к видеорегистратору, посылая изображение объекта с человеком только при его наличии в зоне контроля, а от видеорегистратора к серверу – только при наличии «чужого» человека. Очевидно, что таким образом отфильтрованная информация существенно, в сотни и даже тысячи раз уменьшит информационную нагрузку на видеосервер пульта централизованной охраны.

Проблемой, упорно не решаемой ни одним производителем интеллектуальных систем видеонаблюдения является отсутствие интерфейсных модулей, призванных обработать или, по крайней мере, транслировать результат видеонализа внешним устройствам. В нашем случае такой внешней задачей является передача информации о тревоге, определённой видеосистемой в подсистему, адаптированную к традиционным задачам системы централизованной охраны. Фактически, это означает преобразование информации о

состоянии объекта в формуляр объекта, вывод информации о тревожном состоянии на монитор оператора и ведение журнала работ групп задержания. Как правило, с группами задержания связь оператора осуществляется по отдельному каналу.

Для решения поставленной задачи был написан программный модуль связи на C++. В качестве источников информации были взяты регистры, используемые в базовом ПО для подключения внешних сигнальных устройств при тревожных ситуациях, определённых по алгоритмам видеоаналитики (такие регистры существуют в указанном ПО). На рис. 1 приведена базовая карточка объекта. Заполняется она при подключении объекта к пульту. Любая информация, поступающая от видеорегистратора на объекте (фактически выполняющего роль приёмо-контрольного прибора) заносится в соответствующую графу карточки во вкладке СОСТОЯНИЕ.

Особенностью системы охраны на базе системы видеонаблюдения является предельная простота постановки на охрану и снятия с охраны. Достаточно перевести видеосистему из режима «standby» пультом ДУ в работу и обратно. При этом не нужно беспокоиться о временах задержки на выход и вход. Активируется режим охраны после перевода системы в работу и идентификации выходящего из двери человека (то есть пересечение в определённом направлении человеком зоны/линии), как имеющего право на постановку на охрану (распознанное лицо). Аналогично производится процесс снятия с охраны. Эти сценарии обрабатываются в видеорегистраторах на объекте и отправляются как фрагмент изображения на сервер на пульт охранной сигнализации. Там аналогичный алгоритм анализа меняет состояние выходных интерфейсных регистров, позволяя модулю связи сформировать сигнал «ВЗЯТИЕ» и «СНЯТИЕ» и отображаются одноимёнными сообщениями на карточке объекта во вкладке «СОСТОЯНИЕ».

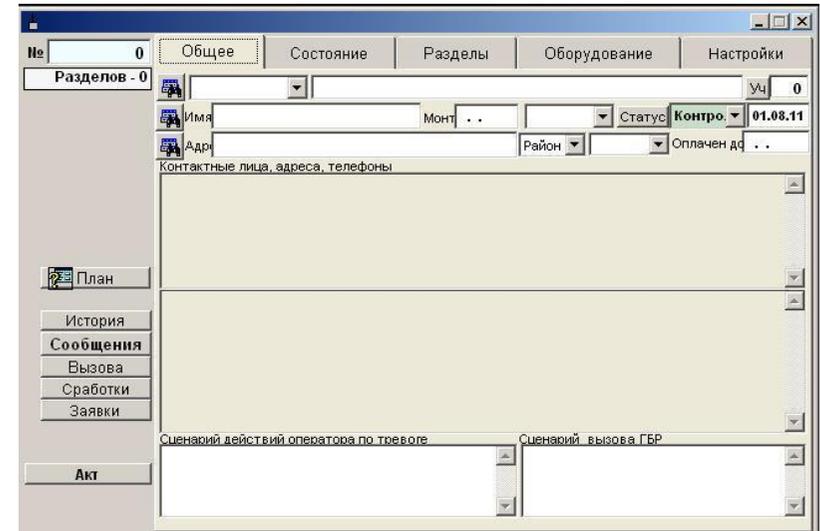


Рисунок 1 – Вид карточки объекта

Тревога на объекте всегда привязана к определившей её на объекте видеокамере, времени и фрагменту видеозаписи, хранящемуся на видеосервере и на видеорегистраторе на объекте. Длительность фрагмента определяется штатными настройками видеорегистратора.

Как говорилось во вступительной части, [3] третий уровень видеоаналитики, позволяющий прогнозирование событий на охраняемом объекте, часто требуемое для периметральной охраны, возможно реализовать лишь на серверном оборудовании с использованием технологии нейронных сетей. Это является задачей ближайшего будущего [4].

Описанная реализация является, по сути, лабораторной пробой, в которой не учтены многие требования к пультовскому программному обеспечению, но эти задачи многократно, с разной степенью успешности, решались.

Очевидность реализации системы централизованной охраны с использованием интеллектуальной системы видеонаблюдения не означает её лёгкий и триумфальный путь ко всеобщему применению. Проблема в столкновении

финансовых интересов лоббирующих структур, занятых в производстве широкого спектра охранных устройств. Однако и цифровое фото сталкивалось с не меньшими проблемами. И где теперь фотоплёнка?

Литература

1. Ainsworth T. BuyerBeware [Текст] / Т. Ainsworth // Security Oz. – 2002. – Vol. 19. – P. 18–26.
2. Методические рекомендации Р78.36.032-2013 "Инженерно-техническая укрепленность и оснащение техническими средствами охраны объектов, квартир и мест хранения имущества, принимаемых под централизованную охрану подразделениями вневедомственной охраны.)
3. Гордин М. С. Алгоритмы обнаружения тревожных событий для систем автоматизированного видеонаблюдения [Текст] / М. С. Гордин, С. А. Иванов // Вестн. НГУ. Серия: Информационные технологии. – 2017. – Т 15, № 3. – С. 21–30.
4. Фаломкин И.А. Нейронные сети как основной драйвер роботизации в системах видеонаблюдения [Текст] / Фаломкин И.А. // Системы безопасности. –2018 – № 4.

А. С. Харланов, Б. И. Крючков

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ТЕХНОЛОГИЙ ИНДУСТРИИ 4.0. В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

*НИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина, п. Звездный городок, Россия,
kharlanov2009@mail.ru, b.kryuchkov@gctc.ru*

Используемые программы для создания вариантов космического преимущества в околоземном пространстве различных государств напрямую связаны с системами искусственного интеллекта (ИИ). Данная Индустрия 4.0. в космосе

основана на внедрении природоподобных технологий НБИКС, со сверхбыстрыми вычислениями суперкомпьютеров и созданием, аналитикой и применением баз данных в сверхбыстрых вычислениях, применяемых в динамических моделях высокой степени неопределенности. При этом мировая практика исследует варианты ускоренного развития, как синергию научных школ и навигационного следования получаемым в них конкретным научным результатам, оцениванию прогностической достоверности заделов на технологические прорывы и готовых уникальных решений в области вхождения в новые глобальные технологические уклады. Все страны, которые выстроили цифровую инфраструктуру в виртуальном пространстве своих управленческих бизнес-моделей привлекли к этому процессы прикладные результаты кооперационных, проектных или холдинговых кластеров, стартапов, гринфилдов, большая часть (более 75%) из которых сформирована «Большой пятеркой» (Apple, Microsoft, Amazon, Facebook и Alphabet (материнская компания Google)), как долларовых триллионеров и ведущих объединителей рынков программных и сетевых продуктов информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в Кремниевой долине и в 10 инновационных промышленных зонах Китая, используя возможности самого интернета, игравшего роль координатора информационных узлов в цифровой сети. Сам же Китай, по данным Всемирного агентства по интеллектуальной собственности, оценивался «глобальным инновационным индексом» в 2020 г. как занимавший уже 14-ое место в мире с 35-го места в 2013 году, при положительной динамике в вопросах развития баз данных, облачных и ИКТ-сервисов и системах ИИ. Среди таких зон-креаторов можно выделить те, что за 30-летнюю историю инновационного технологического скачка создали соответствующие профили ИКТ товаров и услуг, а также развили соответствующие научные школы мировых конвергенций компетенций и знаний, а именно в таких центрах как Шэньчжень, Чжухай, Шаньтоу в провинции Гуандун, а также Сямынь в провинции Фуц-

зьянь. При этом мировая статистика оценивает участие трудовых ресурсов в процессах компьютеризации и робототехники трансформирующихся производственных процессов как изначально базово ориентированные на ведущие разработки советской научной школы и её последующей эволюции через организованную Западом «утечку мозгов» трудовых мигрантов и их кластеризации на кампусах и в креативных производственно-научных зонах академгородков или единого рогов, отвечающих за процессы ИКТ-развития и за создание систем новых поколений связи и передачи данных, за накапливаемые заделы в области развития нейронных сетей и глубокого машинного обучения. Удручающее минимальное количество соответствующих отечественных необходимых станков и приспособлений, сверхмощных ЭВМ, аппаратов симуляции реальных процессов в различных средах и в космосе, включая ограниченное наличие электронных панелей-планшетов для подготовки российских космонавтов в России на основе Apple и Samsung, наводит на мысль о том, что наша научная школа сегодня только формируется в области решения конкретных прикладных задач под те или проекты или процессы, способные адекватно и не дорого конкурировать с зарубежными производителями. Сам же демонстрируемый подход от пожеланий профессионально создаваемого заказчика, в частности, космонавта-исследователя, формирует не только маслообразные и тематические предпочтения цивилизованного потребителя поведенческой экономики настоящего, но и визуализирует его интерфейс запрашиваемых задач, способных создавать как экосистемы будущего, так и проектировать и выпускать соответствующие прототипы уникальных аппаратов, решающих задачи схождения теоретических оценок с их практическими результатами исполнения в материальном виде.

Большинство отечественных предприятий космической индустрии были основаны в середине прошлого века. За это время на полках библиотек и архивов скопилось огромное количество технической документации, чертежей, исследовательских работ, организационных документов и пр.

Возникает проблема накопления, сортировки, хранения документации, организации поиска и быстрого доступа к нужной информации, ограничение или совместный доступ к документации с возможностью внесения правок в режиме реального времени. Помочь в поставленных вопросах может цифровизация производства, которое включает в себя создание: единых территориально распределенных цифровых библиотек с разграничением доступа, проекты по управлению жизненным циклом изделия, систем управления проектами и формализованной системы электронного документооборота.

Все эти продукты позволят молодым специалистам максимально быстро адаптироваться на предприятиях, понимать логику разработки, видеть общую картину работы в целом, разрабатывать, править и согласовывать конструкторскую документацию в режиме реального времени, организовывать онлайн совещания с высокой степенью криптозащиты трансляционных данных.

Подобная система должна, построена путем создания единого информационного пространства, включать в себя разнообразные информационные системы. Документы должны быть ранжированы, индексированы, необходимо отслеживать версию. Организована простая и понятная система поиска по всей базе данных, с возможностью применения всевозможных фильтров и семантик. Для получения всецелой информации об искомом объекте: стандарты, 3д-модели, научные исследования, результаты испытаний, т.е. все связанные документы соответствующие запросу. Этапы построения системы включает оцифровку документов, создание цифрового архива, опроса персонала на предмет создания дополнительных каталогов или рабочих цифровых пространств для разрешения рабочих файлов. Следующий этап это создание корпоративной интеллектуально-поисковой системы на основе искусственного интеллекта. Система должна быть самообучаемой, чтобы система помогала разбирать ключевые слова, строить полноценный индекс, далее выполняется семантический анализ,

в ходе которого индекс обогащается значением семантического класса, чтобы максимально быстро и точно обеспечить поиск необходимой документации. Сама система должна выдавать статистические данные, для анализа количества разработок, оцифровки документации, подсчета количества выпущенной технической документации.

В продолжение развития проекта необходимо рассмотреть вопросы подключения новых источников информации, а также предприятия интегрированной структуры, для чего потребуется создать закрытую систему передачи данных между предприятия для исключения возможности несанкционированного доступа к закрытой информации.

Система позволит создать единую базу знаний, сможем унифицировать стандарты предприятия, обеспечить быстрый поиск по огромному количеству информации, снижение временных издержек на проведение совещаний и разработку технической документации.

Примером может послужить система дистанционного зондирования Земли. На первом этапе органы исполнительной власти направляют форматизированные заявки на проведение космической съемки, на втором этапе проводится космическая съемка и проходит тематическая обработка, интегрируется с информационными базами данных земельного кадастра, лесным хозяйством, МЧС и др. В результате получают цифровые продукты по разным отраслям решающие различные задачи: мониторинг водных ресурсов, оценка заболачивания, модуляция поводов, лесные пожары, незаконная вырубка лесных массивов, незаконная добыча ископаемых, мониторинг чрезвычайных ситуаций, мониторинг загрязнения, незаконная застройка местности и самозахват земель, мониторинг посевов и уборка сельскохозяйственных угодий. Вся эта информация передается в геопортал Роскосмоса, где заказчики могут получить заказанные снимки. На геопортале накоплена огромная база оцифрованной информации.

Одним из таких проектов является Центр коллективного пользования системными архивами, обработки и анализа данных спутникового наблюдения Института космических исследований Российской академии наук для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») созданным в 2012 году [1]. В рамках ЦКП «ИКИ-Мониторинг» решаются следующие основные задачи: автоматизированное ведение сверхбольших распределённых архивов спутниковых данных и результаты их обработки, автоматизированная потоковая обработка данных для получения различных информационных продуктов, необходимых для научных исследований, предоставление инструментов для обработки и анализа спутниковых данных, предоставление программных интерфейсов различным информационным системам дистанционного мониторинга [2]. Архивная база Центра составляет более 5 петабайтов информации, около 4 терабайтов сырой и обработанной информации поступает каждый день, для обеспечения архива задействовано около 150 территориально распределённых серверов общим объемом 6 петабайт [3]. Источниками данных является «Росгидромет», «Роскосмос», зарубежные компании, а также сами пользователи системы имеют возможность пополнять архивы информации.

На первом уровне сырые данные с борта КА распаковываются, проходит радиометрическую и геометрическая коррекция, далее происходит географическая привязка, где каждому пикселю информации сопоставляется набор географических координат. Далее происходит длинный набор операций, таких как ортотрансформация. Второй уровень это посевные поля различных физических характеристик и индексов, переведённых в картографическую проекцию. Это может быть разные картографические продукты, температурные, посевные индексы, очаги возгорания пожаров и многое другое. В архивах хранятся данные первого уровня, так как продуктов уровня два может быть огромное количество в зависимости от поставленных задач, для хранения

которых не представляется возможным. Поэтому создается система, которые в автоматическом режиме на основе информации первого уровня в зависимости от запроса пользователя способна создавать тематические продукты и карты с необходимым набором параметров и индексов. Третий уровень это композитные данные, основанные на обработке информации на большом интервале времени и обладающие некоторой статистикой, либо составные мозаики из нескольких снимков заданного района интересов учитывая выделения и отбрасывания зоны облачности. На основе данных многоспектральной съемки, возможно, прогнозировать урожай посевных культур. Решаются вопросы контроля: сравнение границ посевного поля полученных при дистанционном зондировании с государственной кадастровой картой, выявляются неучтенные сельхозугодия и те участки, которые таковыми не являются, определяется районы нецелевого использования земель. При использовании совокупности данных подстилающей поверхности, метеоусловий и обновленных снимков можно моделировать распространение пожаров, аэрозольных выбросов и разлет извержения вулканов. Результаты спутниковой съемки позволяют выявить наращения недропользования, вырубки деревьев, организаций свалки и пр. [4], [5]. Сегодня «Роскосмос» создает и уделяет огромное внимания развития наземной космической инфраструктуры приема обработки архивации хранения и распространения, а также предоставления сервисов и услуг на их основе в рамках программы ЕТРИС ДЗЗ. Система состоит из сети наземных станций распределенных по территории России, связанных в единую сеть, позволяющей принимать и обрабатывать информацию и передавать данные потребителю с максимальной оперативностью. С 2012 года накоплен значительный архив материалов полученных отечественными космическими аппаратами, на основе этих данных создается сплошная, беспроводная модель Земной поверхности. Для дальнейшего развития проекта в 2017 году «Роскосмос»

запустил проект «Цифровая Земля» представляет собой абсолютно новую информационно-аналитическую систему, позволяющую получить доступ к данным космического мониторинга. Этот проект был организован в рамках выполнения поручения Президента по программе «Цифровая экономика». В геосервисах «Цифровой Земли» с помощью технологий искусственного интеллекта происходит преобразование информации с космических аппаратов в понятные и удобные аналитические отчеты о состоянии и развитии объектов, территорий и природных ресурсов. В ходе реализации создается автоматизированный комплекс обработки данных, который объединяет несколько уровней обработки данных и с использованием технологий нейросетей и искусственного интеллекта способен создавать тематические продукты простому потребителю, без участия узконаправленных специалистов в этой области. На данный момент в состав комплекса «Цифровая Земля» входят 7 геосервисов и 27 мониторинговых продуктов [6]. Развитие этих сервисов придаст дополнительный импульс развитию современных технологий и использованию данных ДЗЗ, которые позволяют решать актуальные задачи в интересах социально-экономического развития Российской Федерации, поддержки системы государственного управления, а также позволит войти отечественным компаниям в число ведущих участников предоставления космических продуктов и услуг.

Следующее актуальное направление это использование в космосе роботизированную технику. Здесь отличились китайские ученые, которые разработали технологию управления роботизированной техники с помощью распознавания мозговой активности. На практике новая технология будет реализована на китайской космической орбитальной станции. Позволит тайконавтам управлять роботизированными манипуляторами. Проведенный эксперимент показал, что процесс адаптации к управлению занимает небольшое количество времени, а треть из добровольцев, принявших участие в эксперименте, справилась с управлением сразу же

без дополнительного обучения. Средняя точность операций достигла при эксперименте 98 процентов. В будущем в освоении космоса люди и роботы будут работать вместе. Человеку не нужно будет использовать клавиатуру или джойстик, он сможет управлять роботизированными элементами с помощью мозга и глаз. Использование роботизированных систем при космических программах обусловлена необходимостью срочного выхода в открытый космос для решения неотложных задач при разгерметизации одного из отсеков, проведению простых однотипных действий в ходе проведения бортовых экспериментов которые в силу усталости космонавта и своей монотонности приводят к ошибкам, физиологическим и техническим ограничением космонавтов.

Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в современном мире происходит повсеместно, не обошёл стороной процесс внедрения новых технологий в космосе. Одной из областей, в которой тщательно изучаются программы искусственного интеллекта, являются операции со спутниками, в частности, для поддержки работы больших спутниковых группировок, что включает в себя относительное позиционирование, связь, управление по окончании срока службы и так далее.

Системы машинного обучения также широко используются в космических программах для аппроксимации сложных представлений реального мира. Например, при анализе огромных объемов данных наблюдения Земли или данных телеметрии с космических аппаратов машинное обучение играет важную роль.

В настоящее время космическим кораблям необходимо связываться с Землей, чтобы выполнять свою работу, но разработка автономных космических аппаратов, использующих искусственный интеллект для самообслуживания, была бы очень полезна для изучения новых частей Солнечной системы и снижения стоимости миссии. Ранние исследования требований к автономии для будущих груп-

пировок космических аппаратов определило необходимые технологии для улучшения автоматизации, включая автономную навигацию, автоматический анализ телеметрии и возможность обновления программного обеспечения. Недавние исследования были сосредоточены на управлении сложными группировками, для которых изучаются новые автоматизированные процедуры для снижения активной рабочей нагрузки наземных операторов. Автоматизация как наземного, так и космического сегментов снизит потребность в человеческом вмешательстве – особенно для больших группировок автоматизированные маневры предотвращения столкновений могут стать реальной помощью. Единичным спутникам, вращающимся вокруг Земли, также требуется больше автономии, поскольку им необходимо чаще совершать маневры по предотвращению столкновений, чтобы уклоняться от растущего количества космического мусора.

Космические технологии и космические приложения производят огромное количество данных, включая телеметрию космических аппаратов и данные о продуктах – полезные научные данные, которые собирает космический аппарат, например информацию о Земле со спутника наблюдения Земли. Еще одним применением машинного обучения является анализ всех этих данных.

Интеллектуальное программное обеспечение для передачи данных на борту марсоходов устраняет человеческие ошибки планирования, которые в противном случае могут привести к потере ценных данных. Это увеличивает количество полезных данных, поступающих от нашего планетарного соседа. Та же технология может быть использована в долгосрочных миссиях, которые будут исследовать Солнечную систему, а это означает, что они потребуют минимального контроля со стороны людей-контролеров на Земле.

Выводы. Искусственный интеллект постепенно замещает все существующие операции переделов, вытесняет низкоквалифицированный труд и через применение самообучения и нейронных сетей постоянного эволюционирования даёт возможности в Индустрии 4.0 решать вопросы развития человечества не только на Земле, но и готовиться к дальнейшей колонизации космоса. Существующие задачи необходимо решать всем человечеством с распределением кооперационного участия каждого государства, исходя из его уровня научно-технологического развития и места на глобальном рынке распределения труда и технологий, способствующих созданию уникальных компонентов как самой космической наземной инфраструктуры, так технологических цепочек добавочной стоимости растущего инновационного вовлечения различных научных школ. Поэтому растущая автаркия дальнейшей изоляции России в условиях украинского кризиса ослабит попытки всего человечества стать способным покинуть свою планету и растянет сроки дальнейшей колонизации космоса и строительства лунных и марсианских баз. При этом дружественное импортозамещение с Китаем и с Индией позволит создать уникальную конвергенцию существующих научных школ и продвинуть конкретные возможности систем использования искусственного интеллекта в космосе и на Земле, чтобы сохранить наш статус космической сверхдержавы и стать одним из лидеров 7-го научно-технологического уклада экосистемы «человек-машина».

Литература

1. Положение о Центре коллективного пользования научным оборудованием (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») [Электронный ресурс] URL: http://ckp.geosmis.ru/files/documentation/centre_iki.pdf (дата обращения 16.03.2022г.)
2. Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для

- решения задач изучения и мониторинга окружающей среды. [Текст] / Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А. и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12, № 5. – С. 263–284
3. Опыт создания и эксплуатации информационных систем и сервисов дистанционного мониторинга для решения научных и прикладных задач на базе ЦКП «ИКИ-Мониторинг» [Текст] / Лупян Е.А., Балашов И.В., Барталев С.А и др. // Материалы Восемнадцатой Всероссийской Открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 16-20 ноября 2020. – ИКИ РАН, 2020.
 4. Глотов А.А. Интеллектуализация геоинформационных систем: подходы и направления [Текст] / Глотов А.А. // Геоматика. – 2015. – №. 4. – С. 18–24.
 5. Интеллектуальная ГИС в системах мониторинга [Текст] / Попович В.В., Потапычев С. Н., Панькин А.В. и др // Труды СПИИРАН. – СПб., 2006. – Т.1, № 3. – С. 172–184.
 6. Проект «Цифровая Земля» получил высокую оценку российской IT-отрасли. [Электронный ресурс] – URL: <https://russianspacesystems.ru/2021/10/13/proekt-cifrovaya-zemlya-poluchil-vysokuyu-ocenku/> (дата обращения 16.03.2022)
 7. Ioana Bratu. Artificial Intelligence for Future Lunar Societies: A Critical Analysis of the Liability Problem. [Текст] / Ioana Bratu // 5th Global Moon Village Workshop & Symposium. – 2021. – December 6-8, Nicosia, Cyprus.
 8. Diego Carou. A Transformation Through Key Industry 4.0 Technologies [Текст] / Diego Carou // Aerospace and Digitalization. – Springer, Cham, 2021. – Pp.17–46.
 9. Орлов О.И. Риски использования технологий искусственного интеллекта в системе медицинского обеспечения дальних пилотируемых космических полетов [Текст] / О.И. Орлов, О.В. Переведенцев // Научный журнал «Пилотируемые полёты в космос» – 2022. – № 2(43). – С. 42–59.
 10. NASA Technology Roadmaps TA 6: Human Health, Life Support, and Habitation Systems [Текст] // NASA. – May, 2015. – TA 6-41.
 11. Орлов О.И. Риски использования технологий искусственного интеллекта и систем медицинского обеспечения дальних пилотируемых космических полетов [Текст] / О.И. Орлов, О.В. Переведенцев // Пилотируемые полёты в космос. – № 2 (43). – 2022. – С. 16–22.

СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ И СИНТЕЗА
РЕЧИ, АНАЛИЗА ТЕКСТОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА

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

**К ВОПРОСУ О СНЯТИИ ОМОНИМИИ
В НЕКОТОРЫХ ГРУППАХ ОМОНИМОВ,
ВКЛЮЧАЮЩИХ ПРЕДИКАТИВ**

*Государственное учреждение «Институт проблем
искусственного интеллекта», г. Донецк, nav_box@mail.ru,
vladislav.shelepov2012@yandex.ua, svetlako@yandex.ru*

Задача снятия неоднозначности слов актуальна для многих прикладных систем обработки естественного языка и активно исследуется в настоящее время (см., например, [1-8]). Данная статья посвящена автоматическому снятию омонимии для некоторых слов, имеющих среди омонимов предикатив и другие части речи, в частности существительные, числительные, наречия, предлоги и частицы. Для каждого из таких слов были созданы индивидуальные правила на основе информации из морфологического словаря [9]. Разработанные правила снятия омонимии применяются к отрезку текста между двумя знаками препинания, на котором находится анализируемое слово. Рассмотрим далее некоторые из созданных правил.

1. ЗА (предлог вин.п, предлог тв.п., наречие, предикатив).

Если после слова ЗА в тексте найдется существительное в винительном или творительном падеже, то ЗА – предлог (*За углом стоял автомобиль*). Если в пределах отрезка есть глагольные формы, то выбирается вариант с наречием (*Депутаты проголосовали за*). В остальных случаях ЗА – предикатив (*Я за!*).

2. ПРОТИВ (предлог род.п., наречие, предикатив).

Для ПРОТИВ используется аналогичное правило, только в случае предлога падеж существительного будет родительный (*Я против жесткого контроля и диктата*).

3. НЕТ (союз, частица, предикатив).

Если предложение состоит только из слова НЕТ, то НЕТ это частица. Если после НЕТ в начале или перед НЕТ в конце предложения стоит запятая, то НЕТ – частица (*Нет, я не был в театре*). Если перед НЕТ стоит запятая и оно начинает новое предложение в составе сложного предложения, то НЕТ – союз (*Жили мирно и спокойно, нет угораздило его поссориться с соседями*). Если НЕТ в составе предложения из более чем одного слова, где отсутствует глагол в личной форме, то НЕТ – предикатив (*У природы нет плохой погоды*).

4. МНОГО (неопределенное числительное, наречие, предикатив).

Если после МНОГО стоит существительное (местоимение-существительное) в родительном падеже (возможно, с прилагательным или причастием перед), то МНОГО – неопределенное числительное (*У нее много косметики. В кастрюле много каши*).

Если МНОГО соседствует с глагольной формой, включая деепричастие и причастие то МНОГО – наречие. Между ними может быть наречие или союз+наречие (*Они много говорят. Они много и горячо говорят. Он много работающий человек. Надо много сделать*).

Если предыдущие условия не выполняются и МНОГО соседствует с существительным (местоимением-существительным) в дательном падеже, то выбирается вариант предикатива. (*Ребенку много. Много ему*).

5. КОНЕЦ (существительное им.п., существительное вин.п., предикатив).

Если рядом существительное (местоимение-существительное) в дательном падеже (возможно, с прилагательным или причастием перед), то КОНЕЦ – предикатив (пример: *Ему конец*). В остальных случаях КОНЕЦ – существительное (*Конец каждой серии держит в напряжении*).

6. КОНЧЕНО (краткое прилагательное, краткое причастие, предикатив).

Если в тексте есть существительное (местоимение-существительное) в творительном падеже с предлогом С, или то же в родительном падеже с предлогами ДЛЯ или У, то выбирается вариант предикатива (*С ними кончено. Для них все кончено*). В остальных случаях выбирается вариант причастия или краткого прилагательного (*Представление кончено*).

7. О'КЕЙ/ОКЕЙ (частица, предикатив).

Если слово в тексте выделено запятыми, то это частица (*Окей, я согласен*), иначе это предикатив (*У них все окей*).

8. ПРОЩАЙ (междометие, предикатив, глагол).

Если слово не выделено знаками препинания и соседствует с винительным или дательным падежом (возможно с промежуточным прилагательным или причастием), то ПРОЩАЙ – это глагол (*Прощай своих врагов. Прощай своим врагам*).

Если ПРОЩАЙ выделено запятой и после нее стоит существительное во множественном числе, то ПРОЩАЙ – предикатив (*Прощай, мои денежки!*). В прочих случаях при выделении это междометие.

В случае сочетания *теперь* (*сейчас, тогда, ну, и, ну и, а теперь, ну теперь, и теперь*) + ПРОЩАЙ – междометие (*Ну теперь прощай!*). Если предложение состоит из одного слова ПРОЩАЙ, то это также междометие.

9. ПРОЩАЙТЕ – те же правила, что и для слова ПРОЩАЙ.

10. ПРОСТИ (существительное, междометие, предикатив, вводное слово, глагол).

Те же правила, что и для ПРОЩАЙ. Кроме того ПРОСТИ является существительным среднего рода, если рядом с ним есть согласованное прилагательное (*Пленник в отчаянии шлет последнее прости*).

Если ПРОСТИ в пределах двух начальных слов предложения и отделено знаком препинания (*Прости! Прости, дедушка.*), то ПРОСТИ – междометие. Если ПРОСТИ стоит дальше от начала предложения и выделено запятыми, то это вводное слово (*А на какие средства, прости, они живут?*).

11. РАЗУМЕЕТСЯ (частица, предикатив, вводное слово).

Если оно выделено запятыми, то это вводное слово (*Бюджетные средства на выполнение этих работ, разумеется, не заложены*). Если есть согласование с именительным падежом существительного, то РАЗУМЕЕТСЯ – это глагол (*Он промолчал, как будто ответ разумеется сам собой*). Если РАЗУМЕЕТСЯ – односложный ответ на вопрос, то это – аналог частицы ДА, и следовательно, тоже частица. В этом случае оно пишется с заглавной буквы и перед ним стоит вопросительный знак и тире (*Ты мне поможешь? – Разумеется*).

Если все то же, но вопроса нет (предложение с точкой или воскл. знаком), то РАЗУМЕЕТСЯ тоже частица (*Поедем на машине. – Разумеется*).

Если после РАЗУМЕЕТСЯ стоит инфинитив глагола, то предикатив. В этом случае РАЗУМЕЕТСЯ синонимично выражению ИМЕЕТСЯ В ВИДУ (*Разумеется подготовить площадку*).

12. НАДОЕЛО (глагол, предикатив), НАЧАЛОСЬ (глагол, предикатив), ПРИСТАЛО (глагол, предикатив), СЛЕДУЕТ (глагол, предикатив).

Для данных слов применяется общее правило: если есть согласование формы глагола с именительным падежом существительного, то слово – глагол (*Это занятие всем надоело. Поезд следует в Москву.*). В остальных случаях это предикатив (*Мне надоело стоять в очередях за всякой дрянью. Им следует поторопиться*).

13. ЖАЛЬ (глагол, предикатив).

Если в тексте есть творительный падеж существительного (возможно, со вставкой прилагательного или причастия), то ЖАЛЬ – глагол в повелительном наклонении (*Жаль врагов огнем*).

Если творительного падежа нет, но есть винительный падеж, то ЖАЛЬ может быть и глаголом в повелительном наклонении и предикативом. В данном случае необходимо уточнение смыслового значения слова, по умолчанию выбирается предикатив (*Жаль врагов*).

14. ПЛЕВАТЬ (глагол, предикатив), НАПЛЕВАТЬ (глагол, предикатив), НАЧИХАТЬ (глагол, предикатив).

Если в тексте нет других глаголов и предикативов, то это предикативы (*Ему наплевать на мои затруднения. Нам-то, читателям, на предисловие начихать*). В остальных случаях это инфинитивы глаголов (*Вы не имеете права плевать в людей. Можешь мне наплевать в глаза, если вру*).

15. СМЕЛО (наречие, предикатив, краткое прилагательное, глагол непереходный, глагол переходный).

Это краткое прилагательное, если есть именительный падеж существительного среднего рода и дальше нет другого глагола, согласованного с указанным существительным (*Его предложение смело*). Это наречие, если есть другой глагол в личной форме (*Он смело рвется в бой*). Это предикатив, если нет существительного среднего рода (подлежащего), и есть инфинитив другого глагола (*Смело носить такой головной убор*), однако если СМЕЛО предшествует другой предикатив (например, МОЖНО), то СМЕЛО – наречие (*Можно смело носить такой головной*

убор). Если только что упомянутое подлежащее есть, то СМЕЛО – это прошедшее время непереходного глагола СМЕТЬ (*Население смело уклоняется от уплаты налогов*). Если в предложении нет подлежащего и нет другого глагола, то СМЕЛО – переходный глагол в прошедшем времени от СМЕСТИ (*Бурей смело старую постройку*).

Всего на данный момент разработаны правила для 50 подобных слов. Правила реализованы на языке программирования С++ в экспериментальном программном модуле снятия омонимии, который может быть использован для повышения точности морфологической разметки при автоматической обработке текстов на русском языке.

Литература

1. Летучий А.Б. Предикатив. Материалы для проекта корпусного описания русской грамматики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://rusgram.ru/Предикатив> (дата обращения: 01.05.2022).
2. Циммерлинг А.В. Предикативы и предикаты состояния в русском языке [Текст] / Циммерлинг А.В. // Slavistic narevija. – 2018. – № 1. – С. 45–64.
3. Боярский К.К. Использование словарной информации при анализе текста / К.К. Боярский, Е.А. Каневский, С.К. Стафеев // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 3 (79). – С.87-91.
4. Анастасьев Д. Г. Морфологическая разметка с использованием обширного описания языка [Электронный ресурс] / Анастасьев Д. Г. // Международная конференция Диалог-2017 (г. Москва, 31 мая – 3 июня 2017). – 2017. – Режим доступа : <https://www.dialog-21.ru/media/3895/anastasyevdgetal.pdf> (дата обращения: 01.05.2022).
5. Гатауллин Р.Р. Аналитический обзор методов разрешения морфологической многозначности [Текст] / Р.Р. Гатауллин // Электронные библиотеки. – 2016. – Т. 19, № 2. – С.98–114.
6. Ниценко А. В. О снятии омонимии словосочетаний, которые могут быть предикативами [Текст] / А. В. Ниценко, В. Ю. Шелепов, С. А. Большакова // Проблемы искусственного интеллекта. – 2021. – № 1(20). – С. 53–63.

7. Ниценко А. В. К вопросу об автоматическом снятии омонимии русских предикативов [Текст] / А. В. Ниценко, В. Ю. Шелепов, С. А. Большакова // Сборник трудов VIII Международной конференции «Знания-Онтологии-Теории» (г. Новосибирск, 8-12 ноября 2021) – 2021. – С. 218–225.
8. Ниценко А.В. Исследование омонимии предикативных словосочетаний на основе национального корпуса русского языка [Электронный ресурс] [Текст] / А. В. Ниценко, В. Ю. Шелепов, С. А. Большакова // Сборник трудов VII Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» (г. Донецк, 23 ноября 2021г.). 2021. – Режим доступа: <http://pm.conf.donntu.org/index.php> (дата обращения: 13.12.2021).
9. Хаген М. Полная парадигма. Морфология [Электронный ресурс] // Форум «Говорим по-русски» [сайт]. 2018. – Режим доступа : <http://www.speakrus.ru/dict/#morph-paradigm> (дата обращения: 10.06.2019).

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

О СНЯТИИ ОМОНИМИИ ПРЕДИКАТИВ-НАРЕЧИЕ- КРАТКОЕ ПРИЛАГАТЕЛЬНОЕ В СЛУЧАЕ ЕДИНСТВЕННОГО КАНДИДАТА НА ПРЕДИКАТИВ

*Государственное учреждение «Институт проблем
искусственного интеллекта», г. Донецк, nav_box@mail.ru,
vladislav.shelepov2012@yandex.ua, svetlako@yandex.ru*

Из последних работ, связанных с автоматическим снятием омонимии отметим работы [1-12].

Предикатив – сравнительно недавно введенная в лингвистический обиход часть речи, связанная с функцией сказуемого в предложении (см. [13]). Наиболее частым в предложении является глагольное сказуемое. Вместе с тем сказуемое может выражаться другими частями речи: существительным, прилагательным (в частности, кратким прилагательным) и так далее. Позволим себе называть

подобную реализацию сказуемого традиционной. Однако в последний перечень было бы неестественно включать, например, наречие, ибо наречие выражает дополнительную характеристику действия или качества, выраженного глагольной формой или прилагательным. Поэтому для описания сказуемого в предложении типа «Мне холодно» была введена новая часть речи, которая обозначалась в русской лингвистике как «категория состояния». Позднее соответствующее понятие было расширено, а его название было заменено заимствованным у чешских лингвистов термином «предикатив» (см. [13]).

Мы пользуемся словарем [14], который содержит 1308 слов и словосочетаний, отмеченных как предикатив. Из них только 104 не имеют омонимов. Наибольшее число предикативов (числом 682) имеют омонимы в виде наречий и (или) кратких прилагательных. Настоящая работа посвящена проблеме снятия омонимии именно в классе предикативов, омонимичных наречиям и (или) кратким прилагательным.

Мы работаем с правильными русскими предложениями, включая правильные знаки препинания. Опыт показывает, что при решении вопроса об определении омонима достаточно ограничиваться содержащим его отрезком предложения между двумя соседними знаками препинания. Нижеизложенное относится к отрезку между двумя соседними знаками препинания, на котором есть единственный кандидат на предикатив.

Если сказуемое выражено традиционным способом, то кандидат на предикатив, наречие или краткое прилагательное не является предикативом. Вот правила, связанные с такой ситуацией.

1. Пусть есть некоторый кандидат на предикатив, который может быть также кратким прилагательным. Если на отрезке есть существительное (мест.-сущ.) среднего рода в именительном падеже (подлежащее), то кандидат – краткое прилагательное.

Пример: Его утверждение антинаучно (прил).

Ниже приведен результат работы нашей программы, автоматически классифицирующей словоформы. Выбор в группе омонимов обозначен восклицательным знаком:

его | мест прил ед муж !
его | мест сущ ед муж род
его | мест сущ ед муж вин
его | мест сущ ед ср род
его | мест сущ ед ср вин

утверждение | сущ неод ед ср им !
утверждение | сущ неод ед ср вин

антинаучно | нар опред кач
антинаучно | предик
антинаучно | прл крат ед ср !

2. Если на отрезке есть существительное (местоимение-существительное) в именительном. падеже, отсутствует глагольное сказуемое, а последнее выражено прилагательным (тоже в им. падеже), то кандидат на предикатив и наречие является наречием.

Пример: Пингвин невероятно(нар) красивый.

3. Кандидат на предикатив и наречие в пределах предложной группы является наречием

Пример(императив): Писать о глубоко(нар) важных явлениях!

4. Если на отрезке есть глагол в каком-либо наклонении, то кандидат на предикатив и наречие есть наречие.

Пример: Они легкомысленно(нар) отказались от предложения.

5. То же относится к причастию и деепричастию.
Примеры: Это человек, интересно (нар) рассказывающий о прошлом. Он вошел, комично(нар) прихрамывая.
Значит последние два правила можно объединить следующим образом:

4-5. Если в предложении есть глагольная форма, не совпадающая с инфинитивом, то кандидат на предикатив и наречие есть наречие.
Если условия вышеприведенных правил не выполняются, то рассматриваемый кандидат будет предикативом.

6. Если отрезок не содержит существительного (местоимения-существительного) в именительном падеже (подлежащего), то наличие вспомогательных глагольных словоформ *БЫЛО, БЫВАЕТ, БУДЕТ, СТАЛО, СТАНОВИТСЯ, СТАНЕТ* не превращает предикатив в наречие.

Пример: Ему будет холодно (предик).

7. При наличии подлежащего появление приведенных вспомогательных глаголов превращает кандидата на наречие и предикатив в наречие.

Пример: Он будет холодно(нар) отвечать на вопросы.

8. Если в предложении из глагольных форм есть только инфинитив, то кандидат на наречие и предикатив есть предикатив.

Пример: Ему холодно(предик) стоять в карауле.

9. То же, если есть еще указанные в п.6 вспомогательные глаголы и нет подлежащего.

Пример: Ему было холодно(предик) стоять в карауле.

В случае, когда на отрезке два или более кандидата на предикатив, их распределение по частям речи, требует отдельного исследования.

Литература

1. Циммерлинг А.В. Предикативы и качественные наречия: классы слов и направления деривации [Текст] / Циммерлинг А.В. // Русистика на пороге XXI века: проблемы и перспективы: материалы международной конференции. – Москва, 2003. – С. 54–59.
2. Шаров С.А. Корпус с автоматически снятой морфологической неоднозначностью: К методике лингвистических исследований [Электронный ресурс] // Международная конференция Диалог-2015 (г. Москва, 27-30 мая 2015). – 2015. – Режим доступа : URL: <https://www.dialog-21.ru/digests/dialog2015/materials/pdf/SharoffSAetal.pdf> (дата обращения: 01.05.2022).
3. К.К. Боярский. Использование словарной информации при анализе текста / К.К. Боярский, Е.А. Каневский, С.К. Стафеев // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 3 (79). – С.87-91.
4. Анастасьев Д. Г. Морфологическая разметка с использованием обширного описания языка [Электронный ресурс] // Международная конференция Диалог-2017 (г. Москва, 31 мая – 3 июня 2017). – 2017. – Режим доступа : URL: <https://www.dialog-21.ru/media/3895/anastasyevdgetal.pdf> (дата обращения: 01.05.2022).
5. 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. 94–103.
6. Ляшевская О. Н. Частотный словарь современного русского языка (на материалах Национального корпуса русского языка) [Текст] / О. Н. Ляшевская, С. А. Шаров. – М. : Азбуковник, 2009. – 1087 с.
7. Ниценко А. В. О снятии омонимии словосочетаний, которые могут быть предикативами [Текст] / А. В. Ниценко, В. Ю. Шелепов, С. А. Большакова // Проблемы искусственного интеллекта. – 2021. – № 1(20). – С. 53–63.
8. Ниценко А. В. К вопросу об автоматическом снятии омонимии предикативов [Текст] / Ниценко А.В., Шелепов В.Ю., Большакова С.А. // Материалы международного научного

- круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение» (г. Донецк, 27 мая 2021г.). – 2021. – С.124-126.
9. Большакова С. А. К вопросу об автоматическом снятии омонимии русских деепричастий // Материалы международного научного круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты, практическое применение» (г. Донецк, 27 мая 2021г.). – 2021. – С.120-123.
 10. Ниценко А. В. К вопросу об автоматическом снятии омонимии русских предикативов [Текст] / А. В. Ниценко, В. Ю. Шелепов, С. А. Большакова // Сборник трудов VIII Международной конференции «Знания-Онтологии-Теории» (г. Новосибирск, 8-12 ноября 2021г.) – 2021. – С. 218-225.
 11. Ниценко А.В. Об автоматическом снятии омонимии предикативных словосочетаний. Результаты работы с национальным корпусом русского языка [Текст] / А.В. Ниценко, В.Ю. Шелепов, С.А. Большакова // Проблемы искусственного интеллекта. – 2021. – № 3(22). – С. 46-56.
 12. Ниценко А.В. Исследование омонимии предикативных словосочетаний на основе национального корпуса русского языка [Электронный ресурс] / А.В. Ниценко, В.Ю. Шелепов, С.А. Большакова // Сборник трудов VII Международной научно-технической конференции «Современные информационные технологии в образовании и научных исследованиях» (г. Донецк, 23 ноября 2021г.). 2021. Режим доступа: <http://pm.conf.donntu.org/index.php> (дата обращения: 13.12.2021).
 13. Мацегора И.Л. Современный русский язык (морфология): конспект лекций [Электронный ресурс] // Мацегора И.Л., Хейлик Т.О. – Запорожье: ЗНУ, 2017. – 121 с. – Режим доступа : URL: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/483643/mod_resource/content/1/Мацегора_Хейлик_Морфология_конспект_лекций.pdf (дата обращения: 01.05.2022).
 14. Хаген М. Полная парадигма. Морфология [Электронный ресурс] // Форум «Говорим по-русски» [сайт]. 2018. – Режим доступа : <http://www.speakrus.ru/dict/#morph-paradigm> (дата обращения: 10.06.2019).

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, ОПТИМИЗАЦИЯ,
УПРАВЛЕНИЕ, ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ
И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ,
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

О. О. Варламов

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ МИВАРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
В 2022 г.**

*МГТУ им. Н.Э. Баумана; РФЯЦ-ВНИИЭФ; МАДИ;
ovar@narod.ru*

В 2022 году в области миварных технологий логического ИИ было выполнено достаточно много различных работ, которые можно разделить по следующим основным направлениям: Миварные экспертные системы (МЭС); Базы знаний (БЗ) для МЭС; Развитие миварной теории; Комплексные проекты с использованием МЭС; Машиностроительный искусственный интеллект и Системы принятия решений для роботов. Отметим совместное комплексное успешное использование МЭС и нейросетевых технологий в разных проектах.

Введение. Область логического искусственного интеллекта (ИИ) активно развивается. Миварные технологии логического ИИ широко применяются в различных областях, прежде всего для создания миварных баз знаний и экспертных систем, использующих линейной сложности логический вывод, которые потом используются, например, для: распознавания образов и изображений; понимания смысла текстов и оценки их сложности; управления образованием; установки диагнозов и в медицинской технике; виртуальной реальности; сравнения многомерных векторов; многоагентных систем и групп робототехнических комплексов, а также для многих других применений. В 2022 году в области миварных техно-

логий логического ИИ было выполнено достаточно много различных работ, которые можно разделить по следующим основным направлениям:

1. Миварные экспертные системы (МЭС);
2. Базы знаний (БЗ) для МЭС;
3. Развитие миварной теории;
4. Комплексные проекты с использованием МЭС;
5. Машиностроительный искусственный интеллект и Системы принятия решений для роботов.

Отметим, что в настоящее время разработка любой МЭС начинается с создания базы знаний объектов и правил соответствующей предметной области. Но затем выполняют внесение этих знаний в КЭСМИ Wi!Mi Разуматор в. 2.1, их тестирование и доработку, а также выполняют разработку интерфейсов ввода исходных данных и отображения знаний для пользователей МЭС. При таком подходе, принято отдельно выделять первый этап в виде создания БЗ МЭС, так как именно на этом этапе проходит обоснование применимости миварных технологий для данной предметной области и творческое формирование её описания в формализме миварных сетей. Как показано в учебных пособиях по МЭС, сам процесс логического вывода уже реализован в КЭСМИ и надо только выполнить взаимодействие клиентской части программы с КЭСМИ, что носит больше инженерный и прикладной характер. Именно процесс создания БЗ МЭС является творческим и научным, который выполняется людьми – когнитологами. Научная новизна каждой БЗ МЭС заключается в создании новой математической модели в формализме двудольных ориентированных графов миварных сетей. По нашим оценкам, граница научной сложности начинается с 300 правил миварной сети и может характеризоваться уже как «Большие Знания». Так как процесс не автоматизирован, то сохраняется сложность и творческий характер с научной новизной для работ по созданию миварных БЗ.

Миварные Экспертные Системы

За анализируемый период было создано достаточно много различных МЭС, что доказывает универсальность миварного подхода для моделирования различных предметных областей.

Базы знаний для МЭС (БЗ МЭС)

Проектными группами аналитиков и когнитологов были созданы Базы знаний для МЭС (БЗ МЭС)

Доказано, что МЭС можно применять для широкого круга предметных областей, в которых правила принятия решений можно представить в виде каузальных правил «Если, То» и затем формализовать в виде миварной сети знаний. Важную роль в выполнении этих проектов сыграло и то, что в составе проектных команд были специалисты по моделируемой предметной области, которые и занимались анализом и обоснованием возможности применения МЭС для конкретной задачи.

Развитие миварной теории

Кроме традиционных исследований по созданию МЭС и БЗ МЭС, в этот период были выполнены и работы по развитию теории применения миварных технологий прикладных проектах. Настоящие исследования показали возможность взаимного преобразования миварного и метаграфового представления знаний. Предложили новый вид классификации информационных ресурсов, например, для РИНЦ и других электронных наукометрических баз; впервые реализована идея применения миварного логического вывода для решения оптимизационных задач для развития машиностроительного ИИ.

Комплексные проекты ИИ

Большую роль для развития теории ИИ играют комплексные проекты, в которых объединяют рефлексный (нейросети) и логический (мивары) уровни исследований.

В одном из проектов показано, как применять двухуровневое распознавание в машиностроении. В которых доказано, что не обязательно выбирать один вариант: «или

нейросети, или логика», а целесообразно применять их совместно для решения задач и создания программных комплексов широкого назначения.

Машиностроительный ИИ и Системы Принятия Решений

Системы принятия решений и распределения ресурсов производственных систем для роботов входят в состав научной области как машиностроительный ИИ. В настоящее время было выполнено множество актуальных проектов, например: Миварные системы интеллектуального планирования и контроля за соблюдением ПДД. Автономные группы роботов с миварными системами принятия решений. Машиностроительный искусственный интеллект как новое направление для систем полного жизненного цикла (СПЖЦ). Использование миварных сетей для распределения ресурсов производственных систем (РПС), Применение МЭС в условиях неполноты данных «без предыстории» для решения задач объемного, объемно-календарного и сменно-суточного планирования. Цифровизация агропромышленного комплекса и машиностроительный ИИ. Планирование действий по обработке и сборке изделий в Машиностроительном ИИ и другие.

Вывод. Таким образом, доказано, что миварные технологии ИИ активно развиваются, а также находят новые области применения, где позволяют выйти на мировой уровень научных исследований новейших информационных технологий.

Литература

1. Варламов О.О. Миварные базы данных и правил. Учебное пособие [Текст] / Варламов О.О. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 351 с.
2. Варламов О.О. Основы создания миварных экспертных систем. Учебное пособие [Текст] / Варламов О.О. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 267 с.
3. Варламов О.О. 18 примеров миварных экспертных систем. Учебное пособие [Текст] / Варламов О.О. – М.:ИНФРА-М,2021. – 630 с.

4. Varlamov O.O. Wi!Mi expert system shell as the novel tool for building knowledge-based systems with linear computational complexity [Текст] / Varlamov O.O. // International Review of Automatic Control. – 2018. – Т. 11, № 6. – С. 314-325.
5. A Software Package Supporting Decision Making on the Safety of Thermolabile Blood Components [Текст] / Varlamov, O.O., Chuvikov D.A., Lemondzhava, V.N. et al. // Biomedical Engineering. – 2022. – 55(5) – С. 355–359.
6. Семенов А.А. Исследование способов подбора рекламных кампаний на основе сравнения многомерных векторов [Текст] / Семенов А.А. // Проблемы искусственного интеллекта. – 2020. – № 1 (16). – С. 89–104.
7. Васюгова С.А. О возможностях использования миварных технологий представления знаний и обработки данных для групп роботов и гетерогенных мультиагентных систем и сред [Текст] / Васюгова С.А. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2011. – № 1-1 (39). – С. 65–70.
8. Семенов А.А. Разработка метода сравнения двух многомерных векторов в реальном времени на основе миварных экспертных систем [Текст] / Семенов А.А. // Проблемы искусственного интеллекта. – 2020. – № 2 (17). – С. 94-109.

А. В. Лёдова, Т. А. Хачатурова, В. Г. Бутько, А. А. Гусев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУННЕЛЬНОГО ЭФФЕКТА

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина,

г. Донецк, khachaturovat@mail.ru

Донецкий национальный технический университет

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина),*

nastenka.icee@gmail.com

Введение. Одной из важнейших задач современности с целью обеспечения ресурсосбережения и технологической безопасности является поиск альтернативных источников энергии. В настоящее время особое внимание

научной общественности обращено к поиску новых квантовых объектов с уникальными свойствами [1-4], которые могли бы обеспечить значительное ресурсосбережение и энергосбережение. Одними из важнейших квантовых объектов с точки зрения фундаментальных, экспериментальных и прикладных исследований являются квантовые точки, квантовые нити, квантовые ямы, квантовые гетероструктуры [3]. Поскольку на основе подобных квантовых объектов, создаются совершенно новые материалы, обладающие уникальными свойствами, необходимыми для создания альтернативных источников энергии, внедрение квантовых объектов в технологический процесс требует знаний их электронной структуры и физических свойств. Квантовые объекты: точки, нити, ямы, гетероструктуры отличаются тем, что их физические свойства определяются квантовыми эффектами. Квантовые эффекты, а именно необычное поведение электронов, атомов, молекул, которое кажется совершенно необъяснимым, странным, невозможным с точки зрения здравого смысла, с тем, что справедливо в повседневном мире и для законов классической механики, оказывается возможным там, где действуют законы квантовой механики. Для реализации законов квантовой механики необходимо, чтобы характерные размеры квантовых объектов были сопоставимы с нанометровыми. Именно поэтому электроника, которая занимается разработкой электронных приборов, принцип работы которых, базируется на квантовых эффектах, называется наноэлектроникой.

До недавнего времени логика развития полупроводниковой электроники была такова, что интегральные схемы, становясь все более и более сложными, объединяли все большее число элементов, поэтому энергосбережение и ресурсосбережение обеспечивалось путём увеличения плотности размещения транзисторов, диодов и других элементов за счет уменьшения их размеров. Но сейчас одна квантовая гетероструктура как, например, туннельный кон-

такт способна заменить целую интегральную микросхему, состоящую из множества транзисторов, резисторов и конденсаторов [5,6]. Более того квантовые точки, ямы, нити, структуры, несмотря на свои весьма миниатюрные размеры, способны накапливать большие энергии, в результате чего их при определенных условиях можно использовать в качестве лазеров. В чем же состоит отличие между выше перечисленными квантовыми объектами? Квантовой ямой называется такая наноразмерная структура, в которой движение зарядов ограничено только в одном из трёх направлений. В качестве квантовой ямы может выступать очень тонкая, порядка нескольких десятков нанометров плёнка проводника или полупроводника. В квантовой нити заряженные частицы ограничены в движении не в одном, а в двух направлениях сразу, а в квантовой точке движение заряженных частиц ограничено в пространстве во всех трёх направлениях.

Теоретическая модель. Квантовой гетероструктурой, такой как туннельный контакт, называют наноструктуру, которая состоит из двух проводящих металлических электродов разделённых между собой очень тонким слоем диэлектрика, толщиной в несколько нанометров. Схематически туннельный контакт изображен на рис. 1. С точки зрения классической механики, диэлектрик, расположенный между двумя металлами представляет собой стену, так называемый «потенциальный» барьер для электронов, через который они не могут пройти из одного электрода в другой. Поэтому через такой контакт электрический ток течь не может. Однако, если барьер очень тонкий, электроны как бы «просачиваются», т.е. туннелируют через него из одного электрода в другой, тем самым создавая электрический ток, и это возможно, пока толщина диэлектрического слоя остается нанометровой. Такой туннельный контакт заменяет целый ряд обычных, полупроводниковых транзисторов [6].

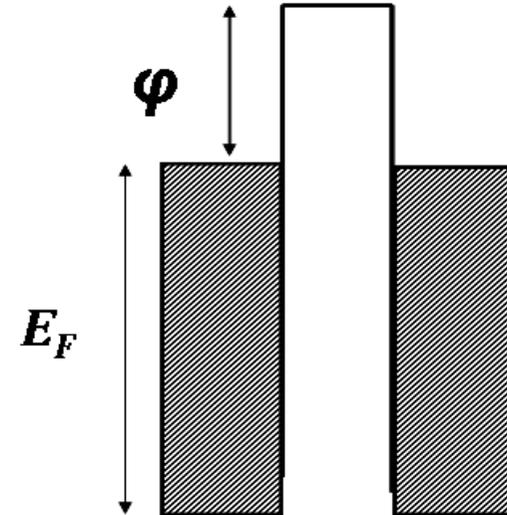


Рисунок 1 - Энергетическая диаграмма туннельного контакта с параметрами. Заштрихованные области-электроды с энергиями Ферми

Важнейшими характеристиками туннельной гетероструктуры являются вольтамперные характеристики: плотность туннельного тока и дифференциальная проводимость. Расчёт плотности туннельного тока $J(V)$ при подаче напряжения смещения на металлический электрод в рамках стандартного подхода был детально изложен авторами работы [7]:

$$J(V) = K \left\{ eV \int_0^{E_F - eV} P(E_z, V) dE_z + \int_{E_F - eV}^{E_F} (E_F - E_z) P(E_z, V) dE_z \right\},$$

где $K = 4\pi m e / h^3$, m - масса электрона, которая для простоты полагаем равной массе свободного электрона в обоих электродах и в изоляторе. Отметим, что прозрачность туннельного барьера $P(E_z, V)$ зависит лишь от двух переменных: приложенного напряжения V и компоненты кинетической энергии E_z , перпендикулярной плоскости туннельного барьера. Выражение для тока получено в предположении, что температура равна нулю, что весьма

удобно с расчетной точки зрения и вполне оправдано при решении данной задачи, поскольку нас интересуют эффекты, возникающие при больших напряжениях $V > k_B T$.

Расчёты из первых принципов зонной структуры металлических электродов, проводимые в последнее время показали, что энергии Ферми зон проводимости могут быть небольшими, сравнимыми с полуметаллическими. Например, было установлено, что энергетический спектр железного электрода может состоять из нескольких зон, с различными энергиями Ферми, наибольшая из которых имеет энергию Ферми $E_F = 2.25 \text{ эВ}$ [8]. Очевидно, что все границы зон невелики и вполне достижимы при напряжениях смещения, подаваемых на контакт в туннельных экспериментах. Возникает естественный вопрос: могут ли указанные границы находить свое отражение в характеристиках исследуемых контактов? Запишем формулу (1) в виде:

$$J(V) = K \left\{ eV \int_0^{E_{F_L} - eV} P(E_z, V) dE_z + \int_{E_{F_L} - eV}^{E_{F_L}} \Theta(E_{F_L} - E_z) P(E_z, V) dE_z \right\}, (2)$$

где $\Theta(x)$ - ступенчатая функция Хевисайда. Появление ее во втором интеграле в формуле отражает тот факт, что при напряжениях смещения, превышающих энергию Ферми левого полуметаллического электрода, все электроны соответствующей зоны проводимости уже участвуют в туннельном процессе, и дальнейший рост напряжения оставляет неизменным число частиц, способных принять участие в туннельном процессе.

В общем случае энергии Ферми правого и левого электродов не одинаковы. Поэтому при обратной полярности напряжения примем радиус поверхности Ферми исходного электрода больше соответствующей величины в конечном электроде, и, как было показано в работе [5] при

условии упругого туннелирования меняет формулу для туннельного тока на следующую:

$$J(V) = K \left\{ eV \int_{E_{\text{FL}} - eV}^{E_{\text{FR}} - eV} P(E_z, V) dE_z + \int_{E_{\text{FR}} - eV}^{E_{\text{FL}}} (E_{\text{FL}} - E_z) P(E_z, V) dE_z \right\} \quad (3)$$

Дифференцируя соотношения (2) и (3) по V , получим аналитическое выражение для расчета зависимости дифференциальной туннельной проводимости от напряжения смещения на туннельном переходе

$$\sigma(V) = K \left\{ e \int_0^{E_{\text{FL}} - eV} \left(P + V \frac{\partial P}{\partial V} \right) dE_z + \int_{(E_{\text{FL}} - eV)\Theta(E_{\text{FL}} - eV)}^{E_{\text{FL}}} (E_{\text{FL}} - E_z) \frac{\partial P}{\partial V} dE_z + (E_{\text{FL}} - E_z) P(E_z, (E_{\text{FL}} - eV)) \Theta(E_{\text{FL}} - eV) \right\}.$$

Полученное выражение при $eV < E_{\text{FL}}$ состоит из трех слагаемых, а при $eV > E_{\text{FL}}$ – из двух. Это означает, что при $eV = E_{\text{FL}}$ мы ожидаем появления в дифференциальной проводимости особенностей.

Кроме того, при выводе формулы для тока авторы работы [7] руководствовались приближением, когда входящая в соотношение прозрачность барьера $P(E_z)$ является функцией лишь E_z . В работе [9] нами была получена формула для расчета туннельного тока, которая учитывает явную зависимость вероятности туннелирования от параллельной плоскости потенциального барьера, составляющей квазиимпульса электрона в приближении Вентцеля, Крамерса, Бриллюэна (ВКБ), которая определяется выражением $P(E_z, E_{\perp})$ [10]:

$$P(E_z, E_{\perp}) = \exp \left\{ -2 \int_0^d \left[-k_z^2(E_z, E_{\perp}, z) \right]^{1/2} dz \right\}$$

где $k_z^2 = \frac{2m(E - E_C) * (E - E_V)}{\hbar^2 (E_g)} - k_{\perp}^2$; $k_{\perp}^2 = (2m/\hbar^2) E_{\perp}$ и

$$E = E_z + E_{\perp}.$$

где $E_g = E_C - E_V$ - ширина запрещенной зоны диэлектрика, d - толщина туннельного потенциального барьера.

Последние первопринципные исследования показали, что величина запрещенной зоны зависит от толщины диэлектрика [11], что необходимо учитывать при проектировании устройств для твердотельной электроники.

Заключение. В работе представлен в общих чертах вариант математического описания эффекта упругого туннелирования в наноструктуре с металлическими электродами в рамках ВКБ-приближения.

Литература

1. Пономарев, Л. И. Под знаком кванта : учебное пособие [Текст] / Л. И. Пономарев. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Физматлит, 2007. – 384 с.
2. В.Я. Демиховский квантовые ямы, нити, точки. Что это такое? // Соросовский образовательный журнал – 1997 – № 5. – С. 80.
3. Румянцев В. В. Квантовые наночастицы: синтез, свойства, применение: учебное пособие [Текст] / В. В. Румянцев, А. Г. Петренко, Ю. А. Паладян – Донецк: ДонНУ, 2022. – 90 с.
4. Superlattices and Microstructures [Текст] / V.V. Romyantsev, S.A. Fedorov, K.V. Gumennyuk, D.A. Gurov, A.V. Kavokin, 2018. – V. 120. – P. 642-649.
5. Хачатуров А. И. Качественный анализ спин-зависимого туннелирования в контактах ферромагнитный металл – изолятор – ферромагнитный металл [Текст] / А. И Хачатуров // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2005. – Т. 82, № 10. – С. 728-733.
6. Хачатурова Т. А. Отрицательная дифференциальная проводимость туннельных структур металл-диэлектрик-металл /

- Т. А. Хачатурова, А. И. Хачатуров // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2008. – Т. 134, № 5. – С. 1006-1012.
7. Floyd R. B. Tunneling conductance of clean and doped Al-I-Pb junctions [Текст] / R. B. Floyd, D. G. Walmsley // Journal of Physics C: Solid State Physics – 1978. – Vol. 11. – P. 4601–4614.
 8. Davis A. H. Spin dependent tunneling at finite bias [Текст] / A. H. Davis, J. M. MacLaren // Journal of Applied Physics. – 2000. – Vol. 87, No. 9. – P. 5224–5226.
 9. Khachaturova T.A. Volt-Ampere Characteristics of Tunnel Junctions from Ferromagnetic Materials [Текст] / Khachaturova T.A. // Advanced Materials and Technologies. – 2017. – №3. – С.47-51.
 10. [10] Gundlach K. H. Theory of metal-insulator-metal tunneling for a simple two band model [Текст] / K. H. Gundlach // Journal of Applied Physics. – 1973. – Vol. 44, No. 11. – P. 5005–5010.
 11. «Электронная структура и свойства двумерного диоксида кремния» [Текст] / Т.А. Хачатурова, В.Г. Бутько, А.А. Гусев // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики –2022 –Т.115, вып.1, С. 48-51.

В. Н. Павлыш, Т. А. Кодеругин

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ВИРУСНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

С развитием компьютерной техники и расширением использования интернет-технологий возрастает значение вопросов безопасности функционирования программных комплексов. Развитие вредоносного программного обеспечения (ПО) приводит к развитию более современных механизмов защиты. Современные средства антивирусной борьбы не всегда обеспечивают эффективное решение данной задачи [1].

Данная работа посвящена исследованию возможности применения методов машинного обучения для решения задачи обнаружения вредоносных программ PE (Portable Executable) формата для ОС Windows и построению движка машинного обучения, способного с высокой точностью детектировать вредоносный код до его исполнения, для чего выполнены следующие исследования [2].

1. Исследование существующих подходов к статическому анализу PE файлов
2. Отбор значимых для анализа атрибутов PE файлов
3. Сравнение алгоритмов машинного обучения для решения данной задачи
4. Создание движка машинного обучения, способного детектировать вредоносные программы.

Динамический анализ позволяет обойти обфускацию бинарного файла.

Так, например, вирусописатели широко используют системы упаковки, шифрование кода и данных, обфускацию функций и потока управления. Но те же методы используются и для создания приложений разработчиками, чтобы защитить интеллектуальную собственность, усложнить реверс инжиниринг. Метод выделяет несколько основных действий, таких, как удаление файла, запись в файл, общение с сетью, открытие порта на прослушивание, рассылка писем и другие. Этот профиль файла, его деятельности изучается экспертом или методами машинного обучения для вынесения вердикта о вредоносности образца.

Тем не менее, динамический анализ возможен лишь при исполнении исследуемого кода, что делает операционную систему более уязвимой, а также, некоторые вирусы могут определять запусаемое окружение, маскируя себя, и, тем самым, ведут себя по-разному в тестовом и рабочем окружении. Таким образом, требуется создавать максимально схожие окружения, что представляется еще одной проблемой, требующей решения.

Статический анализ способен дополнять динамический, предоставляя информацию об атрибутах бинарного файла. Статический метод анализирует программу до исполнения, извлекает атрибуты из бинарного файла, подсчитывает статистики и на основе этой информации выносит вердикт об угрозе исследуемого файла. Такой подход безопасен — вердикт выносится еще до исполнения файла, но плохо работает на файлах с обфускациями, запакованными секциями. Также, с увеличением размера файла, время, требуемое для анализа, увеличивается. Помимо этого, для разработки качественного статического анализатора, требуется понимать работу загрузчика бинарного файла. Разницу между документацией и действительным поведением загрузчика. Вирусы могут использовать часть полей бинарного файла для своих нужд. Например в виде хранения данных или адреса исполнения вредоносного кода.

Рассмотрим задачу создания движка машинного обучения для статического анализа PE файлов для операционной системы Windows с последующей интеграцией в программный продукт. Важно отметить, что движок машинного обучения должен обладать высокой скоростью работы. Для слабых персональных компьютеров время сканирования системного диска должно укладываться в несколько минут. Для решения данной задачи требуется:

- исследовать существующие подходы;
- выявить наиболее важные признаки для определения вредоносности файла
- в условиях ограниченных ресурсов и времени;
- сравнить современные алгоритмы машинного обучения применительно к данной задаче;
- реализовать движок в рамках программного продукта.

Данная работа отвечает на вопрос о возможности использования современных методов машинного обучения для эффективного детектирования вредоносного ПО в

реальных условиях. Реализуется движок статического анализа, имеющий практическое применение и являющийся модулем системы защиты машин конечного пользователя.

Задача состоит в создании статического движка машинного обучения для анализа PE (Portable Executable) файлов, позволяющего с высокой точностью выносить вердикт о вредоносности файла. Перед тем как решать задачу, сформулируем её более формально. А именно, обсудим требования и ограничения предъявляемые к решению, входные и выходные данные и метрики качества, по которым будет определяться наилучшее решение.

В работе ограничиваемся рассмотрением файлов для операционной системы Windows, а именно, файлов PE формата. Алгоритм действий для поиска лучшей модели для других файлов, файлов других систем будет тем же самым. Выбор сделан на основе популярности операционной системы Windows среди других систем. А все исполняемые файлы Windows имеют PE формат.

Статический анализ файла основан только на изучении структуры его файла, в нашем случае, на изучении PE структуры и извлечении полезных для детекции признаков.

Большинство статических анализаторов основываются на извлечении структур PE (Portable Executable) файла, как в древовидном виде, так и в виде совокупности полей. Используются как признаки, получаемые из машинного кода, вызовов функций, так и признаки, получаемые из рассмотрения файла в виде последовательности байт, определения статистик, энтропий, подсчет n-грам.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют, что поставленная задача успешно решается методами машинного обучения, за счёт чего достигается высокий уровень точности (96.5%), открываются возможности по детектированию ранее неизвестных вредоносных программ, защите от уязвимости нулевого дня. При реализации

движка в программный продукт важна скорость его работы на машинах конечных пользователей, что также исследовано в рамках данной работы. Созданный движок интегрирован в выпускаемый программный продукт и позволяет с высокой скоростью и хорошим качеством выносить вердикт об угрозе исследуемого файла.

Литература

1. McAfee labs threats report. – 2015. – URL: <http://www.mcafee.com/us/resources/reports/rp-quarterly-threat-q4-2014.pdf>
2. Symantec intelligent report. – 2015. – URL: https://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/other_resources/intelligence_report_05-2015.en-us.pdf

Е. Н. Павлюк, О. А. Криводубский

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ ПО ТОРГОВО-ЗАКУПОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»,
г. Донецк, luxury.1@yandex.ru, oleg.krivodubski.dn@gmail.com*

В данной работе посвященной созданию математической модели как инструментарию системы принятия тактических решений сопровождаемой продукцией строймаркетом рассматриваются различные объективные и субъективные факторы определяющие торгово-закупочную деятельность предприятия. Влияние колеблющегося спроса на продукцию в летние и зимние периоды, а также необходимость расширения рынка сбыта за счет ценообразования и пере-

хвата продукции у конкурентов. Это обуславливается востребованностью закупаемого товара и потребительского спроса, как правило для различного вида ремонтов жилого фонда.

Принятие решений в строймаркете осуществляет отдел планирования, учитывая сезонные колебания ценообразования и спроса на товар в такие сроки как квартал, полгода, год. Политика движения товара определяется исходя из реализуемой продукции за месяц в совокупности стоимостных показателей запросов жителей района и строительных организаций.

Математический аппарат для разработки моделей варьируется от статистических в виде регрессионных полиномов выражений, до динамических в виде систем дифференциальных уравнений.

Для разработки такой математической модели используется программа «пакет R» по обобщенным характеристикам.

Анализ деятельности строймаркета рассматривается в задачах закупки, хранения и реализации товаров предназначенных, как правило для различного вида ремонтов. К основному запрашиваемому ассортименту товаров строймаркета относятся следующие виды товаров: сантехника, краски, строительные смеси.

Разрабатываемая система, позволяет менеджеру строймаркета осуществлять прогноз показателей учитывающие вероятностный характер движения продукции. Это подчинено задачи балансировки расходов и доходов строймаркета. В дальнейшей разработке модели предусмотрено создание моделей учитывающих влияние конкурентов и населения, что позволит создать инструментарий, позволяющий осуществлять перспективный прогноз торгово-закупочной деятельности строймаркета учитывающий влияние доходов населения, сроков эксплуатации зданий, позиции организаций, выполняющих ремонты, особенности влияния конкурентов на период квартал и более. Такая постановка задачи позволит учитывать сезонных колебаний спроса на продукцию и социальные особенности выплат населению.

Разработка системы принятия решений предусматривает определение совокупности оптимальных решений менеджмента строймаркета на месяц (текущие), квартал (стратегические). Эффективность принятия создаваемого инструментария (на месяц) решений заключается в сокращении объема нереализованной продукции, что улучшает характер движения оборотных средств предприятия. Решение стратегического планирования (квартал, год) подчинены увеличению валового дохода строймаркета.

Вопросами «Математического моделирования торгово-закупочной деятельности» занималась С.Ю. Мирская., К.В.Туманов; «Экономико-математическое моделирование реализации продукции промышленного предприятия» А.Г. Бутрин; «Влияние качественных показателей закупаемых материалов на их конечную стоимость» Симагина С.Г., Матвеева Е.А.; «Математическое моделирование оптимизации выбора объектов закупки» Симагина С.Г.

Литература

1. Feldbaum A. A. Fundamentals of the theory of optimal automatic systems [Текст] – М., Fizmatgiz, 1963. – 552 pages.
2. Mirskaya S.Yu. survey of automated text simplification [Текст] / S.Yu. MIRSKAYA // Mathematical modeling of trade and purchasing activities TERRA ECONOMICUS 2010. – Vol. 8 No. 2 – Part 2
3. Tumanov K.V., Butrin A.G. survey of automated text simplification [Текст] / K.V. Tumanov, A.G. Butrin //Economic and mathematical modeling of the production of the industrial enterprise, Fundamental research. - 2013. - No. 10 (part 5) - P. 1117-1121
4. Simagina S.G. // Mathematical modeling of optimization of the selection of procurement objects / Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia – No. 1, Year: 2006, pages: 101-104

В. В. Румянцев

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНЫХ СТРУКТУР

*ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина»,
г. Донецк, vladimir.rumyantsev2011@yandex.ru*

Введение. Идущие в настоящее время в разных частях мира бурные процессы в социально-экономической и политической сферах ясно указывают на факт трансформации современной фазы цивилизационного развития. В отличие от двух прошлых фаз (в основании первой лежит блок сельскохозяйственных отраслей, базовым для второй фазы являлся промышленный блок) нарождающаяся современная фаза базируется на инфраструктурном блоке отраслей (финансы, энергетика, ЖКХ, коммуникации – связь, транспорт). При этом особую роль сегодня выполняют информационные технологии [1]. На базе новых, преимущественно компьютерных, технологий (и в этом ее отличие от подобных структурных переходов прошлых лет) сформировалось общемировое финансово – информационное пространство.

Информатизация становится локомотивом формирования «цифровой» экономики в стране. Развитие информационной инфраструктуры, увеличение скорости обмена информацией и плотности информационных потоков, включение в глобальную сеть телекоммуникаций, позволяющее обмениваться опытом и выполнять совместные с зарубежными партнерами проекты – базовое условие интеграции в мировое общественно-политическое и экономическое пространство.

Модернизация коммуникационных отраслей сегодня – одно из условий запуска и успешного развития разнообразных социальных и производственных процессов. В частности, телекоммуникации призваны не только удовлетворять потребность населения в средствах связи, они

является необходимым элементом, обеспечивающим управление в различных отраслях экономики. Поэтому совершенствование электронных коммуникаций, информационной инфраструктуры имеет первостепенное значение при перевооружении, как отдельных производственных комплексов, так и обновления народного хозяйства в целом, а также способствует, благодаря свободному обмену информацией, формированию здорового социального климата и дальнейшему развитию «кровеносной системы демократии».

Роль «искусственного интеллекта» в формировании социальных структур. В последнее время все чаще поднимается вопрос проектного развития общества, управляемой эволюции социально-экономической системы. Причем решение этой проблемы нередко связывают с рассмотрением вариантов тесного взаимодействия человеческого сознания с киберсистемами, вплоть до перенесения его в киберорганизмы (см., в частности, проект «Россия 2045» [2], проекты в рамках американского агентства DARPA [3]) и даже с возможным возникновением в будущем автономной цивилизации роботов [4]. И первый круг проблем, и второй – связаны с изучением особенностей интеллекта и тенденций развития интеллектуальных систем, формулированием способов их описания. Последнее требует хотя бы в общих чертах представить возможные варианты эволюции таких систем, в частности, наиболее сложного их класса – с участием (не опосредованно, а непосредственно) человека. К сожалению, последовательная и полная теория систем такого уровня к настоящему времени не создана. Тем не менее, в рамках общей теории систем существует весьма перспективное направление, рассматривающее сложные системы как иерархические многоуровневые структуры.

Существует необходимость разработки такого подхода, который бы позволил с единых позиций представить целост-

ную схему развития сложных интеллектуальных систем – социальных профессиональных структур с соответствующими техническими средствами, которые принято называть общим термином «искусственный интеллект» (ИИ), и связанных с ними форм и методов получения, хранения, анализа и трансляции информации. По большому счету, ИИ, представляет собой систему принятия решений, тесно связанную с формированием соответствующих социальных структур и иерархии интеллектуальных систем, с проблематикой, имеющей непосредственное отношение к системам управления. Таким образом, важно заметить, что в широком смысле понимания ИИ реализуется не только «в железе», но и в виде био- или социальной структуры... Причем оптимальная форма реализации – смешанная... что-то вроде распределенных вычислений [5] (и необязательно одна часть будет "знать", что делает другая часть такого "распределенного мозга").

Многоплановость» ИИ обусловлена способностью любого живого организма к «опережающему отражению» изменений внешней среды, в которой он находится, а в случае человека (благодаря наличию «второй сигнальной системы») связана с возможностью моделирования состояний внешней среды, с которой он связан мириадами связей – каналов информации, в виде символов, образов, а также с формулированием определенных правил и законов его поведения в социуме. В силу последнего общество в целом является также ИИ поскольку оно, как и понимаемый в узком смысле ИИ (компьютерный «искусственный организм») представляет собой также модельную систему. Проблема в том, что, учтенными неминуемо оказываются лишь состояния общества, «существенные» в пределах текущих модельных представлений. Выход за рамки последних порождает соответствующие социально-экономические и политические противоречия, которые затем приходится преодолевать...

Заключение. Таким образом, ИИ и в узком смысле, и в широком – это модельная система, используемая в качестве инструмента, прежде всего, в системах управления в разнообразных сферах жизнедеятельности человека и формировании соответствующих оптимальных социальных структур. Функционирование и развитие современного общества, решение текущих задач проектного развития социально-экономической инфраструктуры тесно связано с развитием компьютерных технологий (базисных компонент информационной инфраструктуры) и формированием иерархии интеллектуальных систем.

Литература

1. Румянцев В.В. К вопросу об иерархии интеллектуальных систем [Текст] / В.В. Румянцев // Проблемы искусственного интеллекта. – 2017. - 3(6). - С. 50-57.
2. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.2045.ru>
3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.darpa.mil/>
4. Мищенко А.В. Цивилизация-лишайник как альтернатива технологической сингулярности [Текст] / А.В. Мищенко // Инвест-Форсайт. 08.01.2020. – URL: <https://www.if24.ru/tsivilizatsiya-lishajnik/>
5. Penrose R. The Emperor's New Mind, with a new Preface from the Author: [Текст] / R. Penrose. — Oxford: Oxford University Press, 1999. – 602p.

*О. К. Румянцев, Н. А. Писарчук, А. В. Балдин,
Л. П. Шкуратова, Д. В. Аладин¹, Д. А. Чувииков²*

ПЕРСПЕКТИВНАЯ СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИВАРНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

¹*МГТУ им. Н.Э. Баумана, НИИ МИВАР; ovar@narod.ru*

²*МАДГТУ (МАДИ); info@mivar.org*

В настоящее время всё чаще требуется точное и быстрое распознавание человеческой речи с использованием методов искусственного интеллекта (ИИ). В области логического искусственного интеллекта активно применяется миварный подход. Общеизвестно, что миварные технологии применяются для решения широкого спектра прикладных задач например, для понимания текстов на естественном языке и оценки их сложности; управления вузовским образованием, создания активной миварной энциклопедии на основе облачных технологий; обеспечения безопасности информации; верифицированного создания баз знаний; параллельной и быстрой обработки информации; распознавания образов; распределения ресурсов производственных систем; повышения интеллектуальности и автономности за счет создания «мозгов» для групп роботов и автономных транспортных средств; мониторинга дорожного движения; трехмерного моделирования; анализа дорожных инцидентов; сравнения многомерных векторов и проч. Следовательно, целесообразно применять миварные экспертные системы (МЭС) и для решения задач распознавания речи.

Основные варианты применения систем распознавания речи. В качестве основных применений можно выделить следующие варианты использования:

— создание человеко-машинных интерфейсов с устным вводом/выводом информации; речевое управление компьютерами и другими техническими устройствами;

- организация информационно-справочной службы, позволяющей получать и выдавать различную информацию из базы данных в условиях, когда вопрос задается голосом;
- создание устройств для приема и озвучивания различных сообщений, например, писем электронной почты;
- многоязычный устный ввод/вывод речевой информации с автоматическим переводом;
- разработка устройств и компьютерных систем для помощи инвалидам;
- создание “автоматической машинистки” – машины, которая распознает произвольное речевое сообщение и записывает его в обычном текстовом виде;
- озвучивание корректур и исправление орфографических ошибок;
- помощь в обучении иностранному языку (автоматические фонетические тренажеры).

Анализ состояния распознавания речи. В настоящее время существует несколько алгоритмов распознавания человеческой речи, но основные шаги у них общие. Общая последовательность распознавания связной речи:

- Исходный сигнал
- Начальная фильтрация и усиление полезного сигнала
- Выделение отдельных слов
- Распознавание слова
- Распознавание последовательности слов
- Реакция на распознанный сигнал

Структурная система модуля распознавания изолированных слов приведена на рис. 1. Этапы распознавания:

1. Обработка речи начинается с оценки качества речевого сигнала. На этом этапе определяется уровень помех и искажений.

2. Результат оценки поступает в модуль акустической адаптации, который управляет модулем расчета параметров речи, необходимых для распознавания.

3. В сигнале выделяются участки, содержащие речь, и происходит оценка параметров речи. Происходит выделение фонетических и просодических вероятностных характеристик для синтаксического, семантического и прагматического анализа.

4. Далее параметры речи поступают в основной блок системы распознавания – декодер. Это компонент, который сопоставляет входной речевой поток с информацией, хранящейся в акустических и языковых моделях, и определяет наиболее вероятную последовательность слов, которая и является конечным результатом распознавания.

Роль миварных технологий в алгоритме распознавания изолированных слов. МЭС характеризуются своей особенностью расширять контекст на основе логических правил. По данным исследований, понимание контекста значительно улучшает точность распознавания речи. На основе вышесказанного можно сделать вывод, что МЭС позволят значительно повысить точность распознавания речи. Лучший вариант применения МЭС в системах распознавания речи – это 3 и 4 этап распознавания. Внесение логических правил естественного языка в базу знаний МЭС позволит системе «научиться» лучше и качественнее распознавать человеческую речь.

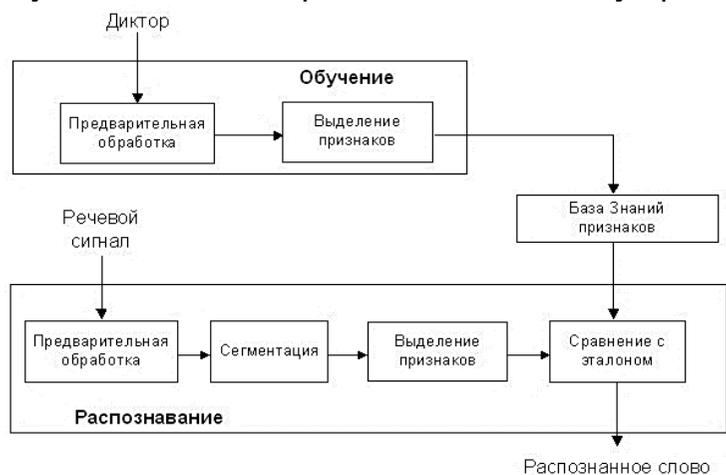


Рисунок 1 – Общая схема системы распознавания речи

Цифровые фильтры. В цифровых фильтрах используются оцифрованные аналоговые сигналы или просто хранящиеся в памяти компьютера числа, представляющие некоторые переменные. По сути, фильтр – это система или сеть, избирательно меняющая форму сигнала (амплитудно-частотную или фазово-частотную характеристику). На основе цифровых фильтров можно построить модель человеческого уха, которая в результате обработки сигнала выдаст сигнал, наиболее близкий к тому, как речь воспринимает человек. Для построения ансамбля цифровых фильтров будет использована схема одиночного фильтра, представленная на рис. 2.

Помимо того, что модель цифрового уха приблизит входной сигнал МЭС к тому, который слышит человек, она также позволит уменьшить размер передаваемого сигнала за счёт фильтрации, что повысит скорость передачи данных, а следовательно, и быстродействие системы. С учётом описанного алгоритма схема проектируемой системы распознавания речи может быть представлена в следующем виде на рис. 3.

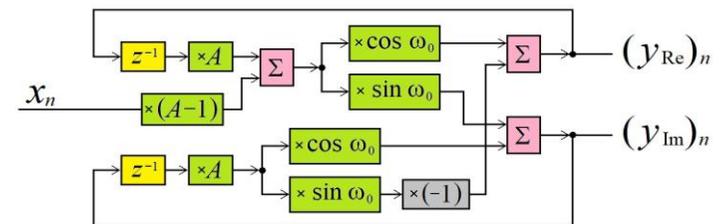


Рисунок 2 – Схема одиночного цифрового фильтра

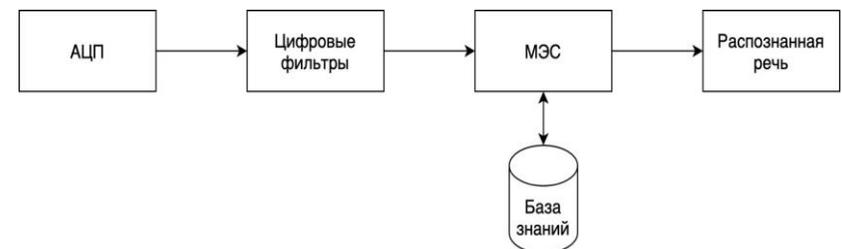


Рисунок 3 – Схема системы распознавания речи

На рис. 3 изображена перспективная схема построения системы распознавания речи с применением МЭС. Показано взаимодействие МЭС с цифровыми фильтрами, а также с базой знаний.

Вывод. Обоснована возможность применения миварных экспертных систем для улучшения качества распознавания речи. Предложена схема применения линейки цифровых фильтров и показаны преимущества её применения для распознавания человеческой речи совместно с применением миварных экспертных систем.

Литература

1. Варламов О.О. Автоматизация умственной деятельности людей через логический искусственный интеллект как фундаментальный механизм развития или гибели человечества [Текст] / О.О. Варламов // Проблемы искусственного интеллекта. – 2017. – № 3 (6). – С. 23–31.
2. Варламов О.О. Миварные базы данных и правил [Текст] / Варламов О.О. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 351 с.
3. Варламов О.О. Основы создания миварных экспертных систем [Текст] / Варламов О.О. – М.:ИНФРА-М, 2021. – 267с С. 77-81.
4. Варламов О.О. 18 примеров миварных экспертных систем [Текст] / Варламов О.О. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 630с.
5. Варламов О.О. Миварные технологии как некоторые направления искусственного интеллекта [Текст] / О.О. Варламов // Проблемы искусственного интеллекта. – 2015. – № 1 (1). – С. 23–37.
6. Результаты применения миварного подхода к пониманию смысла русских текстов [Текст] / Адамова Л.Е. и др. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2017. – №6-2. – С. 13–20.
7. Активная миварная интернет-энциклопедия и развитие миварных сетей на основе многомерных бинарных матриц для одновременной эволюционной обработки более 10 000 правил в реальном времени [Текст] / Бадалов А.Ю., Санду

- Р.А., Владимиров А.Н. и др. // Искусственный интеллект. – 2010. – № 4. – С. 549–557.
8. Варламов О.О. Переборное единично-инкрементное суммирование чисел с линейной вычислительной сложностью [Текст] / Варламов О.О. // Автоматизация и современные технологии. – 2003. – №1. – С. 34-40.
 9. Варламов О.О. О создании на основе миварных систем принятия решений "РОБО!РАЗУМ" групп автономных комбайнов и тракторов для сельского хозяйства [Текст] / Варламов О.О. // Проблемы искусственного интеллекта. – 2019. – № 2 (13). – С. 49-62.
 10. Logical artificial intelligence mivar technologies for autonomous road vehicles [Текст] / Varlamov O.O., Chuvikov D.A., Aladin D.V. et al. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – Moscow, 2019. – С. 012015.
 11. Method of creation of a two-level neural network structure for solving problems in mechanical engineering [Текст] / Volkov, A. et al. // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – 2131(3), 032003.
 12. Creating a logical intelligent plant care system in digital agriculture based on Mivar approach [Текст] / Aladin, D.V., Aladina, E.V., Chuvikov, D.A. et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – 954(1) – 012004.
 13. Logic-based artificial intelligence in systems for monitoring the enforcing traffic regulations [Текст] / Aladin D.V., et al. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – Moscow, 2019. – С. 012025..
 14. Семенов А.А. Исследование способов подбора рекламных кампаний на основе сравнения многомерных векторов [Текст] / Семенов А.А. // Проблемы искусственного интеллекта. – 2020. – № 1 (16). – С. 89-104.

А. Е. Рыбалка, В. В. Румянцев, С. А. Федоров

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЭЛЕКТРОГИРОТРОПИИ

*ГУ «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина»,
г. Донецк, vladimir.rumyantsev2011@yandex.ru*

Введение. Гиротропия часто является единственно возможным способом определения некоторых стерео- и кристаллохимических параметров хиральных систем, а также деталей строения соответствующих пространственно диспергирующих структур [1]. В настоящее время имеется большое количество сложных кристаллических комплексов, которые являются оптически активными вследствие особенностей структуры или оптической активности входящих в их состав молекул [2,3]. Особый интерес представляет проявление структурных особенностей среды и пространственной дисперсии в поляризационных измерениях спектральных характеристик, изучение возникновения или изменения оптической активности соответствующих сред под действием электрического поля (явление электрогирации).

В работе [4] разработана методика учета особенностей зависимости оптических характеристик от концентрации дефектов в одномерных (1D) неидеальных сверхрешетках. Она оказалась полезной при моделировании композитных материалов с заданными параметрами без учета пространственной дисперсии. Учет пространственной дисперсии позволил расширить круг изучаемых явлений и исследовать эффект естественной оптической активности [5]. В то же время, представляет интерес изучение электрооптической активности неидеальных фотонных кристаллов.

В качестве первого шага в направлении решения этой проблемы рассмотрим молекулярный кристалл, который обнаруживает при воздействии постоянного электрического поля свойства оптически активной среды.

Теоретическая модель. Первое (феноменологическое) описание явления электрогирации было предложено И. С. Желудевым в 1964 году [6]. К настоящему времени оно многократно проверено экспериментально (среди первых см. работу О.Г. Влоха [7]). Что касается микротeorии, за прошедшие почти 60 лет также создано несколько вариантов теории электрооптической активности ионных кристаллов, сегнетоэлектриков, жидких кристаллов (см., [8], [9]).

Рассмотрим явление электрогирации в экситонной области спектра молекулярного кристалла. Гамильтониан \hat{H} молекулярного кристалла, находящегося во внешнем электрическом поле \vec{E} имеет вид:

$$\hat{H} = \sum_{n\alpha} (\hat{H}_{n\alpha} - \vec{p}_{n\alpha} \vec{E}) + \frac{1}{2} \sum_{n\alpha, m\beta} \hat{V}_{n\alpha m\beta}, \quad (1)$$

где $\hat{H}_{n\alpha}$ – гамильтониан изолированной молекулы $n\alpha$, $\vec{p}_{n\alpha}$ – оператор дипольного момента этой молекулы, $\hat{V}_{n\alpha m\beta}$ – оператор кулоновского взаимодействия молекул $n\alpha$ и $m\beta$. В результате выполненных на основе микротeorетического подхода [10], [11], расчетов получена важная характеристика явления электрооптической активности исследуемой системы – удельный угол вращения $\rho(\vec{s}, \vec{E}, \omega)$ плоскости поляризации света:

$$\begin{aligned} \rho(\vec{s}, \vec{E}, \omega) = & \frac{2\pi\omega^2}{v_0 c^2} s^t \times \\ & \times \left\{ \frac{2\hbar}{i} \sum_{\mu} \frac{Q_{s\mu 0}^{tl}(\vec{E}) \left[\vec{s} \times \vec{P}_{0:\vec{s}\mu}(\vec{E}) \right]^t}{E_{\mu}^2(\vec{s}, \vec{E}) - \hbar^2 \omega^2} + \right. \\ & \left. + \sum_{\mu\nu} \frac{E_{\mu}(\vec{s}, \vec{E}) E_{\nu}(\vec{s}, \vec{E}) \left[\vec{P}_{0:\vec{s}\mu}(\vec{E}) \times \vec{P}_{\vec{s}\nu:0}(\vec{E}) \right] \cdot \vec{s} W_{\mu\nu}^t(\vec{s}, \vec{E})}{\left[E_{\mu}^2(\vec{s}, \vec{E}) - \hbar^2 \omega^2 \right] \left[E_{\nu}^2(\vec{s}, \vec{E}) - \hbar^2 \omega^2 \right]} \right\} \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь v_0 – объем элементарной ячейки, $\vec{s} = \vec{k} / k$, ω – частота электромагнитного поля в исследуемой среде, $E_\mu(\vec{s}, \vec{E})$ – энергия кулоновского экситона в зоне μ , $\vec{P}_{0:\vec{s}\mu}(\vec{E})$ и $W_{\mu\nu}^t(\vec{s}, \vec{E})$ – матричные элементы вычисленных на состояниях кулоновских экситонов операторов соответственно дипольного момента кристалла и производной по волновому вектору от аналитической части Фурье-образа матрицы резонансного взаимодействия, явный вид функции $Q_{s\mu 0}^{tl}(\vec{E})$ приведен в [11].

Заключение. В работе представлен в общих чертах вариант математического описания эффекта электрооптической активности молекулярного кристалла в рамках микроскопического подхода.

Литература

1. Федоров Ф.И. Теория гиротропии. [Текст] / Ф.И. Федоров. – Минск: Наука и техника, 1976. – 156 с.
2. Kizel' V.A. [Текст] / V.A. Kizel' Sov. Phys. Usp. – 1985. – V. 28. – P.1015.
3. Mohrig J. R., Hammond C. N., Schatz P. F. Techniques in Organic Chemistry / Third ed. W. H. Freeman and Company. - 2010. - P. 209–210.
4. Romyantsev V.V. Crystals: Optical Properties, Fabrication and Applications / V.V. Romyantsev, S.A. Fedorov, K.V. Gumenyuk / ed. William L. Dahl. – NY: Nova Science Publishers, Inc., 2011. – P.183-200.
5. Особенности частотной дисперсии естественной оптической активности неидеального молекулярного кристалла в экситонной области энергетического спектра [Текст] / Рыбалка А.Е., Румянцев В.В., Федоров С.А., Гуменник К.В. // Оптика и спектроскопия. - 2021. – Т. 129, №. 7– С. 871-875.
6. Желудев И.С. [Текст] / И. С. Желудев // Кристаллография. – 1964. – Т. 9, № 4. – С. 501.

7. Влох О.Г. [Текст] / О.Г. Влох // Письма в ЖЭТФ. – 1971. - Т. 13, № 3. – С.118.
8. Стасюк И.В. УФЖ [Текст] / И.В. Стасюк, С.С. Коцур. – 1982. – Т. 27, № 3. – С. 393.
9. Денисова О.А. Электрогирация в нематических жидких кристаллах [Текст] / О.А. Денисова, А.И. Чувьров. // Жидкие кристаллы и их практическое использование. – 2011. – Вып. 1(35). – С. 65-70.
10. Пашкевич Ю.Г. Микроскопическая теория электрооптической активности молекулярных кристаллов [Текст] / Ю.Г. Пашкевич, С.А. Федоров. Кристаллография. – 1991. – Т.36. – вып.6. - С. 1362-1264.
11. Рыбалка А.Е. Дисперсия оптической активности неидеальных молекулярных кристаллов [Текст] / А.Е. Рыбалка В.В. Румянцев, С.А. Федоров // Мониторинг. Наука и технологии. - 2020. – Т. 44. № 2. – С 79-86.

С. И. Уланов, В. В. Бондарчук, А. А. Никитина

**МЕТОД АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА
БАРОТЕРАПИИ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО
ОБУЧЕНИЯ В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ**

*Государственное учреждение «Институт проблем
искусственного интеллекта», г. Донецк,
ulanov56@yandex.com, vv_bondar@gmail.ru,
pastuhova.anjela@gmail.com*

Инновации в применении тандема современных технологий искусственного интеллекта и медицинских аппаратов неоспоримы и внедрены в разработке и использовании многоканальных комбинированных приборов с автоматической цифровой обработкой, документированием информации на электронных носителях.

Автоматизации процесса баротерапии подразумевает использование саморегулирующих технических средств и экономико-математических методов на основе машинного обучения, которые минимизируют участие человека и трудоемкость работы в процессах получения, преобразования,

передачи информации. Для этого потребуется дополнительное применение управляющих устройств, использующих электронную технику и методы вычислений, иногда копирующие нервные и мыслительные функции человека.

Метод разработан на основе реографии, обеспечивающих возможность расчета и просмотра параметров. Исследован цифровой сигнал, полученный автоматизированным диагностическим комплексом «КАРДИО+»; расчет и статистическая обработка поступающей от приборов информации о состоянии пациента во время сеанса баротерапии, сохранение данных параметров variability сердечного ритма (ВСР) в базе данных (БД); выбор режима баротерапии на начальном этапе лечения и корректировка параметров сеансов на последующих этапах [1-4].

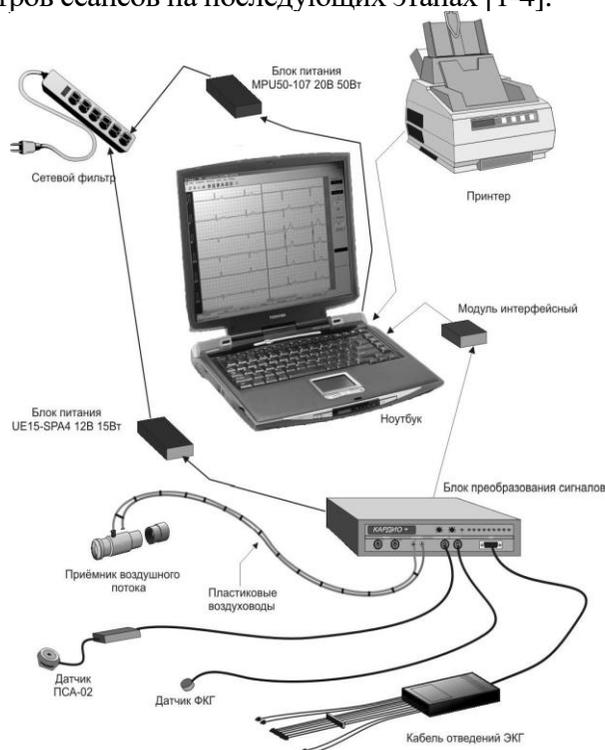


Рисунок 1 – Состав автоматизированного диагностического комплекса «КАРДИО+»

Уникальная разработка «Экспертная система поддержки принятия решений для автоматизации процесса баротерапии» (ЭСАПБ) дает полный анализ кардиоинтервалограммы, оценку показателей variability сердечного ритма частотной области и параметрический анализ регуляторной системы.

Программа для ЭВМ разработана на основе метода машинного обучения искусственного интеллекта, обеспечивает возможность проведения полного анализа кардиоинтервалограммы, оценки показателей variability сердечного ритма частотной области, параметрического анализа регуляторной системы [5].

Разработаны инструментальные средства (модель) мониторинговой информационно-аналитической системы медицинского назначения: автоматизированное рабочее место врача-эксперта – интеллектуального ассистента информационной диагностики.

На основе искусственного интеллекта формируется база знаний, система анализа, на основании которой формируется система принятия решений. Информационная модель представления данных в ЭСАПБ, особенностью которой является формализованное сочетание экзогенных и эндогенных составляющих, учитывающих модели представления знаний атрибутивной составляющей с целью унификации данных процесса барометрического обследования, позволила разработать технологию организации баз знаний ЭСАПБ.

Результаты данных о состоянии пациента с помощью математического, статистического и спектрального метода обработки информации (сплайновая кубическая интерполяция, быстрое преобразование Фурье) анализируются и подбирается последующий режим для дальнейшего применения баротерапии [6].

Метод автоматизации процесса баротерапии на основе машинного обучения в экспертных системах апробирован, внедрен в отделении интенсивной терапии гипербарической оксигенации и используется в преподавании соответствующих проблематике дисциплин ДонНМУ им. Горького;

внедрена в практику кафедры профессиональных болезней и радиационной медицины ГОО ВПО ДонНМУ им. Горького; республиканском центре профпатологии и реабилитации МЗ ДНР, что позволило повысить производительность труда, улучшить качество обследования и оптимизировать управление медицинскими исследованиями [7].

Литература

1. Ladaria Elena G. Principles for Implementing an Intelligent Decision Support System in the Barotherapy Process [Текст] / Ladaria Elena G., Bondarchuk Victoria V., Kravchenko Nataliya M. // The 5th International scientific and practical conference «Perspectives of world science and education» (January 29-31, 2020) CPN Publishing Group, Osaka, Japan. 2020. 884 p. – P. 114–116.
2. Бондарчук В. В. Методологические аспекты моделирования интеллектуальной системы поддержки принятия решений для формирования режимов гипербарической оксигенации [Текст] / В. В. Бондарчук, Е. Г. Ладария, Н. М. Кравченко // The 6th International scientific and practical conference «Dynamics of the development of world science» (February 19-21, 2020) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2020. 1324 p. – С. 391–399.
3. Bondarchuk Victoria V. Generation of the Intellectual Decision-Making Software for Forming Hyperbaric Oxidation Modes Prospects for Development [Текст] / Bondarchuk Victoria V., Ladaria Elena G., Kravchenko Nataliya M. // The 2 nd International scientific and practical conference «Eurasian scientific congress» (February 24-25, 2020) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. 2020. 525 p. – P. 137–142.
4. Бондарчук В. В. Принципы построения и реализации экспертных интеллектуальных систем процесса взаимодействия гипербарического состояния и контролируемых параметров объектов [Текст] / В. В. Бондарчук // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал. – Декабрь 12, 2020. – № 81.– С. 16–21. DOI: 10.3168/ESU.2020.1.75.8282.
5. Практические результаты создания интеллектуальной системы поддержки принятия решений для формирования режимов гипербарической оксигенации [Текст] / Бондарчук В. В., Ладария Е. Г., Кравченко Н. М., Ключанова Т. Д.; Отв. ред. к.э.н. Герман Юрьевич Гуляев // Актуальные вопросы современной науки и образования. Сборник статей V Между-

- народной научно-практической конференции – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2020. – 180 с. – С. 20–23.
6. Распознавание параметров variability сердечного ритма по кардиосигналу в процессе баротерапии [Текст] / Кравченко Н. М., Ладария Е. Г., Ключанова Т. Д., Бондарчук В. В. // Международный рецензируемый научно-теоретический журнал «Проблемы искусственного интеллекта». – 2020. – № 2 (17). – С. 28 – 35.
 7. Визуализация реокардиографии в экспертных системах баротерапии [Текст] / Бондарчук В. В., Кравченко Н. М., Ключанова Т. Д., // Материалы Донецкого международного круглого стола «Искусственный интеллект: теоретические аспекты и практическое применение «Проблемы искусственного интеллекта». – 27 мая 2021. – № 2 (17). – С. 128 – 134.

***Б. М. Чиженов, А. В. Силаев, Н. А. Казаков,
В. Б. Тимофеев, Е. Ю. Силантьева, И. Г. Булатова***

МИВАРНЫЙ ПОДХОД ЛОГИЧЕСКОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

МГТУ им. Н.Э. Баумана, НИИ МИВАР; info@mivar.org

Структурирование знаний является крайне сложной задачей. В настоящем мире публикуется множество статей по совершенно различным научным направлениям. Для оптимального поиска актуальных сведений в разных областях науки создано множество систем для классификации знаний. В РФ на текущий момент наибольшее распространение получили такие системы классификации научно-технической информации, как УДК и ГРНТИ. Они являются классическим каркасом крупнейших репозиториях информационных материалов. Но современная наука развивается, и, как следствие, появляется множество новых научных трудов, большинство из которых являются междисциплинарными.

Поэтому созрела необходимость создания нового классификатора, авторами выбран миварный подход логического искусственного интеллекта, который не накладывает дополнительных ограничений на описание сущест-

вующих знаний в данной предметной области. Элементы могут быть связаны отношениями «часть-целое», «принадлежать множеству» и т.д. А также, отношения могут быть выражены в виде формул, логических переходов, текстовых выражений, функций. При добавлении данных происходит автоматическое изменение множеств, определяющих оси пространства, а при изменении сохраняется значение новых точек в пространстве. В ходе решения сам миварный движок Разуматор генерирует уникальные алгоритмы поиска пути в зависимости от исходных данных, после чего происходит расчет необходимых выражений в режиме реального времени и вывод найденного алгоритма с отображением использованных объектов и связей между ними.

Таким образом, целесообразно применять мивары для создания нового классификатора репозитория информационных материалов (РИМ).

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) – библиографическая база данных научных публикаций российских учёных. Для получения необходимых пользователю данных о публикациях и цитируемости статей на основе базы данных РИНЦ разработан аналитический инструмент ScienceIndex. Проект РИНЦ разрабатывается с 2005 г. компанией «Научная электронная библиотека» (elibrary.ru). База данных РИНЦ выполняет функцию не только инструмента для профессиональной оценки учёных или научных организаций на основе индекса цитирования, но и авторитетного источника библиографической информации по российской научной периодике.

Задача проектирования принципиально нового классификатора РИМ является своевременной и актуальной, т.к. новый классификатор позволит экспертам отталкиваться от существующих наукометрических данных, что открывает новые горизонты для изучения устройства науки в целом.

Системы управления библиографической информацией позволяют учёным создавать и повторно использовать библиографические ссылки. После того как ссылка создана, она используется для создания библиографии, то есть списка библиографических ссылок.

Анализ и проектирование классификатора. Структура нового классификатора РИМ будет представлена в виде ориентированного многодольного графа. Конкретное количество долей этого графа будет зависеть от значений соответствующих параметров модели. Одним из необходимых требований к классификатору является его удобство при эксплуатации и практичность в применении. Глубина деревьев существующих классификаторов варьируется от трёх в ГРНТИ до неограниченного в УДК (в среднем, большинство ветвей УДК завершается на пятом уровне). С помощью гибких возможностей настройки новой модели классификатора, станет возможным без дополнительных расходов чётко определять самые узкоспециализированные разделы науки, а с другой – быстро и просто пользоваться данным классификатором. Доли получившегося графа будут соответствовать степени точности описания сферы научной деятельности. Узлами будут являться концепты, представленные в виде набора ключевых слов, смежных по тематике.

Индекс Хирша. Индекс Хирша является количественной характеристикой продуктивности учёного, группы учёных, научной организации или страны в целом, основанной на количестве публикаций и количестве цитирований этих публикаций. Индекс вычисляется на основе распределения цитирований работ данного исследователя. Согласно Хиршу: учёный имеет индекс h , если h из его N_p статей цитируются как минимум h раз каждая, в то время как оставшиеся $(N_p - h)$ статей цитируются не более чем h раз каждая. Например, если индекс Хирша равен 20, то у автора есть по крайней мере двадцать статей, последняя из которых цитировалась не менее 20 раз.

Многодольный граф. k -дольный граф – граф, множество вершин которого можно разбить на k независимых множеств (доль). Эквивалентно, это граф, который можно раскрасить с помощью k цветов так, что концы любого выбранного ребра будут окрашены в разные цвета. При $k = 2$

k -дольный граф называется двудольным. Распознавание двудольных графов может быть выполнено за полиномиальное время, но для любого $k > 2$ задача определения, является ли данный неокрашенный граф k -дольным, становится NP-полной. Полный k -дольный граф – это k -дольный граф, такой, что любые две вершины, входящие в разные доли, смежны.

Миварный подход и предлагаемый классификатор с описанием алгоритма. Предлагается создать новый классификатор РИМ путем анализа формализованных ключевых слов статей и журналов, отсортированных по аналогии с индексом Хирша, объединения выбранных ключевых слов в узлы графа, распределения узлов графа по долям и построения многодольного графа в миварном информационном пространстве с последующей его быстрой обработкой Разуматором.

Для реализации конкретного классификатора необходимо выбрать репозиторий информационных материалов, который содержит в себе достаточное количество журналов и статей с указанными к ним ключевыми словами. Сначала ключевые слова необходимо привести к формализованному виду с помощью стороннего программного обеспечения. Затем для каждого журнала необходимо объединить список ключевых слов содержащихся в нём статей в единый массив. После этого следует сложить повторяющиеся ключевые слова и отсортировать их по убыванию количества повторений. Далее, по аналогии с h -индексом, оставить только самые часто используемые ключевые слова каждого журнала. Журналы, представленные в виде списка формализованных ключевых слов, будут являться прообразом узлов строящегося графа. Далее следует объединить между собой журналы, заданный процент ключевых слов которых совпадает, до получения необходимого количества узлов графа. Затем распределить узлы графа по долям от корневой до низшей таким образом, что количество узлов

графа пропорционально увеличивается по мере спуска по долям, и при этом разница в количестве ключевых слов между наибольшим узлом дочерней доли и наименьшим узлом родительской была максимально высока. После распределения узлов графа по долям остаётся создать ребра между узлами долей графа в случае совпадения определенного процента ключевых слов между узлами.

Вывод. Проведен анализ особенностей и проблем классификации информационных материалов и предложено создать новый классификатор репозитория информационных материалов путем анализа формализованных ключевых слов статей и журналов, отсортированных по аналогии с индексом Хирша, объединения выбранных ключевых слов в узлы графа, распределения узлов графа по долям и построения многодольного графа в миварном информационном пространстве с последующей его быстрой обработкой Разуматором на миварных сетях, как системой, способной оперативно в режиме реального времени найти решение и произвести расчет.

Литература

1. Варламов О.О. Автоматизация умственной деятельности людей через логический искусственный интеллект как фундаментальный механизм развития или гибели человечества [Текст] / Варламов О.О. // Проблемы искусственного интеллекта. – 2017. – № 3 (6). – С. 23-31.
2. Варламов О.О. Миварные базы данных и правил [Текст] / Варламов О.О. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 351 с.
3. Варламов О.О. Основы создания миварных экспертных систем [Текст] / Варламов О.О. – М.: ИНФРА-М, 2021. – 267 с.
4. Варламов О.О. Миварные технологии как некоторые направления искусственного интеллекта [Текст] / Варламов О.О. // Проблемы искусственного интеллекта. – 2015. – № 1 (1). – С. 23-37.
5. Варламов О.О. О создании на основе миварных систем принятия решений "РОБО!РАЗУМ" групп автономных комбайнов и тракторов для сельского хозяйства [Текст] / Варламов О.О. // Проблемы искусственного интеллекта. 2019. – № 2 (13). – С. 49-62.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Агаркова Ю. С., 87
Аладин Д. В., 186
Анцыферов С. С., 7

Б

Балдин А. В., 186
Белинская М. А., 36
Бельков Д. В., 10
Бливно М. В., 92
Большакова С. А., 152, 158
Бондаренко Е. С., 96
Бондарчук В. В., 16, 195
Булатова И. Г., 199
Бутов О. А., 102
Бутько В. Г., 168

В

Варламов О. О., 164
Волков А. В., 48

Г

Гаркуша Д. А., 28
Григорьев А. В., 96
Гусев А. А., 168

Д

Джафаров Э. И., 113
Дикарев В. А., 87
Довгань А. Ю., 121
Дорохина Г. В., 28

Е

Едемская Е. Н., 10

З

Зуев В. М., 92

И

Иванова С. Б., 16, 92
Ивашко К. С., 60
Изосимова С. А., 60
Ищенко Ю. В., 44

К

Казаков Н. А., 199
Карповский А. Ю., 121
Кикина А. Ю., 87
Клюшанова Т. Д., 76
Кодеругин Т. А., 175
Кравченко Н. М., 16
Криводубский О. А., 179
Крючков Б. И., 127, 140
Куликов И. Н., 127

Л

Левин В. И., 54
Лёдова А. В., 168

М

Меньшикова Е. П., 23

Н

Наумов М. А., 121
Нижникова О. Л., 28
Никитина А. А., 195
Никитов Э. В., 87
Ниценко А. В., 152, 158

П

Павлыш В. Н., 175
Павлюк Е. Н., 179
Пигуз В. Н., 60, 133
Писарчук Н. А., 186

Р

Румянцев В. В., 182, 192
Румянцев О. К., 186
Рыбалка А. Е., 192

С

Сальников И. С., 72, 76
Сальников Р. И., 76
Семёнова А. П., 36
Сигов С. А., 7
Силаев А. В., 199
Силантьева Е. Ю., 199
Симбаев А. Н., 87
Степанчук Н. Н., 81
Сычѐв Е. В., 44

Т

Тимофеев В. Б., 199

У

Уланов С. И., 195

Ф

Фазилова К. Н., 7
Федоров С. А., 192
Фролов В. В., 133

Х

Харланов А. С., 140
Хачатурова Т. А., 168

Ч

Чеботарев Ю. С., 87
Чиженков Б. М., 199
Чувиков Д. А., 186

Ш

Шелепов В. Ю., 152, 158
Шкуратова Л. П., 186

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ГОСУДАРСТВЕННОМ УПРАВЛЕНИИ, ЭКОНОМИКЕ, НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ, КУЛЬТУРЕ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ

Анцыферов С. С., Сигов С. А., Фазилова К. Н. Методология развития интеллектуальных систем.....	7
Едемская Е. Н., Бельков Д. В. Анализ модели нейрона Киалво.....	10
Кравченко Н. М., Иванова С. Б., Бондарчук В. В. Управление информационно-аналитическим процессом на базе интеллектуальной системы.....	16
Меньшикова Е. П. Применение искусственного интеллекта в градостроительном проектировании	23
Нижникова О. Л., Гаркуша Д. А., Дорохина Г. В. Система тестирования на основе мягких моделей	28
Семёнова А. П., Белинская М. А. Анализ методов распознавания эмоций	36
Сычёв Е. В., Ищенко Ю. В. Роль информационно-коммуникационных технологий в становлении цифровой экономики	44

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА. ДИАГНОСТИКА И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЛОСОФСКО- МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ИИ

Волков А. В. Практический подход к решению задачи моделирования нервной системы круглого червя <i>Caenorhabditis Elegans</i>	48
--	----

Левин В. И.	
Трахтенброт Б.А. и развитие теорий алгоритмов, автоматов и искусственного интеллекта	54
Изосимова С. А., Пигуз В. Н., Ивашко К. С.	
Анализ возможностей интеллектуально-духовных средств при использовании их для саморегуляции психоэмоциональных состояний личности.....	60
Сальников И. С.	
Запатентованные способы и средства регуляции психоэмоциональных состояний человека как личности.....	72
Сальников И. С., Сальников Р. И., Ключанова Т. Д.	
Программный продукт для компьютерного вычисления нумерологических характеристик личности.....	76
Степанчук Н. Н.	
Индексация: методология текстового анализа Кеннета Бёрка ..	81
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕХАТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ КОМПОНЕНТЫ. ПРИКЛАДНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	
Агаркова Ю. С., Дикарев В. А., Кикина А. Ю., Никитов Э. В., Симбаев А. Н., Чеботарев Ю. С.	
Об интеллектуальных интегрированных технологиях виртуальной, дополненной реальности и манипуляции для пилотируемых космических полетов.....	87
Близна М. В., Зув В. М., Иванова С. Б.	
Распознавание изображений по коэффициентам дискретного косинусного преобразования	92
Бондаренко Е. С., Григорьев А. В.	
Механизм логического вывода как основа создания шаблонов проектирования	96
Бутов О. А.	
Обзор автоматизированных средств проектирования и имитационного моделирования	102
Джафаров Э. И.	
Противозатратный механизм с алгоритмами машинного обучения.....	113

Довгань А. Ю., Карповский А. Ю., Наумов М. А. Обоснование выбора модели нейронной сети для раннего обнаружения лесных пожаров	121
Куликов И. Н., Крючков Б. И. Интеллектуальная поддержка космических лазерных сканирующих систем.....	127
Фролов В. В., Пигуз В. Н. Интеллектуальные системы видеонаблюдения со встроенной видеоаналитикой для решения задач охранной сигнализации	133
Харланов А. С., Крючков Б. И. Применение системы искусственного интеллекта и технологий индустрии 4.0. в космической отрасли	140
СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ И СИНТЕЗА РЕЧИ, АНАЛИЗА ТЕКСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	
Большакова С. А., Ниценко А. В., Шелепов В. Ю. К вопросу о снятии омонимии в некоторых группах омонимов, включающих предикатив.....	152
Ниценко А. В., Шелепов В. Ю., Большакова С. А. О снятии омонимии предикатив-наречие-краткое прилагательное в случае единственного кандидата на предикатив	158
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, ОПТИМИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ, ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ	
Варламов О. О. Актуальность развития миварных технологий искусственного интеллекта в 2022 г	164
Лёдова А. В., Хачатурова Т. А., Бутько В. Г., Гусев А. А. Математическое моделирование туннельного эффекта	168
Павлыш В. Н., Кодеругин Т. А. Совершенствование методов диагностики вирусных компьютерных программ	175

Павлюк Е. Н., Криводубский О. А.	
Разработка инструментария системы принятия решений по реализации продукции по торгово-закупочной деятельности...	179
Румянцев В. В.	
Роль информационных технологий в формировании социальных структур	182
Румянцев О. К., Писарчук Н. А., Балдин А. В., Шкуратова Л. П., Аладин Д. В., Чувииков Д. А.	
Перспективная схема построения системы распознавания речи с применением миварной экспертной системы.....	186
Рыбалка А. Е., Румянцев В. В., Федоров С. А.	
Математическое моделирование эффекта электрогиротропии	192
Уланов С. И., Бондарчук В. В., Никитина А. А.	
Метод автоматизации процесса баротерапии на основе машинного обучения в экспертных системах	195
Чиженков Б. М., Силаев А. В., Казаков Н. А., Тимофеев В. Б., Силантьева Е. Ю., Булатова И. Г.	
Миварный подход логического искусственного интеллекта ...	199

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 ГП «Почта Донбасса» 28037

Главный редактор
д.ф.-м.н., профессор В. Ю. Шелепов
ГУ ИПИИ»:

83048, г. Донецк, ул. Артема, 118 Б, тел. +38 (062) 311-72-01,
Viber, WhatsApp +38 050-279-06-77

maxpvn77@gmail.com; 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.**

Корректор **Изосимова С.А.**

Компьютерная верстка **Ивашко К.С.**

Дизайн обложки **Большакова С.А.**

Подписано в печать 28.07.2021. Формат 60×84/16. Уч.-изд. лист. 9,4. Тираж 100 экз.

Зак. № 18/21 от 27.05.2021. 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*

