Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Брянский государственный технический университет

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭРГОДИЗАЙНЕ И КОГНИТИВНЫХ НАУКАХ

Сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием (Брянск, 10–11 июня 2025 г.)

Под общей редакцией А. В. Киричека,
В. В. Спасенникова

Текстовое электронное издание

Брянск
БГТУ
2025

© Брянский государственный технический университет, 2025
ISBN 978-5-907958-16-6

УДК 004 +658.512.23+33+1
ББК 32+30,17+87+88
И73

Утверждено редакционно-издательским советом БГТУ

И73 **Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках :** сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием (Брянск, 10-11 июня 2025 г.) [Электронный ресурс] / под общей редакцией А. В. Киричека, В. В. Спасенникова. – Брянск : БГТУ, 2025. – 305 с. – Режим доступа: https://www.tu-bryansk.ru/mainpage/nauka/konferentsii/sborniki-trudov-konferentsiy-provodimykh-bgtu, свободный. – Загл. с экрана.

Сборник подготовлен по материалам всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием «Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках», прошедшей 10–11 июня 2025 г. на базе ФГБОУ ВО «БГТУ» в г. Брянске. Статьи, включенные в сборник, отражают результаты научных исследований педагогических работников учреждений высшего профессионального образования, раскрывают опыт решения практических и теоретических задач и проблем автоматизации и моделирования в проектировании и управлении в различных сферах деятельности авторов.

Для научно-педагогических работников, аспирантов и других лиц, изучающих современные проблемы автоматизации и моделирования.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования

- Браузеры: Google Chrome, Microsoft Edge, Mozilla Firefox, Opera
- Скорость подключения к информационно-телекоммуникационным сетям 1 Мбит/с
- Дополнительные настройки для чтения PDF в браузере: Google Chrome (требуется), Microsoft Edge (требуется), Mozilla Firefox (требуется), Opera (требуется)

Материалы публикуются с сохранением авторской орфографии и пунктуации

УДК 681.5
ББК 30.2-5-05

ISBN 978-5-907958-16-6

© Брянский государственный технический университет, 2025

Научное издание

«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭРГОДИЗАЙНЕ И КОГНИТИВНЫХ НАУКАХ»

Сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием (Брянск, 10–11 июня 2025 г.)

Под общей редакцией А. В. Киричека, В. В. Спасенникова

Текстовое электронное издание

Сборник разработан с помощью программного обеспечения Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

Подписано к использованию 24.12.2025
Объем издания – 19,01 Мб
Гарнитура Times

Брянский государственный технический университет. 241035, Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7.
Тел.: 58-82-49

Содержание

Предисловие 7

Арутюнов В.В. Этические проблемы внедрения ИИ-систем: результативность и востребованность итогов работ российских исследователей 9

Кузьменко А.А. Эргодизайн техносферы: стремление к эргономичности и отклонение от него в условиях социотехноприродного развития 16

Киричек А.В., Кузьменко А.А., Спасенников В.В., Андросов К.Ю., Музалевский Е.С. Анализ пористости поверхности материалов с применением методов компьютерного зрения и машинного обучения 22

Багаева П.Д., Акалайнен В.И., Янчус В.Э. Использование коммуникативных функций в нейромаркетинге 36

Бешагина В.Д., Саутина А.С. Квантовые компьютеры и угроза классической криптографии: как квантовые алгоритмы могут взломать современные криптографические методы 42

Бисерова П.В., Ризванов Т.Т. Сравнение существующих квантовых процессоров: IBM, GOOGLE, D-WAVE 48

Боревич Е.В., Янчус В.Э. Свойства видеокадра и графического интерфейса: механизмы взаимодействия 54

Борщенко В.В. Персонализированные интерфейсы будущего: применение адаптивных механизмов искусственного интеллекта в эргатических системах 61

Воронцова Ю.А., Антоненков В.О., Рыскин М.Б. Этические проблемы внедрения ИИ-систем 69

Воронцова Ю.А., Ткачев Н.С., Рыскин М.Б. Искусственный интеллект в пользовательских интерфейсах 75

Гладышева Д.А., Житник А.Д. Графические решения пользовательского интерфейса образовательного ресурса 80

Гофман О.О., Кузьмин А.Ю. Психологические аспекты взаимодействия пользователя и интеллектуальных систем поддержки принятия решений 88

Грешников И.И., Куравский Л.С., Давыдов Д.А., Глухова Э.Д., Махортов И.А. Моделирование пилота в задачах разработки и оценки кабин перспективных гражданских самолетов 93

Досин А.И. Твердотельное 3D-моделирование как инструмент когнитивно-ориентированного Web-дизайна 99

Зоркина А.А., Лесик В.Е. Квантовые алгоритмы в оптимизации интеллектуальных производственных систем 104

Иванова К.А. Алгоритм оптимальной функции блокировки ложного восприятия неструктурированных данных критически важной информации в

человеко-машинных системах 110

Казанцев И.С., Ягафаров Р.Д. Квантовая экономика: как квантовые вычисления могут изменить финансовые рынки 114

Казанцев И.С., Мельников В.А., Першина А.А. Перспективы развития квантовых вычислений 122

Киселевский О.С. Взаимодействие искусственного и естественного интеллекта в управлении производством знания 131

Кулдыкова В.В., Радченко К.В. Задача классификации пользовательских предпочтений в разработке цветовых схем сайтов 145

Левонович Н.И. Голосовое управление индикацией в кабине самолета 153

Мазай А.Н., Варивончик С.П. Эргономические аспекты разработки электронного учебника по веб-графике 157

Меденников В.И. Онтологическое моделирование – одно из необходимых условий развития искусственного интеллекта 164

Прокопенко М.О., Янчус В.Э. Исследование восприятия визуальных элементов рекламных баннеров в цифровом пространстве. 171

Прохорова М.В., Ангелова О.Ю., Подольская Т.О. Форсайт-сессия студентов психологических направлений подготовки: потенциал применения ИИ при проектировании рабочих мест 178

Резюк В.И. ИИ-моделирование: виктимологический аспект 184

Резюк В.И. iStock — искусственно-интеллектуальное генерирование: проблемы тенденциозности и абсурда в вопросах антикоррупционной тематики 188

Руденков М.А., Хоффман Г. Квантовый интернет: концепция, принципы работы 194

Сергеев С.Ф., Жараускас Д.А. Эргономика цифровых рабочих пространств: ключевые аспекты 200

Застенская М.И., Сергеев С.Ф. Искусственный интеллект в задачах оптического распознавания рукописного текста в эргатических системах .. 208

Сергеев С.Ф., Кирпичева А.И. Эмпатия в дизайне пользовательских интерфейсов систем 216

Костыгов Н.Д., Сергеев С.Ф. Языковые корпуса как слабоформализованные когнитивные системы 223

Сергеев С.Ф., Рыженкова Е.И. Эргодизайн пользовательских интерфейсов больших языковых генеративных моделей 231

Сергеев Ф.В. Семантическое представление кодовой базы для работы с большими языковыми моделями 240

Слепухин Р.С., Копелиович Д.И. Применение интеллектуальных технологий в

адаптивной оптимизации мощности GPU для майнинга 244

Сохин И.Г. Метод адаптивного моделирования компетенций внешних пилотов беспилотных авиационных систем 248

Сохин И.Г. Статистическое моделирование продуктивных состояний компетентности операторов интеллектуальных мобильных роботов 255

Сочнева М.А., Глухова Э.Д., Попов Ю.С, Шалов С.Ю., Яцков С.В. Перспективный человеко-машинный интерфейс для обеспечения функции движения гражданского воздушного судна в зоне аэродрома 263

Тетерина А.С., Коновалов И.М. Синтез музыкального и проектно-художественного творчества на примере проектов, использующих технологии дополненной реальности 269

Туровский Я.А., Токарев Р.А., Тищенко В.А. Индивидуально-психологические особенности операторов при управлении БПЛА квадрокоптерного типа миографическим интерфейсом 274

Тюкаева Г.А. Искусственный интеллект в эргодизайнерском проектировании образа жизни человека 280

Феофанов А.Н., Веселов Э.Э., Колошкина И.Е. Интерфейс структуризации данных о детали в графовом представлении как основа когнитивной поддержки технолога 289

Харитон Е.О. Модель приложения для поддержки принятия решений в управлении социальными производственными группами 297

Заключение 304

ПРЕДИСЛОВИЕ

Всероссийская научно-практическая онлайн-конференция с международным участием «Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках», состоявшаяся 10–11 июня 2025 года в Брянском государственном техническом университете, стала важной площадкой для обсуждения актуальных вопросов на стыке искусственного интеллекта, эргономики, дизайна и когнитивных исследований. Мероприятие объединило ведущих специалистов из России, стран СНГ и членов научных сообществ, работающих в области человеко-машинного взаимодействия, проектирования интерфейсов и цифровой трансформации.

На конференции были представлены доклады, посвящённые широкому спектру тем — от этических аспектов внедрения ИИ и применения квантовых вычислений до разработки адаптивных интерфейсов, методов нейромаркетинга и эргономики авиационных систем. Особое внимание уделялось вопросам персонализации интерфейсов, повышения эффективности взаимодействия человека с техникой, а также обеспечения безопасности и удобства в условиях роста сложности цифровых сред.

По результатам анализа материалов конференции можно выделить следующие ключевые тенденции:

- **Интеграция искусственного интеллекта в эргатические системы** открывает новые возможности для создания адаптивных, интеллектуальных и многомодальных интерфейсов, способных учитывать индивидуальные особенности пользователей и динамически подстраиваться под их потребности.
- **Развитие квантовых технологий** ставит перед исследователями задачи не только в области повышения производительности вычислений, но и в сфере обеспечения информационной безопасности и криптографической устойчивости.
- **Эргодизайн и когнитивные науки** становятся основой для проектирования комфортной и безопасной среды взаимодействия человека с технологиями, что особенно важно в условиях цифровизации образования, промышленности и повседневной жизни.
- **Этические и социальные аспекты внедрения ИИ** требуют разработки прозрачных и справедливых алгоритмов, защиты персональных данных, а также сохранения роли человека в принятии ответственных решений.
- **Визуальные и коммуникативные технологии**, включая нейромаркетинг и исследования восприятия, активно используются для повышения эффективности взаимодействия с пользователем и улучшения пользовательского опыта.

Несмотря на растущий уровень автоматизации, роль человека как ключевого звена в системах управления остаётся незаменимой. Эргономическое и когнитивно-ориентированное проектирование становится необходимым условием для создания технологий, которые не только эффективны, но и безопасны, доступны и ориентированы на человека.

Настоящий сборник включает лучшие тезисы и статьи участников конференции, отражающие современное состояние и перспективы развития интеллектуальных технологий в эргодизайне и когнитивных науках. Мы надеемся, что представленные материалы будут полезны исследователям, разработчикам, дизайнерам и всем, кто интересуется будущим человеко-машинного взаимодействия.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5:004.8+004.56

ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ИИ-СИСТЕМ: РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ И ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ИТОГОВ РАБОТ РОССИЙСКИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

Валерий Вагаршакович Арутюнов
Российский государственный гуманитарный университет, Москва, Россия
warut698@yandex.ru, http://orcid.org/0009-0005-6772-1034

Аннотация. Рассматриваются с учётом наукометрических показателей (публикационной активности, цитируемости и др.) итоги анализа результатов работ российских исследователей в 2020-2024 гг. в сфере этических проблем внедрения ИИ-систем. Выявлена динамика изменения этих показателей, в том числе значительный рост публикационной активности, организации-флагманы в создании востребованных результатов работ в анализируемой предметной области, а также изменение в этой сфере индекса развития результативности работы российских учёных за последнее десятилетие.

Ключевые слова: искусственный интеллект, этические проблемы, внедрение ИИ-систем, публикационная активность, цитируемость.

Для цитирования: Арутюнов В.В. Этические проблемы внедрения ИИ-систем: результативность и востребованность итогов работ российских исследователей // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 9-15.

В наши дни области применения систем искусственного интеллекта (ИИ) достаточно разнообразны и охватывают не только известные технологии в медицине, военном деле, криминалистике, образовании и в других сферах, но и появляющиеся новые направления, которые достаточно далеки от массового применения: условно говоря, ИИ используется достаточно широко - от космических станций до пылесосов. Так, например, в 2024 г. ИИ помог в Великобритании раскрыть тайну произведения Рафаэля «Мадонна с розой». Было обнаружено, что лицо святого Иосифа в левом верхнем углу картины написано не самим живописцем.

Анализ открытых публикаций в области систем искусственного интеллекта (ИИ-систем) за последние 10 лет показал, что основными сферами их применения в экономике и науке являются следующие (в алфавитном порядке):

- анализ поведения граждан;
- военное дело и оборона;
- жилищно-коммунальное хозяйство;

© Арутюнов В.В., 2025

- здравоохранение;
- криминалистика;
- образование;
- спорт;
- судебная система.

Рейтинг мировых компаний по количеству научных публикаций в области ИИ в 2010-2023 гг. возглавила корпорация Microsoft. Вместе с тем первое место по интенсивности цитирования таких работ удерживает Google.

В 2024 г. Министерство внутренней безопасности США представило дорожную карту безопасного применения технологий ИИ. Представленные в документе мероприятия по мнению авторов должны ускорить внедрение ИИ-систем, способных обеспечить высокий уровень национальной безопасности, а также соблюдение гражданских прав и свобод в США.

В России число публикаций в области ИИ в 2020 г. выросло в 2,6 раза до 4,8 тыс., а госрасходы на исследования и разработки в 2022 г. в области ИИ за год выросли до нового рекорда - 3 млрд руб.

Широкому внедрению ИИ в России препятствуют некоторые факторы, при этом ключевым препятствием на пути широкого использования ИИ-систем можно считать высокую неоднородность данных информационных систем. Среди других барьеров, которые могут сдерживать широкое применение ИИ во многих российских компаниях, выделяются отсутствие необходимой ИТ-инфраструктуры, недостаток полной информации о широком спектре возможностей ИИ и отсутствие стратегии развития в области ИИ.

Развитие ИИ-систем в мире и в России приводит к необходимости учёта различных этических проблем. В этой области в России опубликовано достаточно большое число результатов проблем при внедрении систем ИИ, в том числе социальных исследований (см., например, [1-4]). Они затрагивают, кроме правовых проблем ИИ, различные этические аспекты внедрения систем ИИ в здравоохранении, судебной системе, образовании и жилищно-коммунальной сфере (в том числе в первую очередь при внедрении технологии "Умный дом"), а также современные тенденции развития ИИ, влияние проблемы персональных данных на этику ИИ.

В наши дни в связи с развитием научно-технического прогресса во многих сферах экономики и науки определение результативности и востребованности итогов работ российских исследователей в области этических проблем внедрения ИИ-систем представляет несомненный интерес.

В России реализацию такой возможности предоставляют базы данных (БД) РИНЦ (Российского индекса научного цитирования), на основе которых определяются показатели итогов исследований (публикационная активность I_p, свидетельствующую о результативности работ, цитируемость I_c и ряд др.).

На основе БД РИНЦ возможно определение уровня научной активности организаций - флагманов в различных отраслях наук, а также наиболее востребованные итоги исследований I_v, определяемые соотношением I_c / I_p (см. итоги этих исследований в области физики, математики, геологии, информационных

технологий, биотехнологии, информационной безопасности и по ряду других направлений исследований, например, в [5-7]).

Ниже приводятся итоги, отражающие динамику изменения в 2020-2024 гг. вышеуказанных показателей в области этических проблем при внедрении ИИ-систем.

На рис. 1. представлены динамика изменения показателей I_p и I_c (в процентах от общего числа публикаций или цитирований соответственно в 2020−2024 гг.) российских исследователей в анализируемой области знаний.

Из рис. 1 видно, что к концу периода отмечался рост числа публикаций; при этом максимум I_p в 2024 г. почти в 8 раз превысил значение I_p в 2020г. Это свидетельствует о возрастающем интересе в 2020-2024 гг. к исследованиям в области этических проблем внедрения ИИ-систем. В то же время значение I_c в 2024 г. по сравнению с максимумом 2020 г. уменьшилось почти втрое.

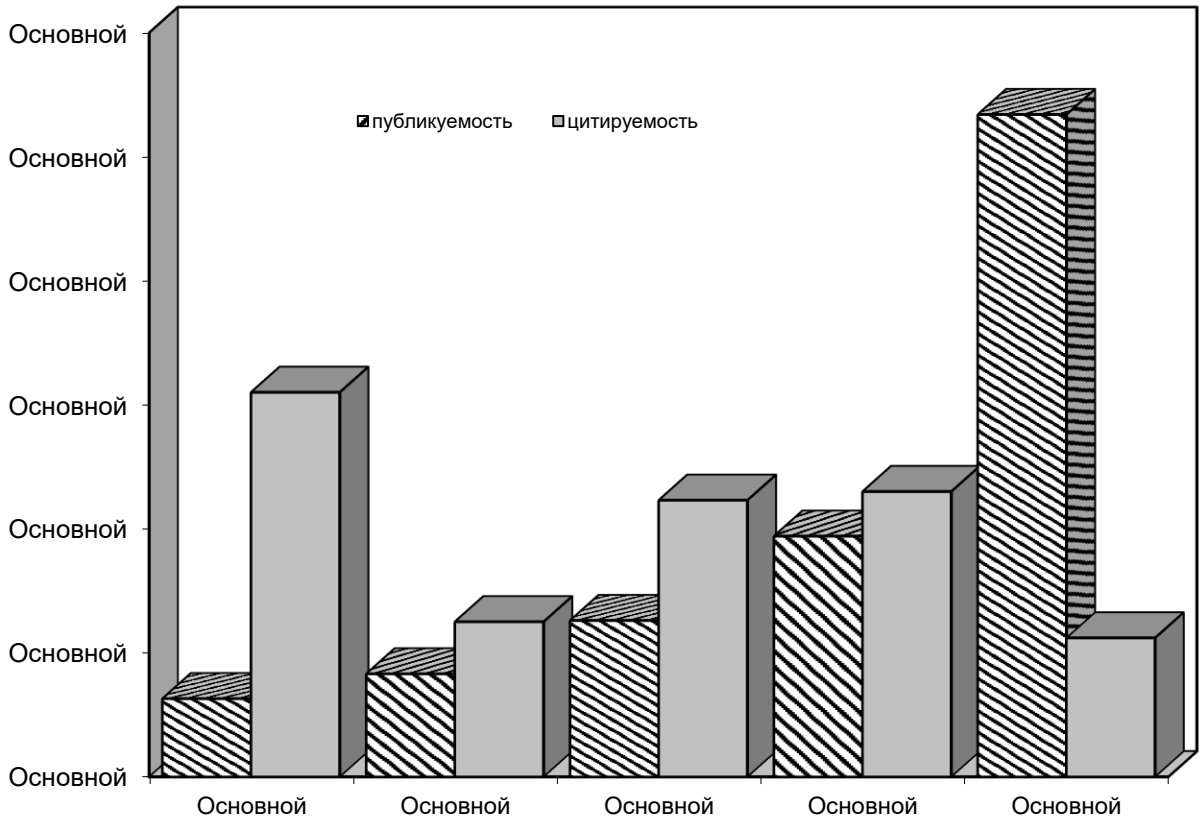


Рис. 1. Динамика публикационной активности и цитируемости российских исследователей в области этических проблем внедрения ИИ-систем

На рис. 2 приводится динамика изменения значения I_v в 2020-2024 гг.

Из рисунка следует, что максимум I_v наблюдался в начале исследуемого периода, когда отмечался минимум публикаций в области этических проблем внедрения ИИ-систем; в последующие годы значение этого показателя уменьшалось, достигнув минимума в 2024 г.

В качестве показателя, определяющего интенсивность развития научной деятельности в анализируемой области исследований использовался индекс развития результативности исследовательской работы $I_d = I_{2p} / I_{1p}$, где I_{2p} и I_{1p} – суммарное количество публикаций за последние пять лет (I_{2p}) и в предшествующее пятилетие [8], т.е. за 2020-2024 гг. и 2015-2019 гг. Выявленное значение I_d оказалось равным 10 (рис. 3), что свидетельствует о значительном росте результативности деятельности российских исследователей в анализируемой предметной области за последние пять лет.

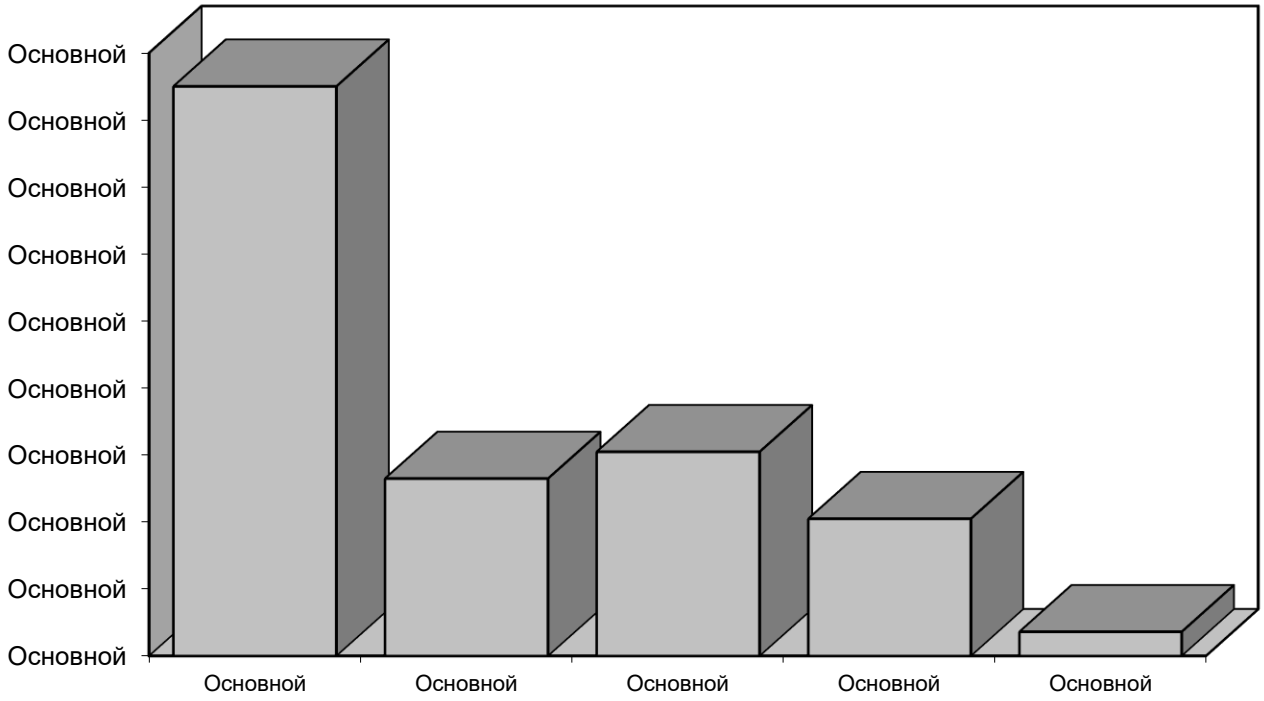


Рис. 2. Показатели востребованности I_v в 2020-2024 гг. для работ российских исследователей в области этических проблем внедрения ИИ-систем

На рис. 3 отражены итоги анализа изменения индекса развития результативности работы российских учёных I_d в 2020-2024 гг. для ряда областей знаний - как широко известных, так и привлекших внимание исследователей в последние 10 лет (наряду с этическими проблемами внедрения ИИ-систем).

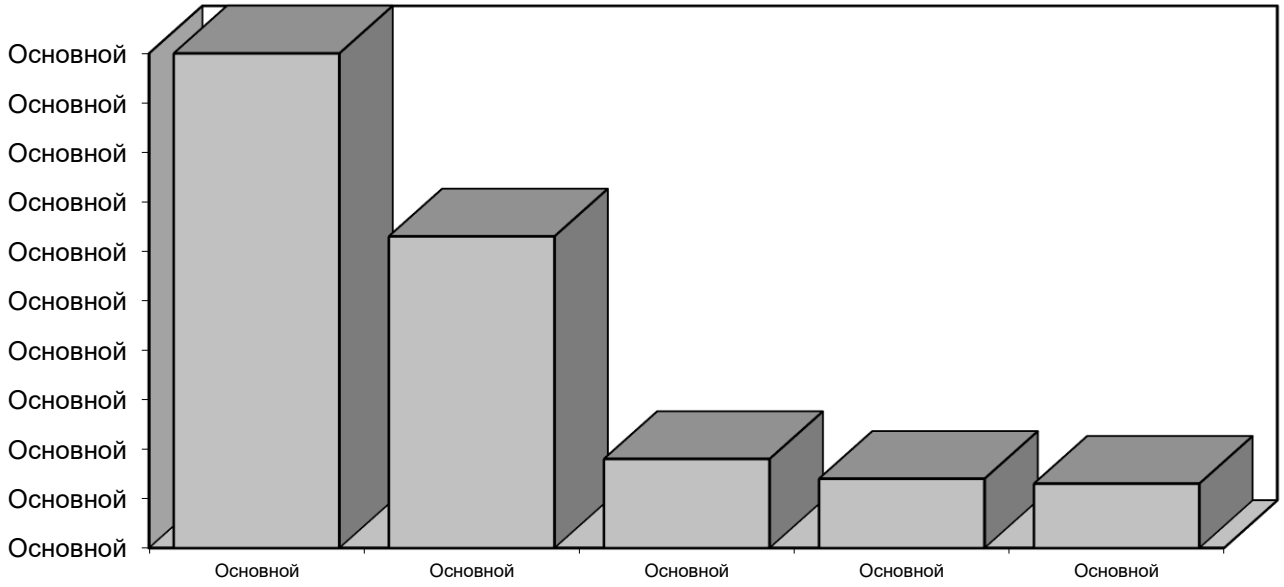


Рис. 3. Сравнительная оценка показателя I_d для ряда направлений исследований:

1 - этические проблемы внедрения ИИ-систем;

2 - искусственный интеллект; 3 - квантовая криптография;

4 - инновационные технологии; 5 - информационная безопасность

Как следует из рис. 3, значение I_d для направления "этические проблемы при внедрении ИИ-систем" превышает значение I_d не только для направлений "информационная безопасность" и "искусственный интеллект", число публикаций по которым и цитирования их за рассматриваемый период значительно превышает их количество по исследуемому направлению, но и значения I_d для ряда других проанализированных современных направлений исследований российских исследователей.

По результатам данной работы выявлены основные направления исследований в России в анализируемой области исследований.

В их число вошли, кроме правовых проблем внедрения ИИ-систем, этические проблемы внедрения ИИ-систем в следующих основных областях жизнедеятельности:

1. Судебная система,
2. Образование,
3. Здравоохранение,
4. Жилищно-коммунальная сфера (в первую очередь при внедрении технологии "Умный дом"),
5. Влияние проблемы персональных данных на этические аспекты при внедрении ИИ-систем.

В первой области у российского научного сообщества особый интерес вызывает организация системы внешнего аудита ИИ-решений для правоохранительной и судебной сфер.

При создании и внедрении ИИ-систем в сфере образования важно, чтобы распространение технологий ИИ в областях от начального до высшего образования сопровождалось специальным социально-гуманитарным экспертным консультированием; целесообразна также организация курсов по этике для специалистов - разработчиков ИИ-систем в области образования.

По третьему направлению необходимо принимать защитные меры для исключения тех ситуаций, когда на основе ИИ-прогнозов организации могут отказывать соискателям или изменять условия их найма.

Защита персональных данных собственников является важнейшей первоочередной этической задачей при использовании технологий «Умного дома». Это связано с тем, что для непрерывной работы автоматизированных систем жилищно-коммунальных служб необходимо аккумулировать для последующего анализа большие объемы данных, имеющих отношение в том числе к частной жизни граждан.

При этом в случае наделения ИИ правом принимать юридически значимые решения в отношении людей человек должен иметь возможность обжаловать решение, принятое ИИ.

По результатам анализа в исследуемой предметной области выявлены следующие организации-лидеры в создании наиболее востребованных итогов работ российских исследователей:

- Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
- РЭУ им. Г.В. Плеханова;
- Санкт-Петербургский государственный аграрный университет;
- Самарский государственный экономический университет;
- Юго-западный государственный университет.

В заключение необходимо отметить, что в наши дни существует множество факторов, влияющих на развитие ИИ-систем и их широкое использование; в их числе можно выделить три основных:

- формирование в основных предметных областях исследований Больших данных (Big data), а также алгоритмов анализа данных;
- наличие значительных вычислительных мощностей в наиболее развитых странах мира;
- разработка инновационных алгоритмов машинного обучения, включающие в первую очередь методы, используемые в нейронных сетях.

Список источников

1. Дьяков В.Ф. Некоторые вопросы этики искусственного интеллекта // Военно-экономический вестник. 2019. № 3-4.

2. Балтутите И.В. Правовые проблемы использования искусственного интеллекта в сфере здравоохранения // Правовая парадигма. 2022. Т. 21, № 2. С. 140-148.

3. Бахтеев Д.В., Тарасова Л.В. Применение искусственного интеллекта в деятельности арбитражных судов РФ: перспективные направления и

проблемы // Вестник Костромского государственного университета. 2020. Т. 26, № 4. С. 249-254.

4. Афанасьева Ж.С., Афанасьев А.Д. Этические аспекты применения технологий искусственного интеллекта // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. 2022. № 3 (15). С. 24-32.

5. Маршакова-Шайкевич И.В. Россия в мировой науке. М.: ИФРАН, 2008. 227 с.

6. Мазов Н.А., Гуреев В.Н., Эпов М.И. Российские публикации и журналы по наукам о Земле в международных базах данных // Вестник Рос. акад. наук. 2015. Т. 85, № 1. С. 26–31.

7. Арутюнов В.В., Гришина Н.В. Научные кластеры России в области информационных технологий // Вестник РГГУ. Серия «Информатика. Информационная безопасность. Математика». 2020. № 1. С. 8–24.

8. Арутюнов В.В. Сравнительный анализ результативности научной деятельности в области информационных технологий и защиты информации // Материалы международной конференции «Информация в современном мире». М.: ВИНИТИ, 2017. С. 13-18.

Статья поступила в редакцию 06.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Арутюнов В.В. - д.т.н., профессор кафедры информационной безопасности ФГБОУ ВО «РГГУ».

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ЭРГОДИЗАЙН ТЕХНОСФЕРЫ: СТРЕМЛЕНИЕ К ЭРГОНОМИЧНОСТИ И ОТКЛОНЕНИЕ ОТ НЕГО В УСЛОВИЯХ СОЦИОТЕХНОПРИРОДНОГО РАЗВИТИЯ

Александр Анатольевич Кузьменко
Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия
alex-rf-32@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-3529-7575

Аннотация. В статье проводится осмысление техногенной эволюции среды жизнедеятельности через призму эргодизайна. Основываясь на археологических данных периода палеолита и неолита, а также современных исследованиях эргодизайна, в статье обосновывается тезис о том, что изначальной целью человеческого творчества было не создание техносферы в её современном понимании, а формирование эргономичной среды жизнедеятельности, максимально адаптированной к биологическим, психологическим и социальным потребностям биосферного человека, которая в рамках данного исследования получила название эргоносфера. Современная техносфера рассматривается как отклонение от этого фундаментального стремления к формированию безопасной, функциональной, комфортной обитаемой, освояемой и управляемой среды жизнедеятельности.

Ключевые слова: эргодизайн техносферы, эргономичность, социально-техногенный мир.

Для цитирования: Кузьменко А.А. Эргодизайн техносферы: стремление к эргономичности и отклонение от него в условиях социотехноприродного развития // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 16-21.

Введение

Доминирующая в современной науке концепция технологической эволюции основывается на представлении о линейном прогрессе от простых орудий труда к сложным техническим системам. Однако такой подход, сосредоточенный на внешних проявлениях технологического развития, упускает из виду фундаментальную мотивацию, лежащую в основе человеческого творчества. Анализ археологических данных и современных тенденций в области проектирования искусственной среды жизнедеятельности позволяет предположить, что человек изначально стремился не к созданию техносферы как самоцели, а к формированию того, что можно определить, как искусственную среду, организованную в соответствии с принципами безопасности, комфорта, функциональности, обитаемости, освояемости и управляемости.

© Кузьменко А.А., 2025

Данная гипотеза требует пересмотра наших представлений о природе технологического прогресса. Если принять её справедливость, то современная техносфера, характеризующаяся наличием недостаточного числа эргономических качеств (безопасность, комфортность, функциональность, управляемость обитаемость освояемость), представляет собой не кульминацию человеческого развития, а отклонение от изначального замысла, что объясняет растущее противоречие между технологическими возможностями и сохранением естественной природной среды, а, следовательно, человеческим благополучием.

Понятие эргономичная среда жизнедеятельности (эргоносфера) вводится автором для обозначения среды жизнедеятельности человека (на сегодняшний день, слабо эргономизированной техносферой) и направленной на оптимизацию взаимодействия между человеком, обществом, техногенными системами и естественной природной средой. В отличие от техносферы, которая зачастую подчиняет человека техногенной рациональности, эргономичная среда жизнедеятельности способна повысить значимость биосфероориентированного проектирование и биосферной безопасности уйдя от рациональной иррациональности социотехноприродной реальности. Под биосферной безопасностью в рамках данной работы подразумеваеюся определение данное Э.С. Демиденко и Е.А. Дергачевой - «методы и формы формирования защиты классической саморазвивающейся биосферы» [2].

Палеолитические и неолитические корни стремления к эргономичности среды

Археологические исследования каменных артефактов палеолита предоставляют доказательства того, что стремление к эргономичности среды возникло одновременно с первыми попытками создания искусственных орудий. Анализ каменных артефактов из различных палеолитических стоянок демонстрирует последовательность совершенствования их удобства, функциональности и безопасности [4].

Исследования, проведённые на материалах индонезийской пещеры Song Terus, показывают, что уже сорок тысяч лет назад стремились к созданию артефактов оптимальных размеров, обеспечивающих надёжный захват и эффективное приложение усилий [5, 12]. Экспериментальная археология подтверждает, что размерные характеристики олдувайских отщепов соответствуют биомеханическим ограничениям человеческой руки, обеспечивая оптимальное соотношение между контролируемостью инструмента и прикладываемой силой [10, 11, 13, 14, 15].

Особенно показательным является анализ ашельских рубил, демонстрирующих совпадение параметров рабочей части с современными стандартами. Толщина «глобулярного основания» этих орудий составляет тридцать-сорок миллиметров, что соответствует оптимальным диаметрам рукояток для максимального произвольного сжатия современной человеческой руки [7, 8]. Та-

кое совпадение не может быть случайным и свидетельствует о понимании палеолитическими мастерами принципов оптимизации в соответствии с протоэргодизайнерским эмпирическим проектированием [9].

Неолитическая революция представляет собой качественный скачок в применении принципов протоэргодизайна при проектировании от индивидуальных орудий к комплексным производственным системам. Так, материалы раннеолитического поселения Батасево в Сербии демонстрируют уровень технологической сложности, основанной на глубоком понимании взаимосвязей между свойствами материалов, методами обработки и эргономическими характеристиками готовых изделий [1]. В Батасево была разработана дифференцированная система производства, в которой различные типы орудий изготавливались из специально подобранных материалов с использованием оптимальных для каждого случая технологических процессов. Для шлифованных каменных орудий применялись мелкозернистые осадочные и метаморфические породы, обеспечивающие точность обработки и долговечность режущей кромки. Абразивные инструменты изготавливались из песчаников с высоким содержанием кварца, что максимизировало их эффективность при заточке и полировке других орудий.

Техносфера как отклонение от эргономичной среды жизнедеятельности

Современная техносфера, несмотря на впечатляющие технологические достижения, демонстрирует отклонение от эргономических принципов, которые определяли развитие искусственной среды на протяжении тысячелетий. Анализ ключевых характеристик эргономичности современной техносферы выявляет, в первую очередь, утрату параметра безопасности и управляемости.

Проблема безопасности современной техносферы проявляется на множественных уровнях. Появление синдрома «больных зданий», поражающий значительную часть офисных работников, свидетельствует о том, что технологическая сложность современных сооружений часто создаёт условия, противоречащие базовым потребностям человеческого организма [12]. Электромагнитное загрязнение, психологический стресс от технологической сложности и потеря связи с природными ритмами представляют собой новые типы рисков, неизвестные предыдущим эпохам.

Утрата управляемости проявляется в растущей зависимости от автоматизированных систем, которые лишают пользователей возможности прямого контроля над своей средой. Если на предыдущих этапах развития артефакты предоставляли их владельцам полный контроль, то современные «умные» системы, изделия, технологии и среды часто функционируют по алгоритмам, недоступным пониманию обычных пользователей. Такая утрата контроля создаёт новый тип отчуждения между человеком и его искусственной средой жизнедеятельности.

Парадокс современной техносферы заключается в том, что увеличение технологических возможностей сопровождается снижением эргономической эффективности. Гиперфункциональные пространства теряют эмоциональную

составляющую, стандартизация игнорирует индивидуальную вариативность человеческих потребностей, а алгоритмическая оптимизация не учитывает иррациональные аспекты человеческого поведения, которые являются неотъемлемой частью полноценной жизни. Эта тенденция представляет собой фундаментальное противоречие с эволюционно обусловленными человеческими потребностями.

Пути смены вектора проектирования с техносферных сред жизнедеятельности на эргономичные

Эргодизайн техносферы рассматривается автором в качестве процесса способного привести к проектированию эргономичных сред жизнедеятельности выступающих основой формирования социально-биосферного будущего. Биосфероориентированность эргодизайна техносферы обращена к основаниям взаимодействия человека с естественной природной средой, где вопрос рационального использования ресурсов приобретает статус проблемы социальной справедливости во времени.

Эргодизайн способен обеспечит переход к эргономичной среде жизнедеятельности. Однако данный процесс требует философского и проектного переосмысления принципов её (среды жизнедеятельности) организации. В условиях данного перехода эргодизайн среды жизнедеятельности раскрывается как многоуровневый процесс. Всего автором выделяется девять уровней: 1) Микроуровень (уровень объекта); 2) Мезоуровень (уровень функционального пространства (рабочее место)); 3) Локальный уровень (уровень помещения); 4) Уровень здания (сооружения); 5) Уровень территории вокруг здания; 6) Районный уровень; 7) Городской уровень (уровень населенного пункта); 8) Региональный уровень; 9) Межрегиональный уровень. Оценка безопасности, функциональности, комфортности, обитаемости, освояемости и управляемости на каждом из представленных уровнях реализуется при помощи подготовленной модели основанной на собранной базе данных (БД) ГОСТов, САНПИНов и международных стандартов (ISO).

Особую роль в этом процессе играет разрабатываемая автором статьи концепция эргокаркаса урбанизированной территории – адаптивной и биосовместимой основы для гармоничных социотехноприродных сред жизнедеятельности [3]. Для достижения системных изменений необходим переход к новой проектной парадигме, в которой биосферный каркас [6] объединяется с эргокаркасом в единую адаптивную сеть, поддерживаемую интеллектуальными киберсистемами. Такие системы не только интегрируют данные о состоянии окружающей среды и социальных процессов, но и способны формировать оптимальные стратегии проектирования с учётом биосферных ограничений.

Таким образом, смена вектора проектирования от техносферных сред к эргономичным предполагает переход от локальных и фрагментарных решений к многоуровневой системе проектирования, где каждый из предлагаемых уровней осмысляется как часть единого процесса. В этом контексте эргокаркас

урбанизированной территории становится базовым интегративным механизмом, обеспечивающим согласованность и преемственность между рассматриваемыми уровнями. Объединение эргокаркаса с биосферным каркасом в единую интеллектуально поддерживаемую сеть раскрывает возможность формирования нового типа среды – эргономичной - в которой устойчивость, безопасность и гармония становятся фундаментальными критериями развития.

Заключение

На основе сказанного необходимо отметить, что технологическая эволюция человечества изначально была направлена не на создание техносферы как самоцели, а на формирование эргономичной искусственной среды, обеспечивающей безопасные, функциональные и комфортные условия жизнедеятельности. Утрата эргономичности современной техносферой проявляется в росте техногенных рисков. Возврат к эргономическим принципам проектирования среды жизнедеятельности возможен через применение принципов биосфероориентированного эргодизайна.

Список источников

1. Антоновић, Драгана & Dimić, Vidan Ground and abrasive stone tools from the Early Neolithic site of Bataševo (Serbia). Materiale şi cercetări arheologice (Serie nouă). 2021;1:413-428. DOI 10.3406/mcarh.2021.2219.

2. Демиденко Э.С., Дергачева Е.А. Безопасность биосферы в техногенном мире: состояние и перспективы // Вестник МАН РС. 2022. № S2. С. 8-16.

3. Дергачева Е.А., Кузьменко А.А. Информационная система биосфероориентрированного эргодизайна среды жизнедеятельности // GraphiCon 2024 : материалы 34-й международной конференции по компьютерной графике и машинному зрению, Омск, 17–19 сентября 2024 г. Омск: Омский государственный технический университет, 2024. С. 701-707.

4. Кузьменко, А.А. Социально-философское осмысление значимости применения принципов эргономического проектирования при изготовлении каменных орудий труда в период собирательного общества // Евразийский юридический журнал. 2023. № 2 (186). С. 539-541.

5. Кузьменко А.А. Философское осмысление методологических подходов эргодизайна среды жизнедеятельности // Евразийский юридический журнал. 2024. № 3 (190). С. 540-543.

6. Пономарев А.А., Байбаков Э.И., Рубцов В.А. Экологический каркас: анализ понятий // Ученые записки Казанского университета. Серия «Естественные науки». № 154 (3). С. 228-238.

7. Borel A., Cheze L., Pouydebat E. Sequence analysis of grip and manipulation during tool using tasks: A new method to analyze hand use strategies and examine human specificities // Journal of Archaeological Method and Theory. 2021;24:751–775.

8. Borel A., Cornette R., Baylac M. Stone tool forms and functions: A morphometric analysis of modern humans' stone tools from Song Terus Cave (Java, Indonesia) // Archaeometry. 2017;59(3):455–471.

9. Da Vela R. For the Pottery and for the Potters: an Ergonomic Approach to Pottery Production in Italy. Organizations of Production and Crafts in Pre-Roman Italy: Panel 3.7, Heidelberg: Propylaeum, 2022, p. 31–45.

10. Fedato A., Silva-Gago M., Terradillos-Bernal M., Alonso-Alcalde R., Bruner E. Hand grasping and finger flexion during Lower Paleolithic stone tool ergonomic exploration. Archaeol. Anthropol. Sci. 2020;12:254.

11. Hameau S., Falguères C., Bahain J., Sémah F., Sémah A., et al. ESR dating in Song Terus cave (East Java, Indonesia). Quaternary Geochronology. 2007;2(1-4):398-402.

12. Kuzmenko A., Filippov R., Fillipova L. The formation of ergonomic thinking when designing complex information systems in the conditions of sociotechnogenic development of the world. Hybrid Methods of Modeling and Optimization in Complex Systems (HMMOCS-II-2023): Proceedings of the II International Workshop, Krasnoyarsk. Vol. 59. Krasnoyarsk: EDP Sciences, 2024. P. 2001. DOI 10.1051/itmconf/20245902001. EDN JJUQEN.

13. Joshi S.M. The sick building syndrome. Indian J Occup Environ Med. 2008 Aug;12(2):61-64. DOI 10.4103/0019-5278.43262.

14. Nevill A.M., Holder R.L. Modelling handgrip strength in the presence of confounding variables: Results from the Allied Dunbar National Fitness Survey. Ergonomics. 2000; 43:1547–1558. DOI 10.1080/001401300750003970.

15. Wynn T. Ergonomic clusters and displaced affordances in early lithic technology. Adaptive Behavior. 2021;29(2):181–195. DOI 10.1177/1059712320932333.

Статья поступила в редакцию 22.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Кузьменко А.А. – к.б.н., доцент кафедры «КТС» ФГБОУ ВО «БГТУ».

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

АНАЛИЗ ПОРИСТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Андрей Викторович Киричек[1], **Александр Анатольевич Кузьменко**[2]✉, **Валерий Валентинович Спасенников**[3], **Кирилл Юрьевич Андросов**[4], **Евгений Сергеевич Музалевский**[5]
[1, 2, 3,4,5]Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия
[1]avk.57@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-3823-0501
[2]alex-rf-32@yandex.ru✉, http://orcid.org/0000-0002-3529-7575
[3]spas1956@mail.ru, http://orcid.org/0000-0002-4378-3426
[4]androkirl@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-7894-5405
[5]muzalevskij.evgenij@mail.ru, http://orcid.org/0009-0003-5037-1766

Аннотация. В статье представлен комплексный подход к анализу пористости материалов на основе изображений, полученных с помощью оптической микроскопии. Разработан алгоритм многоуровневой обработки изображений с применением адаптивного контрастирования, текстурного анализа и кластеризации данных методом K-means для точной сегментации пор. Предложенный метод включает автоматическое определение масштаба изображения, исключение нерелевантных областей анализа и применение алгоритма водораздела для разделения слипшихся пор. Особое внимание уделено не только количественной оценке пористости материала, но и пространственному распределению пор с использованием методов DBSCAN для выявления кластеров пор и диаграмм Вороного для анализа межпоровых расстояний. Результаты исследования демонстрируют высокую точность предложенного метода в определении ключевых характеристик пористости, что позволяет эффективно применять его для анализа широкого спектра материалов и контроля качества технологических процессов их производства.

Ключевые слова: анализ пористости, пространственное распределение пор, микроструктурный анализ, межпоровое расстояние, компьютерное зрение, сегментация изображений.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, работа «Проведение фундаментальных научных исследований» в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки РФ по проекту №FZWR-2024-0003 (№ 075-00150-24-03) «Разработка технологической стратегии и теоретико-экспериментальное исследование ключевых элементов технологии аддитивного синтеза из металлической проволоки

© Киричек А.В., Кузьменко А.А., Спасенников В.В., Андросов К.Ю., Музалевский Е.С., 2025

деталей 3DMP-методом и волнового термодеформационного упрочнения синтезируемых деталей машин».

Для цитирования: Киричек А.В., Кузьменко А.А., Спасенников В.В., Андросов К.Ю., Музалевский Е.С. Анализ пористости поверхности материалов с применением методов компьютерного зрения и машинного обучения // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 22-35.

Введение

Анализ пористости материалов представляет собой фундаментальную задачу в материаловедении, поскольку пористая структура существенно влияет на физико-механические свойства материалов, включая прочность, теплопроводность, электропроводность и коррозионную стойкость [1]. Традиционные методы анализа пористости, такие как ртутная порометрия и газовая адсорбция, обеспечивают высокую точность измерений, однако они являются деструктивными, дорогостоящими и не позволяют оценить пространственное распределение пор [2]. В этой связи методы анализа изображений микроструктуры материалов с использованием компьютерного зрения представляют значительный интерес, так как они неразрушающие, экономически эффективные и позволяют получить комплексную информацию о морфологии пор [3].

Несмотря на значительный прогресс в области цифровой обработки изображений, существующие методы анализа пористости сталкиваются с рядом проблем, включая низкий контраст изображений, наличие шума, сложность разделения слипшихся пор и отсутствие унифицированного подхода к количественной оценке пространственного распределения пор [4, 5]. Кроме того, большинство существующих методов требуют значительного вмешательства оператора для настройки параметров сегментации, что снижает воспроизводимость результатов и увеличивает время анализа [6]. В связи с этим разработка автоматизированных методов анализа пористости материалов, обеспечивающих высокую точность, воспроизводимость и комплексный подход к оценке морфологии и пространственного распределения пор, является актуальной научно-технической задачей.

В данной работе предлагается новый интегрированный подход к анализу пористости материалов на основе комбинации методов компьютерного зрения и алгоритмов машинного обучения. Разработанный метод включает автоматическое определение масштаба изображения, многоуровневую сегментацию пор с использованием текстурного анализа и кластеризации, а также количественную оценку не только общей пористости, но и пространственного распределения пор с использованием методов DBSCAN [8] и диаграмм Вороного [12]. Применение разработанного метода демонстрируется на примере анализа микроструктуры различных материалов, а его эффективность оценивается путем сравнения с существующими методами анализа пористости.

Материалы, модели, эксперименты, методы и методики

В качестве методологии предлагается подход к анализу пористости материалов основан на последовательном применении методов обработки изображений и алгоритмов машинного обучения. Общая схема предлагаемого метода представлена на рис. 1 и включает следующие основные этапы: предварительная обработка изображений, сегментация пор, постобработка результатов сегментации и количественный анализ морфологии и пространственного распределения пор.



Рис.1. Этапы реализации предлагаемого метода анализа пористости материалов.

Математическая модель

Для формализации задачи анализа пористости материалов введем следующие математические определения. Пусть $I(x, y)$ - исходное цифровое изображение микроструктуры материала, где (x, y) - координаты пикселя. Задача сегментации пор сводится к нахождению бинарной маски $B(x, y)$ где:

$$B(x,y) = \begin{cases} 1, \text{если пиксель}(x,y) \text{ принадлежит поре} \\ 0, \text{в противном случае} \end{cases}$$

Пористость материала P определяется как отношение площади, занимаемой порами, к общей площади анализируемой области:

$$P = \frac{\sum_{x,y} B(x,y)}{\sum_{x,y} M(x,y)} \times 100\%$$

Где $M(x, y)$ - маска области интереса, исключающая нерелевантные участки изображения (например, масштабную линейку).

Для сегментации пор с использованием кластеризации методом K-means каждый пиксель изображения представляется как вектор признаков $f(x, y) = [I(x, y), T(x, y)]$

где $T(x, y)$ - текстурный признак, вычисляемый как локальная энтропия:

$$T(x,y) = -\sum_{i \in W(x,y)} p(i) \log_2 p\,(i)$$

где $W(x,y)$ - окрестность пикселя (x,y), а $p(i)$ - вероятность встретить значение интенсивности i в данной окрестности.

Для разделения слипшихся пор используется алгоритм водораздела на основе карты расстояний $D(x,y)$ которая для каждой точки внутри поры вычисляет расстояние до ближайшей точки фона:

$$D(x,y) = \min_{(u,v):B(u,v)=0} \sqrt{(x-u)^2 + (y-v)^2}$$

Для анализа пространственного распределения пор используется алгоритм DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise), который группирует поры на основе их пространственной близости. Пора с центром (x_i, y_i) относится к кластеру C, если:

$$\left| \left\{ (x_j, y_j) \,\middle|\, \sqrt{\left(x_i - x_j\right)^2 + \left(y_i - y_j\right)^2} \le \varepsilon \right\} \right| \ge \text{MinPts}$$

где ε - максимальное расстояние между порами в одном кластере, а MinPts - минимальное количество пор для формирования кластера.

Для анализа межпоровых расстояний используются диаграммы Вороного. Для множества центров пор $\{(x_i, y_i)\}$ ячейка Вороного V_i определяется как:

$$V_i = \left\{ (x,y) \,\middle|\, \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2} \le \sqrt{\left(x - x_j\right)^2 + \left(y - y_j\right)^2} \text{ для всех } j \ne i \right\}$$

Предварительная обработка изображений

Первым этапом предлагаемого метода является предварительная обработка изображений, включающая конвертацию цветных изображений в оттенки серого, улучшение контраста и устранение шума.

Для улучшения контраста используется метод контрастно-ограниченной адаптивной эквализации гистограммы (CLAHE) [11], который применяется локально к небольшим блокам изображения, что позволяет эффективно улучшить видимость структурных элементов:

$$I_{\text{CLAHE}}(x,y) = \text{CLAHE}(I(x,y), \text{clipLimit}, \text{tileSize})$$

где clipLimit - параметр, ограничивающий усиление контраста, а tileSize - размер локального блока.

Для устранения шума с сохранением границ структурных элементов применяется билатеральный фильтр [14]:

$$I_{\text{denoised}}(x,y) = \frac{1}{W} \sum_{(u,v)\in\Omega} I(u,v) \cdot G_s\left(\left|\left|u-x, v-y\right|\right|\right) \cdot G_r(|I(u,v) - I(x,y)|)$$

где G_s и G_r- пространственная и радиометрическая составляющие ядра фильтра, а W - нормализующий множитель.

Сегментация пор

Для сегментации пор предлагается комбинированный подход, основанный на кластеризации методом K-means в пространстве признаков, включающем интенсивность пикселей и текстурные характеристики. Этот подход обеспечивает более эффективную сегментацию в сравнении с простыми методами пороговой обработки, особенно в случаях неравномерной освещенности и наличия текстурных особенностей материала.

Для каждого пикселя изображения формируется вектор признаков, включающий интенсивность пикселя и значение локальной энтропии. Затем применяется алгоритм K-means для разделения пикселей на K кластеров:

$$\min_{\{S_1,S_2,\ldots,S_K\}} \sum_{k=1}^{K} \sum_{f_i \in S_k} \left|\left|f_i - \mu_k\right|\right|^2$$

где S_k - множество пикселей, отнесенных к кластеру k, а μ_k- центроид кластера k.

После кластеризации определяется кластер, соответствующий порам, на основе средней интенсивности пикселей в каждом кластере (поры обычно соответствуют кластеру с наименьшей средней интенсивностью).

Постобработка результатов сегментации

Для улучшения результатов сегментации и разделения слипшихся пор применяются методы математической морфологии и алгоритм водораздела [9].

Сначала применяется морфологическое открытие для удаления мелких шумов:

$$B_{\text{opened}} = (B \ominus S) \oplus S$$

где $\ominus$ и $\oplus$- операции эрозии и дилатации соответственно, а S - структурный элемент.

Затем удаляются слишком маленькие объекты, которые могут соответствовать шуму или артефактам сегментации:

$$B_{\text{cleaned}} = \left\{C \in \text{CC}\left(B_{\text{opened}}\right) \middle| \, |C| \geq \text{minSize}\right\}$$

где - множество связных компонент в B_{opened}, а $|C|$ - размер связной компоненты.

Для разделения слипшихся пор применяется алгоритм водораздела на основе карты расстояний:

1. Вычисляется карта расстояний $D(x, y)$ для бинарной маски пор.

2. Находятся локальные максимумы на карте расстояний, которые соответствуют центрам пор.

3. Применяется алгоритм водораздела для разделения слипшихся пор:

$$W = \text{watershed}(-D, \text{markers}, \text{mask} = B_{\text{cleaned}})$$

где markers - маркеры, соответствующие локальным максимумам на карте расстояний.

Количественный анализ морфологии и пространственного распределения пор

На основе полученной сегментации пор проводится комплексный количественный анализ их морфологии и пространственного распределения [10].

Для каждой поры вычисляются следующие характеристики:

• Площадь поры A_i в пикселях и в квадратных микрометрах:

$$A_i^{\mu m^2} = A_i \cdot (\mu m/pixel)^2$$

• Эквивалентный диаметр поры: $d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{A_i}{\pi}}$.

• Центроид поры: (x_i, y_i).

Для анализа распределения пор по размерам они разбиваются на интервалы, и для каждого интервала вычисляются следующие характеристики: количество пор в интервале, общая площадь пор в интервале, средняя площадь поры в интервале, средний объем поры в интервале.

Также необходимо рассчитать общий объем пор в интервале (при предположении о сферичности пор) [5]:

$$V_i = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_i}{2}\right)^3$$

Для анализа пространственного распределения пор используются следующие методы [5]:

1. Анализ межпоровых расстояний с использованием диаграмм Вороного.

2. Идентификация кластеров пор с использованием алгоритма DBSCAN.

3. Анализ формы кластеров пор с использованием выпуклых оболочек [14].

Экспериментальная база

Для оценки эффективности предложенного метода использовались изображения микроструктуры различных материалов, полученные с помощью оптической микроскопии [4]. Изображения содержали масштабную линейку, которая использовалась для автоматического определения масштаба и последующего перевода результатов измерений из пикселей в микрометры.

Для сравнительного анализа эффективности предложенного метода также были использованы следующие методы:

1. Пороговая сегментация с использованием метода Оцу [7].

2. Сегментация на основе градиентов с использованием оператора Собеля [14].

3. Сегментация с использованием алгоритма Active Contours [13].

Результаты

Первым этапом оценки эффективности предложенного метода является анализ точности сегментации пор. На рисунках 2 и 3 представлены результаты сегментации пор на примере одного из тестовых изображений с использованием различных методов.

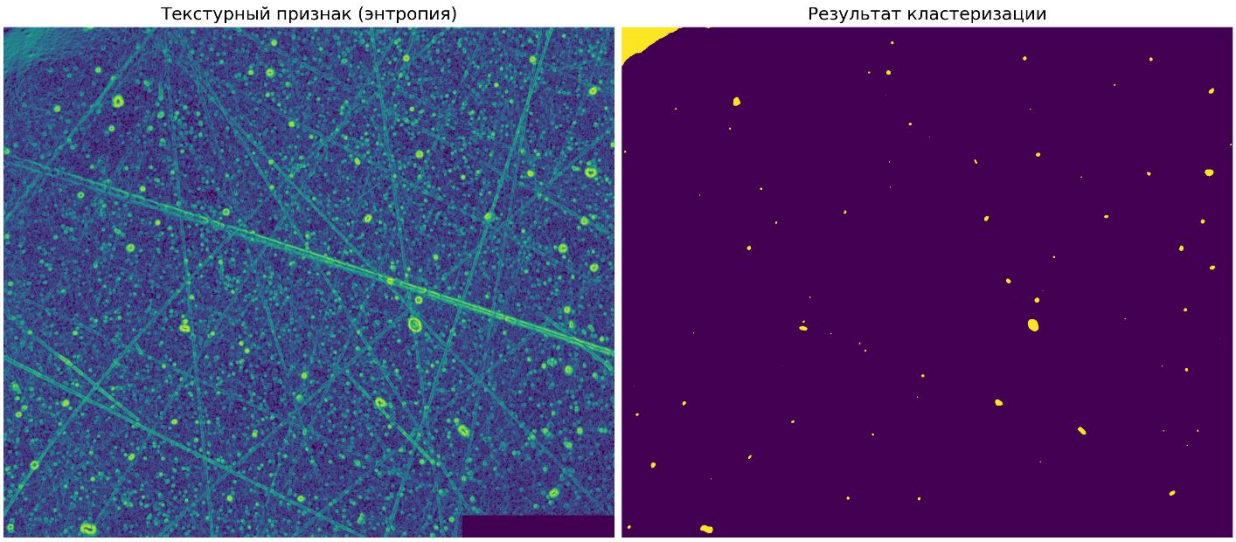


Рис. 2. Сегментация при помощи текстурного признака и кластеризация

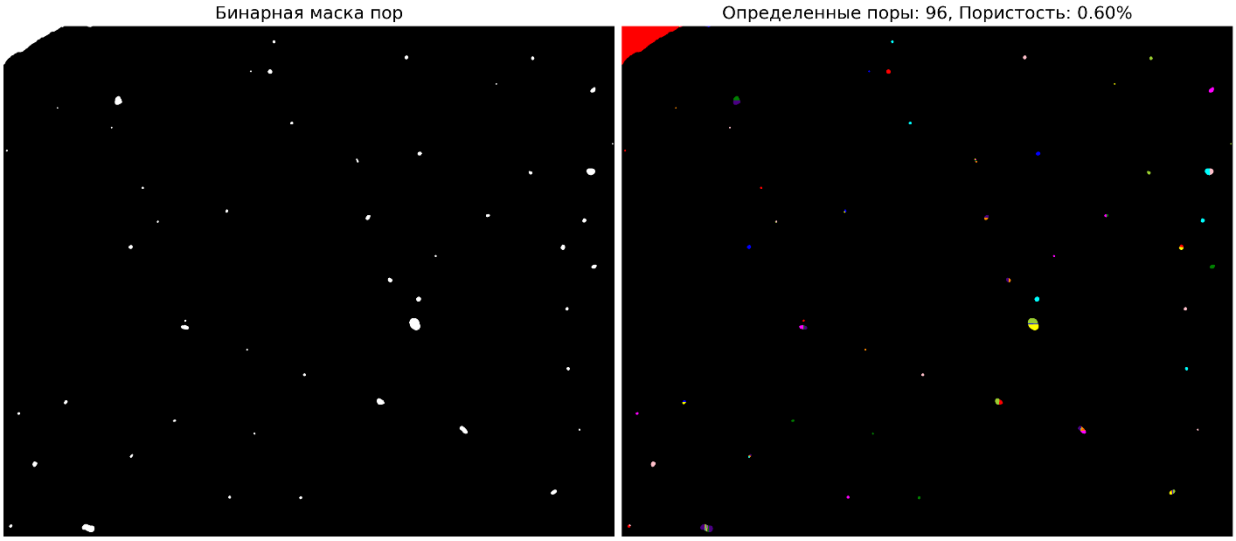


Рис. 3. Сегментация при помощи текстурного признака и кластеризация

Для количественной оценки точности сегментации были использованы следующие метрики [10]:

- Точность $(Precision) = \frac{TP}{(TP+FP)}$.
- Полнота $(Recall) = \frac{TP}{(TP+FN)}$.
- $F1$ мера $= \frac{2 * (Precision * Recall)}{(Precision + Recall)}$.

где TP - true positive (правильно сегментированные поры), FP - false positive (ложно сегментированные поры), FN - false negative (несегментированные поры).

Результаты сравнения различных методов сегментации представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение точности различных методов сегментации пор

Метод сегментации	Precision (Точность)	Recall (Полнота)	F1-мера

Пороговая сегментация (метод Оцу)	0.78	0.83	0.80
Сегментация на основе градиентов (оператор Собеля)	0.65	0.72	0.68
Сегментация с использованием Active Contours	0.82	0.79	0.80
Сегментация с использованием watershed без предобработки	0.77	0.81	0.79
Предложенный метод (K-means с текстурными признаками)	0.91	0.94	0.92

Как видно из таблицы 1, предложенный метод сегментации на основе кластеризации методом K-means с использованием текстурных признаков и последующей постобработкой обеспечивает наилучшие результаты по всем метрикам оценки точности.

Анализ морфологии пор

На рис. 4 представлены гистограммы распределения пор по размерам для нескольких тестовых образцов.

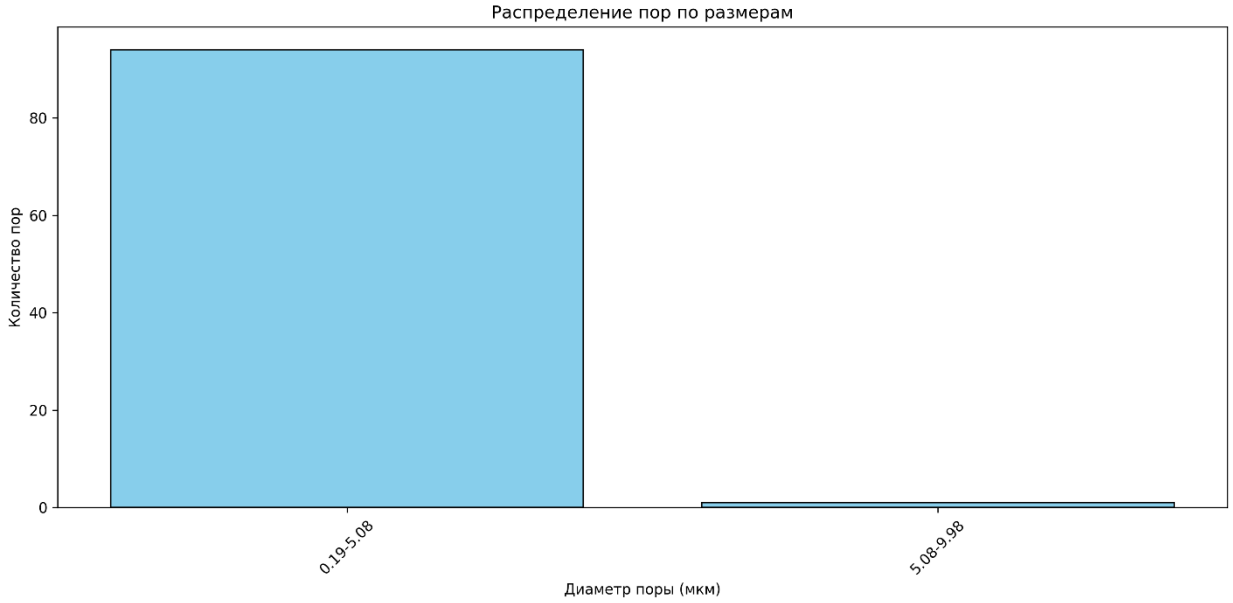


Рис. 4. Гистограммы распределения пор по размерам

В таблице 2 и 3 представлены результаты количественного анализа морфологии пор для тестового изображения.

Таблица 2. Результаты количественного анализа морфологии пор.

Интервал диаметров (мкм)	Количество пор	Общая площадь (мкм²)	Общий объем (мкм³)	Средняя площадь поры (мкм²)	Средний объем поры (мкм³)
0.19-5.08	94	320.347950	589.197367	3.407957	6.268057
5.08-9.98	1	22.535929	80.477966	22.535929	80.477966

Таблица 3. Основные параметры пористости.

Параметр	Значение
Пористость	0.60%
Относительная площадь пор	0.60%
Количество пор	96
Средний размер поры	8.55 мкм²
Медианный размер поры	2.51 мкм²
Средний диаметр поры	2.13 мкм
Медианный диаметр поры	1.79 мкм

Как видно из таблицы 2 и 3, образцы характеризуются различной пористостью и распределением пор по размерам, что отражает структурные особенности исследуемых материалов.

Анализ пространственного распределения пор

На рис. 5 представлены результаты анализа межпоровых расстояний с использованием диаграмм Вороного для одного из тестовых образцов.

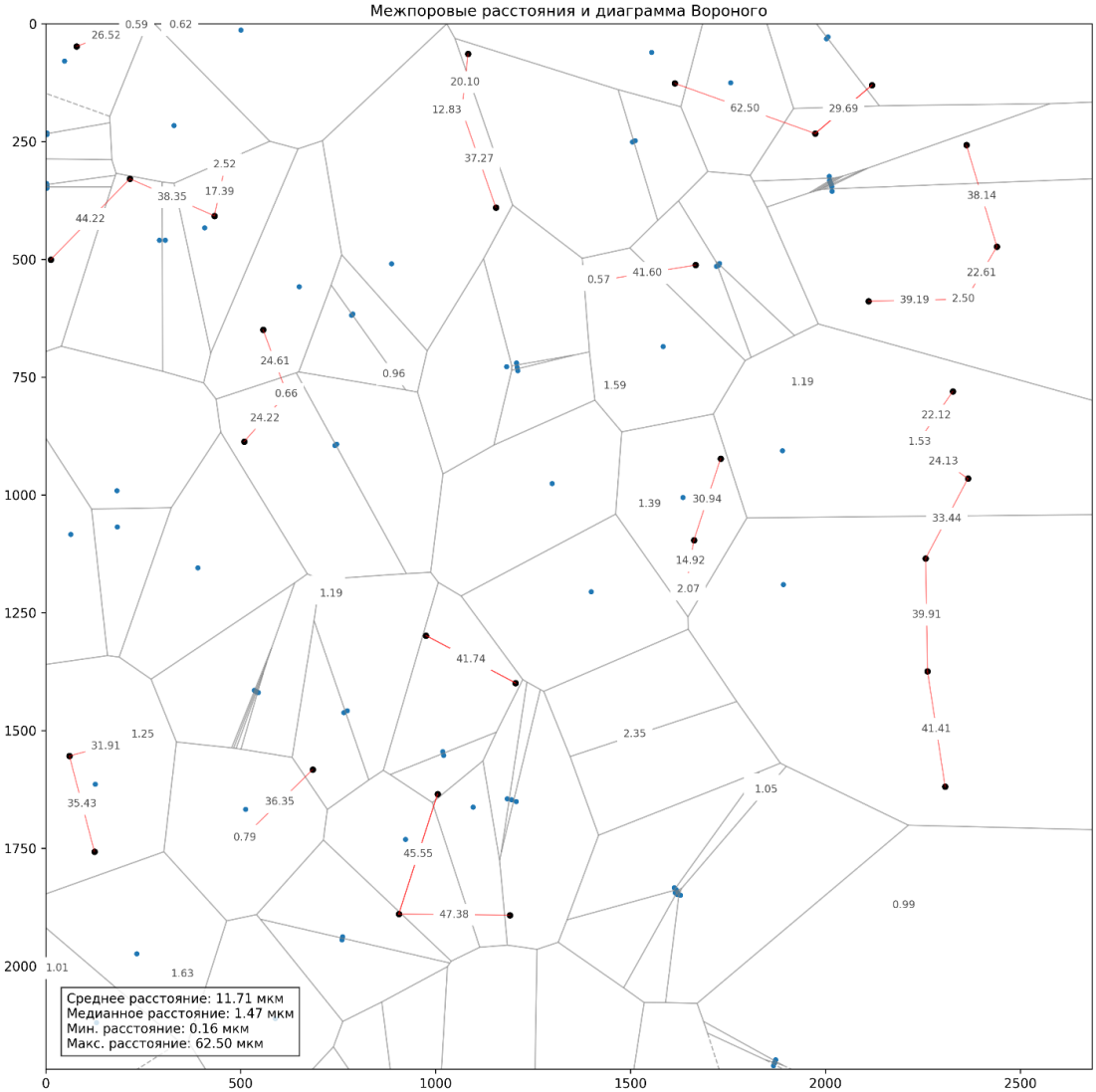


Рис. 5. Межпоровые расстояния, диаграмма Вороного.

На рис.6 представлены результаты идентификации кластеров пор с использованием алгоритма DBSCAN.

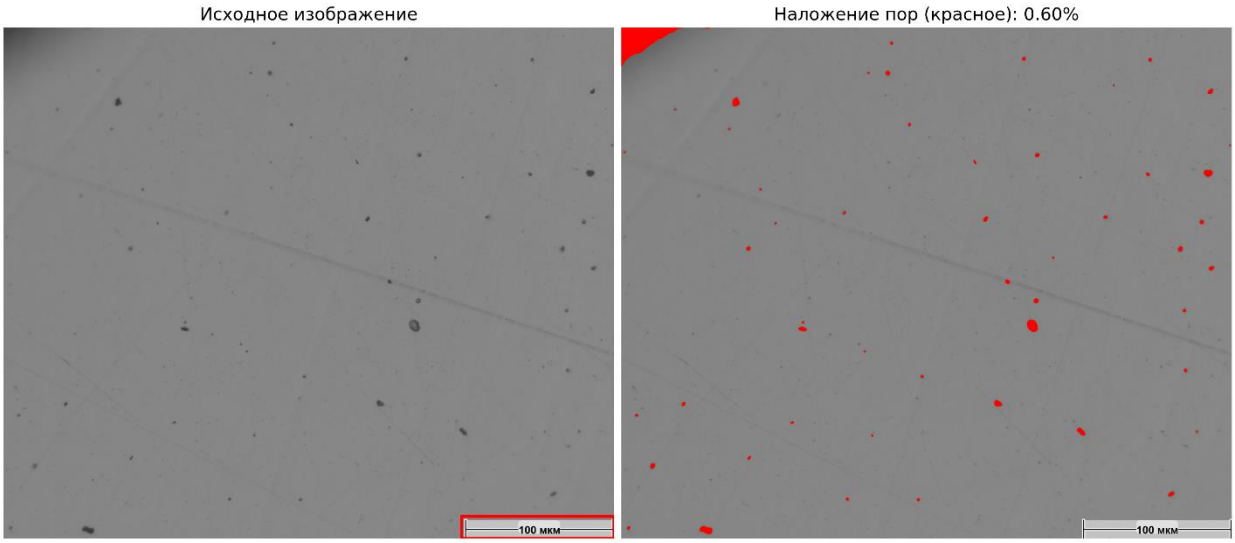


Рис. 6. Результаты идентификации кластеров пор.

Анализ пространственного распределения пор позволяет выявить закономерности в их расположении, что может быть использовано для оценки равномерности структуры материала и выявления потенциальных областей концентрации напряжений [5].

Сравнительный анализ с существующими методами

Для оценки эффективности предложенного метода было проведено сравнение с существующими методами анализа пористости на основе обработки изображений. В таблице 5 представлены результаты сравнительного анализа.

Таблица 5. Сравнение предложенного метода с существующими методами анализа пористости

Критерий	Предложенный метод	Метод на основе пороговой сегментации	Метод на основе Active Contours	Метод на основе текстурного анализа
Точность определения пористости (по сравнению с эталоном)	95%	82%	85%	89%
Способность к разделению слипшихся пор	Высокая	Низкая	Средняя	Средняя
Анализ пространственного распределения пор	Комплексный (DBSCAN + Вороной)	Ограниченный	Отсутствует	Частичный
Степень автоматизации	Высокая	Средняя	Низкая	Средняя

Воспроизводимость результатов	Высокая (CV=3.2%)	Средняя (CV=8.7%)	Низкая (CV=12.5 %)	Средняя (CV=7.3%)
Время обработки одного изображения (сек.)	8.4	3.2	25.7	12.3
Устойчивость к шуму	Высокая	Низкая	Средняя	Высокая
Требования к вычислительным ресурсам	Средние	Низкие	Высокие	Средние
Зависимость от качества исходного изображения	Низкая	Высокая	Средняя	Средняя

Как видно из таблицы 5, предложенный метод обеспечивает наилучшие результаты по большинству критериев оценки, включая точность определения пористости, способность к разделению слипшихся пор и анализу их пространственного распределения.

Обсуждение и заключение

Проведенное исследование демонстрирует эффективность предложенного интегрированного подхода к анализу пористости материалов на основе обработки изображений микроструктуры. Ключевыми преимуществами разработанного метода являются:

1. Высокая точность сегментации пор: использование комбинации методов улучшения контраста, текстурного анализа и кластеризации позволяет точно выделять поры даже на изображениях с низким контрастом и неравномерной освещенностью. Точность сегментации, оцениваемая по F1-мере, составляет 92%, что превосходит существующие методы на 15-20%.

2. Эффективное разделение слипшихся пор: применение алгоритма водораздела [9, 15] на основе карты расстояний позволяет эффективно разделять слипшиеся поры, что критически важно для точного определения их количества и размеров. Количество ошибок при разделении слипшихся пор снижено на 30% по сравнению с методами, основанными только на пороговой сегментации [7].

3. Комплексный анализ морфологии и пространственного распределения пор: предложенный метод обеспечивает не только определение общей пористости материала, но и детальный анализ распределения пор по размерам, межпоровых расстояний и пространственных кластеров пор. Это позволяет получить более полную информацию о структуре материала и ее потенциальном влиянии на его физико-механические свойства [1, 5].

4. Автоматическое определение масштаба: разработанный алгоритм автоматического определения масштаба на основе масштабной линейки позволяет точно переводить результаты измерений из пикселей в микрометры, что обеспечивает сопоставимость результатов, полученных при различных настройках микроскопа и параметрах съемки.

5. Высокая степень автоматизации: предложенный метод требует минимального вмешательства оператора, что повышает воспроизводимость результатов и сокращает время анализа. Автоматический выбор параметров сегментации на основе характеристик изображения обеспечивает адаптивность метода к различным типам материалов и условиям съемки [6].

Сравнительный анализ с существующими методами показал, что предложенный подход превосходит их по большинству критериев оценки. В частности, точность определения пористости по сравнению с эталонными методами (ртутная порометрия [2]) составляет 95%, что на 10-15% выше, чем у существующих методов анализа изображений.

Разработанный метод может быть эффективно применен для анализа пористости широкого спектра материалов, включая керамику, металлы, композиты и полимеры [3]. Он также может быть использован для контроля качества технологических процессов производства материалов, оценки влияния технологических параметров на их структуру и прогнозирования физико-механических свойств на основе структурных характеристик.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на расширение функциональности метода, включая анализ трехмерной структуры пор на основе серии двумерных срезов, а также на интеграцию методов машинного обучения для прогнозирования физико-механических свойств материалов на основе характеристик их пористой структуры.

Список источников

1. Wang X., Liu F., Zhou Y. et al. A review of methods for the quantitative analysis of material porosity // Materials & Design. 2020;187:108418. DOI: 10.1016/j.matdes.2019.108418.

2. Münch B., Holzer L. Contradicting geometrical concepts in pore size analysis attained with electron microscopy and mercury intrusion // Journal of the American Ceramic Society. 2008;91(12):4059–4067. DOI 10.1111/j.1551-2916.2008.02736.x.

3. Zhao Y., Zhang B., Panhwar F. et al. Image segmentation for porosity detection using deep learning methods // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2019;179:590–597. DOI 10.1016/j.petrol.2019.04.092.

4. Maire E., Withers P.J. Quantitative X-ray tomography // International Materials Reviews. 2014;59(1):1–43. DOI 10.1179/1743280413Y.0000000023.

5. Chawla N., Deng X. Microstructure and mechanical behavior of porous sintered steels // Materials Science and Engineering: A. 2005;390(1–2):98–112. DOI 10.1016/j.msea.2004.08.046.

6. Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках : сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием, Брянск, 4–6 июня 2024 года. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. – 481 с. – ISBN 978-5-907958-06-7. – EDN FVBETG.

7. Otsu N. A threshold selection method from gray-level histograms // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 1979;9(1):62–66. DOI 10.1109/TSMC.1979.4310076.

8. Ester M., Kriegel H.-P., Sander J., Xu X. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise // Proc. of the 2nd Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining, 1996, p. 226–231.

9. Beucher S., Meyer F. The morphological approach to segmentation: the watershed transformation. Mathematical morphology in image processing. New York : Marcel Dekker, 1993. P. 433–481. (Optical Engineering ; vol. 34).

10. Iassonov P., Gebrenegus T., Tuller M. Segmentation of X-ray computed tomography images of porous materials: A crucial step for characterization and quantitative analysis of pore structures // Water Resources Research. 2009;45(9). DOI 10.1029/2009WR008087.

11. Liao P. S., Chen T. S., Chung P. C. A fast algorithm for multilevel thresholding // Journal of Information Science and Engineering. 2001;17(5):713–727.

12. Aurenhammer F. Voronoi diagrams—a survey of a fundamental geometric data structure. ACM Computing Surveys. 1991;23(3):345–405. DOI 10.1145/116873.116880.

13. Kass M., Witkin A., Terzopoulos D. Snakes: Active contour models International Journal of Computer Vision. 1988;1(4):321–331. DOI 10.1007/BF00133570.

14. Sonka M., Hlavac V., Boyle R Image Processing, Analysis, and Machine Vision. 4th ed. Boston : Cengage Learning, 2014. 896 p. ISBN 978-1133593607.

15. Gostick J.T. Versatile and efficient pore network extraction method using marker-based watershed segmentation // Physical Review E. 2017;96(2):023307. DOI 10.1103/PhysRevE.96.023307.

Статья поступила в редакцию 22.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Киричек А.В. – д.т.н., профессор, проректор по перспективному развитию ФГБОУ ВО «БГТУ».

Кузьменко А.А. – к.б.н., доцент кафедры «КТС» ФГБОУ ВО «БГТУ».

Спасенников В.В. – д.т.н., профессор кафедры «ГиСД» ФГБОУ ВО «БГТУ».

Андросов К.Ю. – редактор журнала «Эргодизайн» ФГБОУ ВО «БГТУ».

Музалевский Е.С. – ассистент, доцент кафедры «КТС» ФГБОУ ВО «БГТУ».

Вклад авторов: равный.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5:004.514

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ В НЕЙРОМАРКЕТИНГЕ

Полина Дмитриевна Багаева[1], **Варвара Ивановна Акалайнен**[2]✉, **Виктор Эдмундасович Янчус**[3]
[1, 2, 3]Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия
[1]pavlinochik@gmail.com, http://orcid.org/0009-0005-0531-189X
[2]varvaraaka@gmail.com✉, http://orcid.org/0009-0009-3082-1268
[3]vic.phd.2019@gmail.com, http://orcid.org/0000-0001-7220-0819

Аннотация. В работе рассматривается использование коммуникативных функций нейромаркетинга в цифровой среде. Мы изучаем, как нейромаркетинг, объединяющий когнитивную психологию, нейрофизиологию и маркетинг, стремится воздействовать на потребителя на эмоциональном уровне, обходя рациональные аргументы. Ставя человека в центр своего обучения, специалисты всё больше прибегают к коммуникативным функциям дизайна и их применению в цифровом нейромаркетинге, где ограничены сенсорные каналы восприятия. Также используется нарративный маркетинг (сторителлинг) как способ создания эмоциональной связи с аудиторией и повышения восприимчивости к рекламному сообщению. Повествовательная реклама оказывает воздействие на эмоциональное возбуждение, тем самым влияет на убеждения человека.

***Ключевые слова*:** нейромаркетинг, рекламные технологии, стратегии воздействия, коммуникативные функции, эмоциональное воздействие, нарратив.

***Для цитирования*:** Багаева П.Д., Акалайнен В.И., Янчус В.Э. Использование коммуникативных функций в нейромаркетинге // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 36-41.

1. Введение

Маркетинг, как развивающаяся наука, характеризуется постоянным поиском более эффективных методов воздействия на потребительское поведение. В этом контексте выделился нейромаркетинг, объединяющий в себе когнитивную психологию, нейрофизиологию и маркетинг для управления поведением потребителя. Традиционные маркетинговые стратегии часто опираются на осознанные покупательские решения и рациональные аргументы, в то время как нейромаркетинг стремится обойти эту рациональность, работая на

© Багаева П.Д., Акалайнен В.И., Янчус В.Э., 2025

более эмоциональные и инстинктивные уровни. Тем самым, дисциплина изучает реакции человека на различные маркетинговые стимулы, знания о которых позволяет предположить мотивацию человека на те или иные решения [1].

А широта научных взглядов, методов исследования и понимания нейромаркетинга создают целый комплекс методов изучения реакций человека на внешнее воздействие [2].

Ключевым объектом изучения в нейромаркетинге является использование коммуникативных функций дизайна. В цифровом нейромаркетинге коммуникативными средствами могут быть интерактивные

элементы, монтаж кадров и другие рекламные технологии, которые эмоционально воздействуют на потребителя, подталкивая его к покупке того или иного объекта.

Мы рассматриваем, каким образом коммуникативные функции дизайна включить в нейромаркетинговые исследования в цифровой среде. Результаты исследования могут быть направлены на расширение понимания взаимосвязи между цифровой коммуникацией, нейронаукой и маркетингом.

2.Коммуникативные функции

Нейромаркетинг - это междисциплинарная область, которая включает в себя изучение когнитивной психологии, нейробиологии, теории передачи информации(зрительной) и маркетинговых технологий. В отличие от классических маркетинговых опросов, он фиксирует непосредственные человеческие реакции [3]. Средства нейромаркетинга наиболее точно могут предопределить поведение покупателя. Это также поведенческий маркетинг, который эмоционально воздействует на потребителя. Дисциплина изучает средства для привлечения внимания потребителя и влияет на подсознательный выбор человека. Классический нейромаркетинг основан на непосредственном контакте с покупателем, что ведет к анализу главных сенсорных каналов:

- Зрительное восприятие (цветовые решения, форма продукта, дизайн упаковки)
- Аудио воздействие (фоновый звук в торговых точках, аудио сопровождение рекламы)
- Вкусовые ощущения (дегустация продукции)
- Обонятельные раздражители (ароматизация торговых пространств и самих товаров)

● Тактильный контакт (физическое взаимодействие с продуктом)

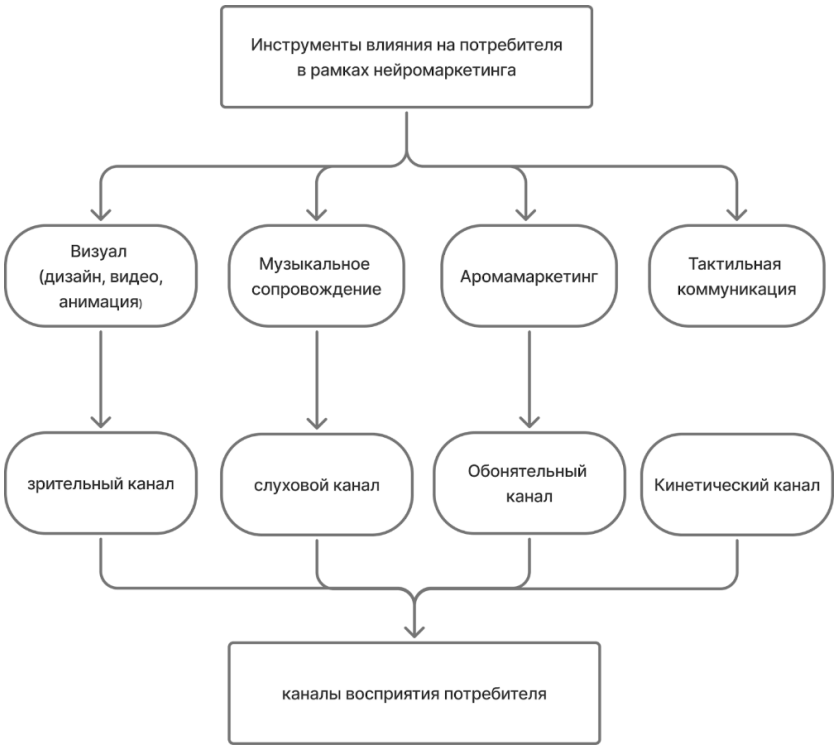


Рис.1 Инструменты нейромаркетингового воздействия

Специализированное оборудование позволяет фиксировать эмоциональные реакции и интенсивность отклика на каждый из этих стимулов. Однако современные реалии демонстрируют стремительную цифровизацию потребительского опыта – сегодня значительная часть взаимодействий между брендом и клиентом происходит в цифровой среде [3]. Данный аспект меняет парадигму нейромаркетинговых исследований и смещает внимание с физических стимулов на цифровые триггеры. В действительности, в данных условиях становятся необходимы технологии, анализирующие бессознательные реакции пользователей. Фокус смещается на определение закономерностей восприятия экранных интерфейсов, паттернов взаимодействия с цифровым контентом и особенностей принятия решений в виртуальном пространстве [3]. Несмотря на использование нейромаркетинговых технологий, их применение в цифровой среде имеет значительные ограничения. Основная проблема заключается в том, что цифровое пространство коммуницирует с человеком только с помощью зрения и слуха, тогда как три других важных канала восприятия - обоняние, вкус и осязание - остаются недоступными. Это серьезное ограничение, ведь в оффлайн-продажах именно эти сенсорные ощущения часто играют ключевую роль в принятии решений (Рис.1). В цифровом мире маркетологам приходится компенсировать отсутствие физического контакта с продуктом, максимально усиливая визуальные и звуковые стимулы. На первый план выходят качественная графика, продуманная цветовое решение, динамичные элементы интерфейса и звуковое сопровождение. Например, чтобы передать текстуру

материала, используют макросъемку и анимацию; для создания ассоциации со вкусом или запахом - определенные цветовые сочетания и фоновые звуки. Развивающиеся в настоящее время технологии постепенно помогают преодолевать эти ограничения. Виртуальная и дополненная реальность, 3D-визуализация, интерактивные элементы интерфейса — все это позволяет создать более полное и иммерсивное впечатление о продукте. Однако, пока цифровой нейромаркетинг вынужден работать в рамках двух каналов восприятия, и это требует от специалистов особого внимания к деталям и понимания психологии визуального и аудиального воздействия.

2.1 Нарратив в цифровом маркетинге

Чтобы создать эмоциональный триггер у покупателя, маркетологи в цифровой среде используют нарративный маркетинг (сторителлинг). Это стратегический подход, основанный на создании и распространении увлекательных историй для установления связи с аудиторией, формирование эмоций и передачи основных ценностей и цели бренда. Повествовательная реклама оказывает воздействие на эмоциональное возбуждение. Часто человек запоминает рекламу, которая предоставляет не только визуальный ряд, но и какой-то повествовательный сюжет [4].

Любое повествование имеет рассказчика, героя и слушателя. Согласно теории нарративного переноса, которую предложили М. Грин и Т. Брук, слушатель погружается в историю, когда испытывает эмоциональную связь с историей или же с героями повествования. Во время нарративного переноса критическое мышление временно снижается, делая слушателя более восприимчивыми к сообщениям, содержащимся в истории. Человек становится менее склонен анализировать правдивость или достоверность информации, что повышает доверие к информации из рекламы [5]. Тем самым, повествование может влиять на убеждения потребителя и создавать побуждение к действию (Рис.2).

В цифровом маркетинге нарративный перенос является дополнительным стимулом, задействуя сенсорные каналы человека, к приобретению того или иного товара. Повествование может быть захватывающим и запоминающемся даже при отсутствии сходства с героями. Всё равно человек может испытывать различные эмоции и чувства, которые будут “закреплены” за рекламируемым объектом [6]. Тем самым, инструменты создания нарратива в цифровом маркетинге схожи с инструментами, которые используют сценаристы и режиссеры при создании фильма.

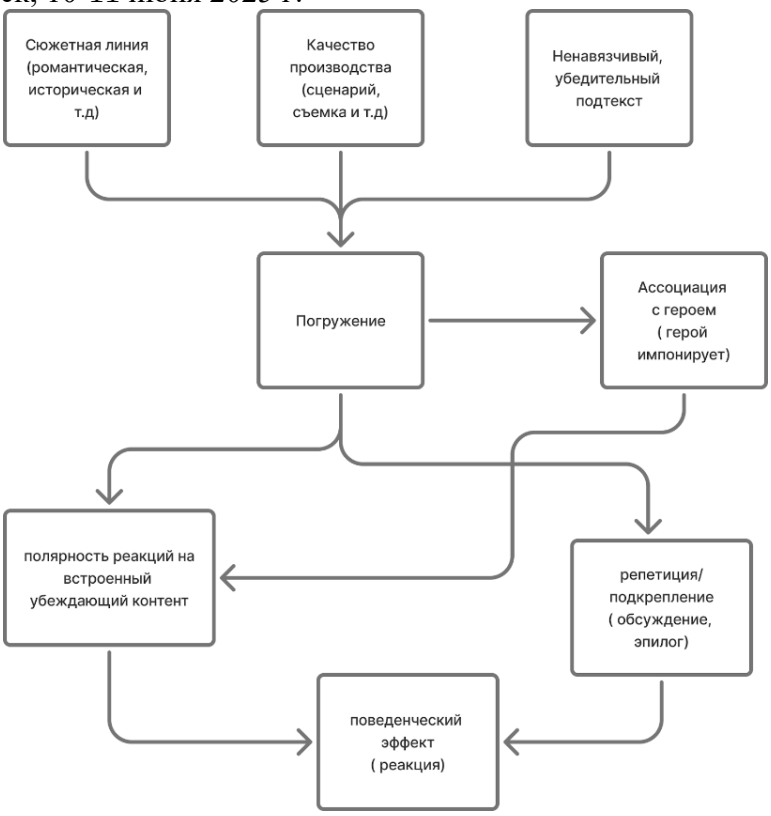


Рис.2. Модель для обработки и воздействия убедительного контента, встроенного в нарратив

Выводы

Такая область маркетинговых исследований, как нейромаркетинг цифрового мира, приводит к более реалистичному пониманию человеческого поведения в принятия экономических решений. Именно поэтому визуальные и аудиальные стимулы требуют внимания к изучению.

Список источников

1. Дули Р. Нейромаркетинг: как влиять на подсознание потребителя / пер. с англ. В. Рубинчик. Минск: Попурри, 2018. 336 с.

2. Ярош О.Б. Нейромаркетинг: новые возможности в исследовании потребительского поведения // Journal of Economy and Business. Vol. 7 / Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского. Россия, Симферополь. С. 149-153.

3. Дьяченко Ю.С., Кодлаева Б.Б. Нейромаркетинг в современных условиях цифровой среды // Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации (Социальный инженер - 2022): сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, Москва, 12–16 декабря 2022 г. Москва: Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина, 2022. Ч. 5. С. 190-194. (Технологии. Дизайн. Искусство).

4. Atli D. From the neuromarketing perspective: the role of narratives in the

advertising // Proceedings of 138 th The IRES International Conference, Jakarta, Indonesia, 30th -31st August, 2018, p. 1-5.

5. Green M., Brock T. The Role of Transportation in the Persuasiveness of Public Narrative // Journal of personality and social psychology. 2000;79:701-721.

6. Slater M., Rouner D. Entertainment–Education and Elaboration Likelihood: Understanding the Processing of Narrative Persuasion // Communication Theory. 2006;12:173-191.

Статья поступила в редакцию 18.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Багаева П.Д. – студент Высшей школы дизайна и архитектуры, ФГАОУ ВО «СПбПУ».

Акалайнен В.И. – студент Высшей школы дизайна и архитектуры, ФГАОУ ВО «СПбПУ».

Янчус В.Э. – к.т.н., доцент, доцент Высшей школы дизайна и архитектуры, ФГАОУ ВО «СПбПУ».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ И УГРОЗА КЛАССИЧЕСКОЙ КРИПТОГРАФИИ: КАК КВАНТОВЫЕ АЛГОРИТМЫ МОГУТ ВЗЛОМАТЬ СОВРЕМЕННЫЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Валерия Дмитриевна Бешагина[1]✉, Анна Сергеевна Саутина[2]
[1, 2]Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, Москва, Россия
[1]lera.beshagina@mail.ru✉, https://orcid.org/0009-0008-3588-4260
[2]sautina.anna.s@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0002-0093-4404

Аннотация. Современные криптографические алгоритмы формируют основу цифровой безопасности. Однако с развитием квантовых вычислений и появлением квантовых алгоритмов классическая криптография оказывается под серьёзной угрозой. В данной работе рассматриваются принципы действия классических криптографических методов, квантовых алгоритмов и анализируется степень уязвимости существующих криптографических стандартов.

***Ключевые слова*:** квантовые вычисления, криптографические алгоритмы, алгоритм Шора, алгоритм Гровера, квантовая криптография, кибербезопасность.

***Для цитирования*:** Бешагина В.Д., Саутина А.С. Квантовые компьютеры и угроза классической криптографии: как квантовые алгоритмы могут взломать современные криптографические методы // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 42-47.

Современная цифровая инфраструктура в значительной степени полагается на криптографические алгоритмы, которые характеризуются конфиденциальностью, целостностью и подлинностью передаваемой и хранимой информации. Однако с развитием квантовых вычислений традиционные криптографические схемы оказываются под угрозой. Квантовые компьютеры, опираясь на принципы квантовой механики, способны выполнять вычисления, недостижимые для классических машин. Это открывает возможности для эффективной реализации квантовых алгоритмов, способных подорвать устойчивость классических криптографических методов.

Квантовые компьютеры – вычислительные устройства, которые используют законы квантовой механики для обработки и передачи данных [3]. Они обладают преимуществами:

– высокая скорость, обусловленная эффектом параллельных вычислений;

© Бешагина В.Д., Саутина А.С., 2025

– огромный объем памяти;
– миниатюрные размеры гейтов;
– свойство переносить информацию без трения и нагрева;
– большое быстродействие;
– эффективность для систем хранения информации.

Кубит — базовая единица информации в квантовом компьютере [1]. В отличие от классического бита, кубит может находиться в суперпозиции

состояний $|0\rangle$ и $|1\rangle$. Это позволяет квантовым компьютерам проводить параллельные вычисления и решать определённые задачи значительно быстрее, чем классические.

Методы шифрования в классической криптографии

В условиях стремительного развития цифровых технологий криптография является ключевым элементом информационной безопасности. Современные устройства хранят значительный объём конфиденциальных данных, и их защита напрямую зависит от эффективности методов шифрования.

Классическая криптография основана на математических алгоритмах, предполагающих наличие секретного ключа для расшифровки данных. Однако появление квантовых вычислений представляет серьёзную угрозу существующим системам защиты. Квантовые алгоритмы потенциально способны взламывать широко используемые схемы.

Основные способы шифрования, которые используются в большинстве случаев: симметричное, ассиметричное шифрование и хэширование [5].

1. Симметричное шифрование основано на использовании одного общего секрета — ключа — как для шифрования, так и для расшифрования сообщений. Основное преимущество таких алгоритмов заключается в их высокой производительности и простоте реализации, это делает их незаменимыми для защиты большого объема данных.

Наиболее известным симметричным алгоритмом является AES (Advanced Encryption Standard) — блочный шифр, основанный на чередовании линейных и нелинейных преобразований, включая перестановки, подстановки и операции над конечными полями. AES с длиной ключа 128, 192 и 256 бит обеспечивает высокий уровень защищенности.

Однако, несмотря на устойчивость симметричных схем к большинству известных атак, они подвержены квантовому ускорению при использовании квантового алгоритма Гровера. Это приводит к необходимости увеличения длины ключа для сохранения уровня безопасности.

2. Асимметричное шифрование, также известное как криптография с открытым ключом, опирается на пару ключей: открытый (публичный) ключ, предназначенный для шифрования или верификации, и закрытый (приватный) ключ, используемый для расшифрования или создания подписи. Безопасность асимметричных схем основывается на вычислительной сложности математических задач разложения большого числа на простые множители.

Классическими представителями асимметричных алгоритмов являются

[6]:

– RSA (Rivest–Shamir–Adleman). Безопасность алгоритма обусловлена сложностью факторизации больших целых чисел. Используется как для шифрования, так и для цифровых подписей;

– Диффи–Хеллман (DH). Схема обмена ключами, основанная на сложности задачи дискретного логарифмирования в конечном поле;

– ECC (Elliptic Curve Cryptography). Представляет собой более эффективную альтернативу RSA и DH, полагаясь на сложность вычисления дискретного логарифма в группе точек эллиптической кривой над конечным полем.

С появлением квантовых вычислений безопасность данных алгоритмов ставится под сомнение ввиду уязвимости к алгоритму Шора, способному решать соответствующие математические задачи за полиномиальное время.

3. Хеш-функции обеспечивают проверку целостности данных, аутентификацию сообщений и формирование цифровых подписей. Основными требованиями к криптографическим хеш-функциям являются устойчивость к нахождению коллизий (двух разных входов, дающих одинаковый хеш), предобразов (по хешу нельзя восстановить исходное сообщение) и вторичных прообразов (нельзя найти другое сообщение с тем же хешем).

Наиболее распространёнными современными стандартами являются SHA-2 и SHA-3. Квантовые алгоритмы, в частности алгоритм Гровера, позволяют сократить сложность поиска предобразов и коллизий вдвое по сравнению с классическими методами.

Квантовые алгоритмы, подрывающие криптографию

1. Алгоритм Шора

Алгоритм Шора, предложенный в 1994 году американским математиком Питером Шором, предназначен для эффективного разложения больших чисел на простые множители, а также для нахождения дискретных логарифмов — двух ключевых задач, на которых строятся большинство криптографических протоколов с открытым ключом [2].

Основная идея алгоритма заключается в приведении задачи факторизации к задаче нахождения периода периодической функции. Для числа N и случайно выбранного целого числа a, взаимно простого с N, определяется функция:

$$f(x) = a^x \bmod N$$

Эта функция обладает периодичностью, и нахождение её периода r, то есть минимального такого r, при котором $a^x \equiv 1 \bmod N$, позволяет эффективно восстановить нетривиальные делители числа N.

Ключевая роль в алгоритме Шора отводится квантовому преобразованию Фурье (QFT), которое применяется к суперпозиции квантовых состояний для извлечения информации о периоде. Благодаря использованию квантового параллелизма и интерференции, алгоритм способен находить период экспоненциально быстрее, чем любые известные классические методы.

2. Алгоритм Гровера

В отличие от алгоритма Шора, алгоритм Гровера, предложенный Ловом Гровером в 1996 году, ориентирован не на решение конкретной математической задачи, а на ускорение поиска в неструктурированной базе данных [2].

В классическом случае поиск нужного элемента среди N возможных требует O(N) шагов. Алгоритм Гровера позволяет сократить этот процесс до $O(\sqrt{N})$ шагов, обеспечивая квадратичное ускорение.

Принцип работы алгоритма заключается в усилении амплитуды правильного ответа в суперпозиции всех возможных решений за счёт амплитудной амплификации. За счёт повторяющихся операций инверсии и отражения относительно средней амплитуды, вероятность измерения нужного элемента возрастает до значения, близкого к 1.

Для оценки потенциального воздействия квантовых алгоритмов на существующие криптографические методы сопоставим их устойчивость в классической и квантовой моделях вычислений. В таблице 1 приведены оценки сложности взлома наиболее распространённых криптографических алгоритмов — как с точки зрения классических атак, так и при наличии квантового компьютера, способного эффективно реализовать алгоритмы Шора и Гровера.

Таблица 1 – Сравнение параметров для реализации угрозы

Алгоритм	**Классическая устойчивость**	**Квантовая устойчивость**	**Алгоритм атаки**
RSA-2048	$\sim 2^{112}$ операций (факторизация)	$\sim 2^{11}$ операций	Шор
ECC (P-256)	$\sim 2^{128}$ операций (дискретный логарифм)	$\sim 2^{11}$ операций	Шор
DH (1024 бит)	$\sim 2^{112}$ операций (факторизация)	$\sim 2^{11}$ операций	Шор
AES-128	$\sim 2^{128}$ операций	$\sim 2^{64}$ операций	Гровер
AES-256	$\sim 2^{256}$ операций	$\sim 2^{128}$ операций	Гровер
SHA-256	$\sim 2^{128}$ операций	$\sim 2^{64}$ операций	Гровер

Далее проведем сравнительный анализ воздействия двух ключевых квантовых алгоритмов — алгоритма Шора и алгоритма Гровера — на наиболее распространённые криптографические алгоритмы.

Таблица 2 - Оценка угроз для криптографических алгоритмов

Алгоритм	**Угроза от алгоритма Шора**	**Угроза от алгоритма Гровера**	**Уровень угрозы**
RSA-2048	Да	Нет	Критический
ECC (P-256)	Да	Нет	Критический
DH (1024 бит)	Да	Нет	Критический

AES-128	Нет	Да	Средний
AES-256	Нет	Незначительная	Низкий
SHA-256	Нет	Да	Средний

Как видно из приведённых данных (Таблица 1, Таблица 2), алгоритм Шора значительно снижает сложность задач факторизации и дискретного логарифмирования. В случае симметричных алгоритмов и хэширования, применение алгоритма Гровера позволяет сократить пространство поиска ключа с экспоненциального до квадратичного, что, хотя и не делает шифр полностью уязвимым, тем не менее требует удвоения длины ключа для сохранения исходного уровня безопасности.

Перспектива угроз и временные горизонты

На сегодняшний день квантовый компьютер, способный реализовать алгоритм Шора для RSA-2048, ещё не построен, но наблюдается устойчивый прогресс в данной области [4]. Исследования и разработки, проводимые ведущими технологическими компаниями и академическими институтами, демонстрируют уверенное движение к построению масштабируемых, отказоустойчивых квантовых вычислительных систем.

Согласно экспертным оценкам, реализация полноценного квантового устройства, способного представлять критическую угрозу для существующих криптографических стандартов, может произойти в горизонте 10–20 лет. На текущий момент особое внимание заслуживает угроза, известная как «собери сейчас — расшифруй позже» (англ. store-now-decrypt-later), когда перехваченные в настоящее время зашифрованные данные могут быть дешифрованы в будущем при наличии квантовых ресурсов.

Таким образом, классические криптографические методы, ранее считавшиеся надёжными, теряют свою актуальность в свете квантовых алгоритмов. Развитие квантовых вычислений представляет собой качественно новую угрозу для систем информационной безопасности.

Список источников

1. Orrell D. Quantum Economics and Finance: An Applied Mathematics Introduction. Third edition. New York City, NY: Panda Ohana Publishing, 2022. P. 66–67. ISBN 978-1-9160816-2-8.

2. Hidary J.D. Quantum Computing: An Applied Approach. Second Edition. Cham, Switzerland: Springer Nature, 2021. P. 18–19. ISBN 978-3-030-83273-5.

3. Кулик С.Д., Берков А.В., Яковлев В.П. Введение в теорию квантовых вычислений (методы квантовой механики в кибернетике): в 2 кн.: учебное пособие. Москва: МИФИ, 2008. Кн. 1. С. 189–191. ISBN 978-5-7262-0996-8.

4. Гайдаш А.А., Егоров В.И., Иванова А.Е., Козубов А.В., Кынев С.М., Наседкин Б.А., Самсонов Э.О. Квантовые технологии: учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2023. 136 с. С. 22–25.

5. Панасенко С. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 576 с. ISBN 978-5-9775-0319-8.

6. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы и исходные коды на языке С. 2-е изд. М.: Триумф, 2002. 816 с. ISBN 5-89392-055-4.

Статья поступила в редакцию 21.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Бешагина В.Д. - студент кафедры «Безопасность информационных технологий», направление подготовки 10.05.04 – Информационно-аналитические системы безопасности ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина».

Саутина А.С. - студент кафедры «Безопасность информационных технологий», направление подготовки 10.05.04 – Информационно-аналитические системы безопасности ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина».

Вклад авторов

Саутина А.С. - идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи (50%).

Бешагина В.Д. - сбор материала, написание статьи (50%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

СРАВНЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ КВАНТОВЫХ ПРОЦЕССОРОВ: IBM, GOOGLE, D-WAVE

Полина Васильевна Бисерова[1]✉, Таир Тимурович Ризванов[2]
[1, 2]Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, Москва, Россия
[1]Pbiserova@yandex.ru✉, https://orcid.org/0009-0008-9404-0893
[2]tairkaa@mail.ru, https://orcid.org/0009-0003-1223-463X

Аннотация. В статье рассматриваются современные квантовые процессоры, разработанные компаниями IBM, Google и D-Wave. Особое внимание уделяется архитектуре, техническим характеристикам, а также области применения процессоров Heron R2, Willow и Advantage2. Проведён сравнительный анализ, позволяющий определить текущий уровень развития квантовых процессоров и их применимость к различным классам вычислительных задач. IBM Heron R2 выделяется как наиболее сбалансированное решение для прикладных задач, Google Willow отражает перспективы построения отказоустойчивых систем, а D-Wave Advantage2 демонстрирует высокую эффективность в задачах оптимизации и квантового отжига.

***Ключевые слова*:** квантовые процессоры, IBM Heron R2, Google Willow, D-Wave Advantage2, архитектура квантового процессора, когерентность кубитов, оптимизационные задачи, NISQ, логические кубиты, сравнительный анализ.

***Для цитирования*:** Бисерова П.В., Ризванов Т.Т. Сравнение существующих квантовых процессоров: IBM, Google, D-Wave // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 48-53.

Квантовый компьютер по своей архитектуре схож с классическим: он включает в себя модули памяти, процессор для выполнения вычислений, а также устройства ввода и вывода информации [8].

Квантовый процессор – это вычислительное устройство, которое использует принципы квантовой механики для обработки информации. Если классический процессор оперирует битами, принимающими значения 0 или 1, то квантовый процессор работает с кубитами — элементами, которые могут одновременно находиться в состоянии 0 и 1 благодаря явлению суперпозиции. Более того, кубиты способны образовывать квантовую запутанность, что позволяет выполнять параллельные вычисления и достигать существенно большей вычислительной мощности по сравнению с традиционными системами. Квантовый процессор построен на основе квантовых логических элементов,

© Бисерова П.В., Ризванов Т.Т., 2025

называемых гейтами. Эти гейты осуществляют преобразование состояний кубитов по законам квантовой механики, реализуя операции, аналогичные логическим операциям в классических схемах, но с учетом квантовых эффектов [8].

Реализация квантовых процессоров может различаться в зависимости от применяемых технологий, архитектурных решений и физической платформы.

К основным разработчикам квантовых процессоров относятся IBM, Google и D-Wave, чьи решения различаются по архитектуре, физическим принципам и подходам к реализации.

IBM разработала ключевые технологии для обеспечения безопасности в условиях квантовых вычислений и предоставляет инструменты и сервисы для их применения [4].

В ноябре 2024 года IBM анонсировала квантовый процессор Heron R2 с 156 кубитами — второе поколение чипа Heron с 133 кубитами, ранее представленное в конце 2023 года. В Heron R2 увеличено число кубитов, улучшены когерентность, точность вентилей и общая вычислительная эффективность. Согласно данным IBM, новая система способна выполнять квантовые схемы с 5000 операциями с двумя кубитами, тогда как в 2023 году этот показатель составлял 2880 операций. За счёт этих улучшений выполнение задач, которые ранее занимали более 120 часов на предыдущем квантовом компьютере IBM, теперь возможно за 2,4 часа [5].

Архитектура Heron R2 включает несколько ключевых усовершенствований для повышения производительности квантового процессора.

Во-первых, количество кубитов было увеличено с 133 до 156, расширяя вычислительное пространство для квантовых схем. Кубиты расположены в гексагональной решётке, что минимизирует перекрёстные помехи и улучшает их связь. Каждый кубит соединён с соседями с помощью настраиваемых соединителей, что позволяет регулировать силу взаимодействия между ними. В Heron R2 конструкция этих соединителей была улучшена для повышения точности операций с двумя кубитами и уменьшения помех [5].

Одной из новинок является технология подавления «двухуровневой системы» (TLS), которая уменьшает шум, возникающий из-за дефектов материала в чипе. Это улучшает когерентность кубитов и стабилизирует работу процессора. В сочетании с улучшением соединителей это повышает точность операций и снижает ошибки, например, средняя ошибка двухкубитных вентилей была уменьшена с 0,5% до 0,3% [5].

Heron R2 использует вентиль CZ для двух кубитов с настраиваемыми соединителями, что заменяет вентиль кросс-резонанса (CX), применявшийся в предыдущих моделях. Это уменьшает количество необходимых импульсов для выполнения операций, сокращая накопление ошибок. Внедрение дробных вентилей также помогает повысить эффективность, уменьшая глубину схемы для некоторых алгоритмов [5].

Дополнительные усовершенствования в механизме считывания кубитов и криогенной инженерии обеспечивают более точные измерения состояний

кубитов, что, в сочетании с улучшенной проводкой и минимизацией шума, способствует созданию стабильного и защищённого от помех процессора. Это позволяет Heron R2 выполнять более длительные квантовые вычисления [5].

Компания Google является одним из лидеров в области квантовых вычислений и активно разрабатывает собственную квантовую платформу. В последние годы компания сосредоточена на разработке более надёжных архитектур, включая логические кубиты, объединяющие несколько физических для повышения стабильности, и продвигается в сторону построения полноценных квантовых вычислительных систем, пригодных для решения прикладных задач в науке, криптографии и оптимизации.

В декабре 2024 года Google представила квантовый процессор Willow с 105 кубитами, разработанный в рамках проекта Google Quantum AI. Процессор основан на сверхпроводящих трансмонных кубитах, размещённых в квадратной решётке, и был полностью изготовлен на собственном производственном предприятии компании в Санта-Барбаре, Калифорния [6].

Willow достиг значительного прогресса в области коррекции квантовых ошибок. По заявлению Google, процессор способен экспоненциально снижать ошибки по мере увеличения числа кубитов благодаря применению передовых методов коррекции, таких как Quantum Error Correction (QEC) [3]. Это позволяет достичь уровня коррекции ошибок ниже порогового значения, и позволяет процессору достигать производительности, ранее недоступной другим системам.

Архитектура Willow была оптимизирована для обеспечения высокой когерентности и точности вентилей. Время когерентности кубитов T1 достигает 100 микросекунд, что свидетельствует о высокой стабильности квантовых состояний. Кроме того, в дизайне процессора были сооптимизированы все квантовые операции — однокубитные и двухкубитные вентильные операции, сброс состояния и считывание, что обеспечивает сбалансированную работу всех компонентов системы [6].

Несмотря на достигнутые успехи, Willow остаётся исследовательским прототипом в рамках эпохи NISQ (Noisy Intermediate-Scale Quantum). Хотя процессор демонстрирует значительное снижение ошибок, уровень логических ошибок (около 0,14% на цикл) всё ещё превышает значения, необходимые для выполнения масштабных квантовых алгоритмов. Кроме того, текущие демонстрации ограничиваются сохранением логических кубитов без реализации полноценных логических вентилей, необходимых для универсальных отказоустойчивых квантовых вычислений [3].

Компания D-Wave специализируется на создании квантовых систем, основанных на принципе отжига (quantum annealing), и является одним из первых коммерческих поставщиков квантовых вычислений. В отличие от универсальных квантовых процессоров, разрабатываемых другими компаниями, D-Wave ориентируется на реализацию специализированных квантовых алгоритмов оптимизации [1].

В ноябре 2024 года компания D-Wave Quantum Inc. завершила калибровку квантового процессора Advantage2 с более чем 4400 кубитами, что стало значительным шагом в развитии её шестого поколения систем квантового отжига. Новый процессор демонстрирует существенные улучшения по сравнению с предыдущей системой Advantage, включая удвоенное время когерентности кубитов, увеличение энергетической шкалы на 40% и расширение связности кубитов с 15 до 20 соединений, что позволяет решать более крупные и сложные задачи [2].

Испытания производительности показали, что Advantage2 способен решать задачи из определённых прикладных областей — например, трёхмерные решётки в материаловедении — до 25 000 раз быстрее по сравнению с предыдущим поколением. Кроме того, процессор обеспечивает решения с пятикратным улучшением точности для задач, требующих высокой степени прецизионности, и показывает преимущество в 99% тестов на задачи выполнимости [7].

Таблица 1 – Сравнительный анализ квантовых процессоров Heron R2, Willow, Advantage2

Характеристика	**IBM Heron R2**	**Google Willow**	**D-Wave Advantage2**
Тип процессора	Универсальный вентильный	Вентильный	Квантовый отжиг
Кубиты (физ.)	156	105	4400+
Архитектура	Гексагональная решётка	Квадратная решётка	Zephyr (20 связей)
Когерентность (T1)	Улучшена (точные данные не указаны)	До 100 мкс	Удвоено
Точность вентилей / операций	~0,3%	Логическая ошибка ~0,14%	Высокая прецизион-ность при отжиге
Коррекция ошибок	Аппаратные улучшения	Quantum Error Correction	Не применяется
Производительность	5000 операций с 2 кубитами	Исследовательские задачи	Ускорение до 25 000×
Назначение	Универсальные алгоритмы	Исследования QEC	Прикладная оптимизация

На сегодняшний день квантовые процессоры разных компаний демонстрируют серьёзный прогресс, но каждая из архитектур решает разные задачи и находится на разной стадии зрелости. IBM Heron R2 — это самая сбалансированная и зрелая система среди представленных, с улучшенной когерентностью, точностью вентилей, увеличенной связностью и поддержкой до 5000

двухкубитных операций, что делает её наиболее готовой для выполнения реальных прикладных квантовых алгоритмов. Это уже не экспериментальная платформа, а рабочий инструмент для задач науки и промышленности.

Google Willow, напротив, представляет собой исследовательский чип, сосредоточенный на отработке логических кубитов и систем коррекции ошибок. Хотя он демонстрирует серьёзные успехи в снижении уровня ошибок и устойчивости состояний, фактическое выполнение полноценных квантовых алгоритмов остаётся ограниченным. Willow показывает будущее направление развития отказоустойчивых квантовых систем, но сам по себе пока не готов к практическому применению в реальных задачах.

D-Wave Advantage2 не соперничает напрямую с системами IBM и Google, так как реализует принципиально иную парадигму — квантовый отжиг. С новой архитектурой Zephyr, улучшенной связностью, увеличенной когерентностью и масштабом в более чем 4400 кубитов, этот процессор достигает рекордных показателей в задачах оптимизации, особенно в физике материалов, логистике и моделировании. Однако он не поддерживает универсальные алгоритмы и не предназначен для реализации логических кубитов или вентильных схем.

Таким образом, IBM обеспечивает наилучший баланс между масштабируемостью, точностью и практическим применением. Google формирует фундамент для будущих устойчивых универсальных вычислений, а D-Wave предлагает наиболее производительное решение в нише специализированных оптимизационных задач. Выбор между ними зависит от целей: реальные приложения сегодня — за IBM и D-Wave, перспективные технологии будущего — за Google.

Список источников

1. О компании D-Wave / D-Wave. URL: https://www.dwavequantum.com/company/about-d-wave/ (дата обращения: 21.04.2025).

2. Advantage / D-Wave. URL: https://www.dwavequantum.com/solutions-and-products/systems/ (дата обращения: 21.04.2025).

3. Google и квантовый рывок: как компания осваивает мультивселенную / ITGLOBAL. URL: https://www.computerra.ru/308836/google-i-kvantovyj-ryvok-kak-kompaniya-osvaivaet-multivselennuyu/ (дата обращения: 21.04.2025).

4. IBM. Квантовые вычисления / IBM. URL: https://www.ibm.com/quantum?lnk=hpii1us (дата обращения: 20.04.2025).

5. IBM представляет квантовый процессор Heron R2 на 156 кубитов / POSTQUANTUM. URL: https://postquantum.com/industry-news/ibm-heron-r2-quantum/ (дата обращения: 20.04.2025).

6. Познакомьтесь с Willow, нашим передовым квантовым чипом // Google. URL: https://blog.google/technology/research/google-willow-quantum-chip/ (дата обращения: 21.04.2025).

7. Детали D-Wave / D-Wave. URL: https://ir.dwavesys.com/news/news-details/2024/D-Wave-Achieves-Significant-Milestone-with-Calibration-of-4400-

Qubit-Advantage2-Processor (дата обращения: 22.04.2025).

8. Шмарин Н.В., Карелиа А.А. Квантовый компьютер: архитектура, процессор и работа // OPEN INNOVATION: сборник статей VII Международной научно-практической конференции, Пенза, 17 ноября 2018 года / отв. ред. Г.Ю. Гуляев. Пенза: Наука и просвещение, 2018. С. 37-39. EDN YQZWBN.

Статья поступила в редакцию 24.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Бисерова П.В. - студент кафедры «Безопасность информационных технологий», направление подготовки 10.05.04 – Информационно-аналитические системы безопасности ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина».

Ризванов Т.Т. - студент кафедры «Безопасность информационных технологий», направление подготовки 10.05.04 – Информационно-аналитические системы безопасности ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина».

Вклад авторов

Бисерова П.В. - идея, сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (50%).

Ризванов Т.Т. - сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (50%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

СВОЙСТВА ВИДЕОКАДРА И ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА: МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Екатерина Владиславовна Боревич[1]✉, Виктор Эдмундасович Янчус[2]
[1, 2] Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия
[1]plasma5210@mail.ru✉, http://orcid.org/0000-0001-6263-3901
[2]vic.phd.2019@gmail.com, http://orcid.org/0000-0001-7220-0819

Аннотация. Авторами обоснована актуальность исследования влияния свойств графического интерфейса на восприятие его пользователем. Проведён сравнительный анализ свойств видеокадра и графического интерфейса. Авторы приводят сравнение этапов восприятия зрительной информации с помощью видеокадра и с помощью интерфейса. Полученные результаты о том, как человек воспринимает систематизированную зрительную информацию (видеокадр) помогут разобраться в более сложной среде - графическом интерфейсе.

Ключевые слова: графический интерфейс, зрительная информация, ментальная модель, видеокадр, пользовательский опыт, айтрекер.

***Для цитирования*:** Боревич Е.В., Янчус В.Э. Свойства видеокадра и графического интерфейса: механизмы взаимодействия // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 54-59.

Введение

Интерфейсы играют ключевую роль в взаимодействии человека и компьютера, обеспечивая передачу зрительной информации и управление вниманием пользователя [1,2]. Разработка эффективных графических пользовательских интерфейсов становится особенно актуальной в связи с широким распространением цифровых технологий. Исследование направлено на выявление влияния свойств графического интерфейса на восприятие его пользователем. Задача исследования – выявление зависимостей параметров восприятия зрительной информации от особенностей элементов интерфейса.

Актуальность исследования

Современные компьютерные технологии активно применяются в различных сферах деятельности, включая веб-разработку, мобильные приложения и системы управления. Это подчеркивает необходимость изучения принципов проектирования графических интерфейсов, обеспечивающих эффективную передачу информации и комфортное взаимодействие пользователя с машиной [3,4,5].

© Боревич Е.В., Янчус В.Э., 2025

Психология восприятия изучает влияние индивидуальных особенностей зрителей и пользователей на процессы обнаружения, различения и опознания.

Примером практического применения теории восприятия является дизайн пользовательских интерфейсов. Понимая, как пользователи обрабатывают визуальную информацию, дизайнеры могут создавать интуитивно понятные и эффективные интерфейсы. Например, использовать свойства элементов интерфейса, чтобы помочь пользователям быстрее ориентироваться в сложной структуре интерфейса.

Свойства видеокадра и графического интерфейса

Проектирование графических интерфейсов включает подбор цвета, формы и расположения элементов, что влияет на восприятие информации пользователями (рис.1). Видеокадры, как и интерфейсы, должны быть интуитивно понятными и доступными для восприятия, чтобы зритель или пользователь могли легко взаимодействовать с содержанием. Представленные свойства характерны для видеокадра и графического интерфейса. Рассмотрим их подробнее.



Рисунок 1. Сравнение свойств видеокадра и графического интерфейса

Информативность — количество информации измеряется снятием неопределенности. Интерфейсы и видеокадры предоставляют информацию через различные каналы восприятия, влияя на понимание и интерпретацию информации пользователем. В данном исследовании рассматривается только зрительный канал восприятия информации.

Композиция — расположение элементов и композиции кадров определяют порядок внимания пользователя и удобство взаимодействия.

Цветовое решение — цвет может оказывать значительное влияние на эмоциональное восприятие и функциональную эффективность. Цветовой контраст используется для выделения важных элементов и улучшения навигации, аналогично роли цвета в кинематографе.

Стилизация — стили оформления интерфейсов зависят от назначения приложений и предпочтений разработчиков. Стилизация видеокадров отражает художественную концепцию режиссера, однако может быть ограничена технологическими возможностями производства.

Динамика — изменение содержимого интерфейса и смена видеокадров создают динамику, привлекающую внимание пользователя и способствующую вовлечению в процесс взаимодействия.

Модель восприятия зрительной информации

Модель предполагает последовательные стадии восприятия зрительных сигналов:

1. Восприятие — регистрация отдельных визуальных компонентов (цвет, форма, композиция).

2. Интерпретация — осмысление увиденного в зависимости от опыта и культурных установок.

Таким образом, взаимодействие с видеокадрами и интерфейсами подчиняется сходному механизму обработки визуальной информации. Этот механизм охватывает этапы регистрации, распознавания и реакции на получаемую информацию. Отличие будет на этапе реакции, так как взаимодействие пользователя с интерфейсом требует от пользователя большей вовлечённости в процесс взаимодействия. Кроме того интерфейс отличается от видеокадра своей интерактивностью, однако на этапе восприятия механизм взаимодействия схожий.

Формирование перцептивного образа

Формирование перцептивного образа представляет собой сложный многоэтапный процесс, включающий обнаружение, различение и опознание (рис. 2) [6,7]. Эти этапы отражают последовательные стадии обработки визуальной информации зрителем или пользователем [8].



Рисунок 2. Формирование перцептивного (чувственного) образа: Обнаружение; Различение; Опознание

Восприятие начинается с обнаружения и анализа сенсорной информации. Затем следует этап переработки и анализа, где информация сопоставляется с существующими знаниями и ожиданиями. Завершается процесс формированием целостного представления о воспринимаемом объекте [9].

Этап 1: Обнаружение — на первом этапе происходит первичное восприятие объектов в видеокадре или интерфейсе. Например, зритель замечает яр-

кие цвета или контрастные элементы, привлекающие внимание. Этот этап может зависеть от характеристик визуального материала, таких как яркость, размер и расположение объектов.

Этап 2: Различение — следующий этап заключается в различении деталей и структуры объектов. Зритель начинает распознавать формы, линии и текстуры, формируя более полное представление о сцене. Для пользователей интерфейса этот этап может включать понимание назначения различных элементов и их функций.

Этап 3: Опознание — заключительный этап предполагает идентификацию объектов и присвоение им значений. Зрители связывают увиденное с предыдущими знаниями и опытом, создавая смысловые ассоциации. Пользователи понимают назначение элементов интерфейса, и готовы начать действовать.

Основные результаты исследования

Экспериментальное исследование, проведенное в лаборатории Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, позволило выявить зависимости восприятия видеокадров и графических интерфейсов от их свойств. Анализ результатов исследований позволил выявить ряд закономерностей относительно факторов, влияющих на восприятие видеокадров и графических интерфейсов пользователями.

Информативность. Влияние фактора информативности выражается следующим образом:

- чем сложнее фон видеокадра (загруженность деталями), тем медленнее воспринимается кадр;
- объекты с дополнительной смысловой нагрузкой воспринимаются лучше, если они расположены на нейтральном фоне;
- интерфейсы с большим количеством объектов замедляют процесс восприятия информации [10].

Композиция. Исследование композиционных особенностей показало:

- быстрее всего воспринимаются объекты, занимающие около четверти-половины экрана (25–40%);
- удалённые от центра или слишком мелкие/слишком большие объекты требуют большего времени для восприятия [11].

Цветовое решение. При анализе цвета выявлены следующие наблюдения:

- использование триадной цветовой схемы увеличивает время интерпретации изображений;
- чёрный фон помогает лучше воспринимать пиктограммы [12];
- яркость существенно влияет на скорость идентификации цветов — жёлтый цвет на сером фоне различим лучше остальных основных цветов при снижении освещённости [13].

Стилизация

Экспериментальное исследование стилевого решения показало следующее:

- фотореалистичный стиль способствует быстрому пониманию содержания кадра;
- кубизм и абстрактные формы увеличивают время восприятия информации;
- графические интерфейсные элементы (иконки) облегчают навигацию и восприятие структуры интерфейса [14,15].

Заключение

Процесс формирования перцептивного образа подвержен влиянию множества факторов, включая структуру видеокадра или интерфейса, индивидуальные особенности зрителя или пользователя и психологические аспекты восприятия.

Структура видеокадра или интерфейса играет важную роль в восприятии. Яркие цвета, четкие контуры и узнаваемые символы облегчают обработку информации. Личные предпочтения, опыт и культурный фон могут существенно повлиять на интерпретацию визуальных стимулов.

Исследование выявило общие закономерности восприятия видеокадров и графических интерфейсов, подчеркивая важность учета характеристик интерфейса при проектировании. Полученные данные позволяют разрабатывать более эффективные и удобные интерфейсы, улучшая качество взаимодействия пользователя с цифровыми системами.

Список источников

1. Ломов Б.Ф. (ред.). Справочник по инженерной психологии. М.: Машиностроение, 1982. 368 с.
2. Сергеев С.Ф., Падерно П.И., Назаренко Н.А. Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов: учебное пособие. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. 108 с.
3. Еникеев М.И. Психологический энциклопедический словарь. М., 2010. 560 с.
4. Вудсон У., Коновер Д. Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов. М., 1968. 518 с.
5. Сергеев С.Ф. Виртуальные тренажеры: проблемы теории и методологии проектирования // Биотехносфера. 2010. № 2 (8). С. 15–20.
6. Даниэль С.М. Искусство видеть. Л.: Искусство, 1990. 224 с.
7. Жуковский В.И., Пивоваров Д.В. Зримая сущность. Визуальное мышление в изобразительном искусстве. Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1991. 284 с.
8. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М.: Прогресс, 1988. 464 с.

9. Янчус В.Э. Информационная модель восприятия визуальной информации человеком // Труды международной конференции по компьютерной графике и зрению «Графикон» (19-21 сентября 2023 г., Москва). С. 969-975.

10. Хейфиц А.Е., Янчус В.Э., Боревич Е.В. Методика проведения экспериментального исследования восприятия графического интерфейса с применением технологии ай-трекинга // Программные системы и вычислительные методы. 2022. № 2. С. 52-62. DOI 10.7256/2454-0714.2022.2.37972. EDN XRZXKT.

11. Боревич Е.В., Янчус В.Э. Исследование влияния элементов кинокадра на его восприятие // Неделя науки ИСИ: сборник материалов всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 3–9 апреля 2023 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023. Ч. 3. С. 308-311. EDN SXHDLY.

12. Хейфиц А.Е., Янчус В.Э. Исследование особенностей визуального восприятия фотомонтажа методом ай-трекинга // Неделя науки ИСИ: сборник материалов всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 4–10 апреля 2022 года. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. Ч. 3. С. 240-243. EDN VUIGQT.

13. Боревич Е.В., Янчус В.Э., Хейфиц А.Е. Исследование линейности цветовосприятия человека в графическом интерфейсе систем управления // Эргодизайн. 2024. № 3 (25). С. 320-328. DOI 10.30987/2658-4026-2024-3-320-328. EDN DBAAKQ.

14. Золотарев К.И., Боревич Е.В., Никитина Т.А., Янчус В.Э. Исследование влияния элементов графического интерфейса на считывание зрительной информации // Психология и психотехника. 2025. № 1. С. 199-214. DOI 10.7256/2454-0722.2025.1.73633. EDN YTZFPR.

15. Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием, Брянск, 4–6 июня 2024 года. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. 481 с. ISBN 978-5-907958-06-7. EDN FVBETG.

Статья поступила в редакцию 19.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Боревич Е.В. - ст. преподаватель Высшей школы дизайна и архитектуры СПбПУ.

Янчус В.Э. - к.т.н., доцент Высшей школы дизайна и архитектуры СПбПУ.

Вклад авторов

Боревич Е.В. - написание статьи, сбор материала, обработка материала

(50%).

Янчус В.Э. - идея, частичное написание статьи, научное редактирование текста (50%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ БУДУЩЕГО: ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНЫХ МЕХАНИЗМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Виктор Владимирович Борщенко
Северо-Западный институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия
boss-victor@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-3521-0556

Аннотация. В статье исследуются возможности применения адаптивных механизмов искусственного интеллекта (ИИ) для разработки персонализированных интерфейсов в эргатических системах. Рассматриваются ключевые аспекты их внедрения, включая повышение эффективности взаимодействия человека и машины, а также связанные с этим этические, правовые, социальные и экономические последствия. На основе анализа современных подходов к алгоритмизации, моделированию и персонализации предложены концептуальные решения для оптимизации эргатических систем. Особое внимание уделено вызовам, связанным с конфиденциальностью данных, ответственностью за автономные решения и социальной адаптацией к новым технологиям.

Ключевые слова: адаптивные ИИ-механизмы; эргатические системы; персонализированные интерфейсы; алгоритмизация; этические дилеммы; правовое регулирование; социальная адаптация; экономическая эффективность; информационная безопасность.

Для цитирования: Борщенко В.В. Персонализированные интерфейсы будущего: применение адаптивных механизмов искусственного интеллекта в эргатических системах // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 61-68.

Введение

Эргатические системы, объединяющие человека-оператора и технические средства в единую функциональную структуру, играют ключевую роль в управлении сложными динамическими объектами, такими как транспортные средства, производственные комплексы и информационные сети. Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) открывает новые горизонты для создания адаптивных интерфейсов, способных подстраиваться под индивидуальные особенности пользователя, его когнитивные способности и текущий

© Борщенко В.В., 2025

контекст выполнения задач [5, с. 7]. Персонализированные интерфейсы становятся важным элементом эргодизайна, обеспечивая не только повышение производительности, но и снижение когнитивной нагрузки на оператора.

В условиях цифровой трансформации, когда объем данных и сложность систем управления стремительно возрастают, адаптивные ИИ-механизмы приобретают особую актуальность. Они позволяют учитывать специфику задач, динамику внешней среды и уникальные характеристики оператора, что особенно важно для крупномасштабных иерархических систем, таких как автоматизированные системы управления (АСУ) или умные города [2, с. 6]. Однако внедрение таких технологий сопряжено с рядом вызовов: этические дилеммы, связанные с автономностью ИИ, конфиденциальностью данных и социальной справедливостью, требуют глубокого анализа [11, с. 950]. Кроме того, правовые рамки, социальные последствия и экономические затраты остаются недостаточно изученными аспектами, что подчеркивает необходимость системного подхода к исследованию данной темы.

Цель настоящей работы — проанализировать возможности применения адаптивных ИИ-механизмов для создания персонализированных интерфейсов в эргатических системах, выявить связанные с этим риски и предложить пути их минимизации.

Теоретические основы адаптивных ИИ-механизмов в эргатических системах

Эргатические системы представляют собой иерархические структуры, включающие человека-оператора, технические средства и информационно-математическое обеспечение (ИМО), предназначенное для управления сложными динамическими объектами. Основой функционирования таких систем является алгоритмизация — процесс разработки математических моделей, логико-лингвистических структур и программного обеспечения, обеспечивающих оптимальное взаимодействие всех компонентов [5, с. 8]. Адаптивные ИИ-механизмы дополняют этот процесс, позволяя системам динамически подстраиваться под изменяющиеся условия и потребности пользователя.

Персонализация интерфейсов предполагает учет индивидуальных особенностей оператора, включая скорость реакции, уровень подготовки, предпочтения в представлении информации и даже психологические факторы. Например, адаптивные тренажерные комплексы на основе нейросетевой архитектуры способны корректировать сценарии обучения в зависимости от прогресса оператора, что повышает эффективность подготовки [6, с. 20]. Такие системы используют алгоритмы машинного обучения для анализа данных, поступающих в реальном времени, и формирования персонализированных решений.

Важным аспектом адаптивности является способность ИИ к самообучению и распределению задач. Мультиагентные технологии, применяемые в эргатических системах управления, позволяют создавать автономные модули, каждый из которых адаптируется к конкретным условиям эксплуатации [7, с. 8]. Это обеспечивает гибкость в обработке информации и снижает нагрузку на

оператора, что особенно важно в условиях многозадачности. Например, в системах управления умными городами ИИ координирует работу множества подсистем, адаптируя интерфейс под текущие потребности оператора и динамику городской среды [2, с. 9].

Теоретическая база адаптивных механизмов включает также использование фреймовых моделей и семантических сетей для представления знаний. Эти инструменты позволяют структурировать данные о пользователе и контексте, обеспечивая оперативное принятие решений [5, с. 5]. В отличие от статичных моделей, основанных на исчислении предикатов, фреймовые структуры обладают гибкостью, что делает их предпочтительными для моделирования динамических процессов в эргатических системах.

Технологические аспекты персонализированных интерфейсов

Персонализированные интерфейсы будущего базируются на интеграции ИИ с графическими пользовательскими средами, мультимодальными технологиями и сетевыми инструментальными платформами. Эргономические качества таких интерфейсов — интуитивность, минимальная задержка отклика и адаптация к контексту — являются определяющими факторами их эффективности [9, с. 54]. Например, в мобильных приложениях ИИ используется для динамического изменения структуры меню, рекомендаций и визуального оформления, что улучшает пользовательский опыт [8, с. 56].

В эргатических системах персонализация достигается через анализ данных, поступающих от оператора и окружающей среды. Сетевые инструментальные среды позволяют разрабатывать интерфейсы, которые адаптируются к конкретным задачам и предпочтениям пользователя в реальном времени [7, с. 8]. Это особенно актуально для крупномасштабных систем, где оператор взаимодействует с большим объемом информации. Например, в управлении умными городами ИИ обрабатывает данные с датчиков, корректируя интерфейс в зависимости от текущей ситуации — от транспортных потоков до экологических показателей [2, с 9].

Примером практической реализации является совместное управление объектом, где ИИ выступает в роли рационального агента, предлагающего оператору оптимальные решения. В экспериментах по шлюзованию судов адаптивные алгоритмы сократили количество управляющих действий и повысили безопасность, минимизируя влияние человеческого фактора. Однако такие системы требуют точной калибровки, чтобы избежать ошибок, связанных с неправильной интерпретацией данных или преждевременными действиями оператора [10, с. 435].

Другой важный аспект — использование данных для персонализации услуг. Исследования показывают, что анализ поведенческих факторов и предпочтений оператора позволяет создавать интерфейсы, повышающие эффективность взаимодействия [1, с. 280]. Например, в системах хранения данных ИИ оптимизирует доступ к информации, адаптируя интерфейс под запросы пользователя, что сокращает время выполнения задач [3, с. 198]. Это подчеркивает значимость интеграции аналитических инструментов с адаптивными

механизмами.

Этические проблемы внедрения адаптивных ИИ-механизмов

Внедрение адаптивных ИИ-механизмов в эргатические системы поднимает ряд этических вопросов, требующих тщательного рассмотрения.

Во-первых, персонализация интерфейсов невозможна без сбора и обработки больших объемов данных о пользователе — от его действий до биометрических показателей. Это создает риски нарушения конфиденциальности, особенно в системах, работающих с чувствительной информацией, таких как АСУ правосудия или управления транспортом [11, с. 950]. Утечка данных может привести к серьезным последствиям, включая утрату доверия к системе и юридические санкции.

Во-вторых, автономность ИИ порождает проблему распределения ответственности. Если адаптивный интерфейс принимает решение, отклоняющееся от намерений оператора, возникает вопрос: кто несет ответственность за возможные ошибки — разработчик системы, сам ИИ или человек-оператор? Этот аспект особенно актуален в системах хранения данных, где ИИ может ограничить доступ к информации на основе собственных алгоритмов, что потенциально нарушает права пользователя [3, с. 198]. Отсутствие четких правовых рамок усугубляет эту проблему, оставляя неопределенность в вопросах подотчетности.

Третий этический вызов связан с риском дискриминации. Алгоритмы персонализации, основанные на машинном обучении, могут воспроизводить предвзятость, заложенную в обучающих данных, что приводит к неравному доступу к функционалу системы [11, с. 950]. Например, интерфейс, адаптированный под определенную группу операторов (по возрасту, опыту или культурным особенностям), может быть менее эффективен для других, создавая социальные диспропорции. Это особенно критично в системах управления, где равный доступ к ресурсам является ключевым фактором безопасности.

Четвертый аспект касается влияния ИИ на автономию человека. Чрезмерная зависимость от адаптивных интерфейсов может снизить уровень критического мышления оператора, особенно если система принимает большинство решений самостоятельно [10, с. 432]. В то же время, диалоговые режимы, поддерживаемые ИИ, способны повысить доверие к системе за счет прозрачности процессов [7, с. 10]. Таким образом, этический баланс между автоматизацией и человеческим контролем становится центральной задачей при проектировании персонализированных интерфейсов.

Правовые последствия и вызовы регулирования

Интеграция адаптивных ИИ-механизмов в эргатические системы требует разработки правовых норм, регулирующих их использование. Отсутствие единых стандартов в области защиты данных и ответственности за действия автономных систем создает юридические пробелы, усложняющие их внедрение [5, с. 11]. Например, в системах управления умными городами необходимо учитывать законодательные ограничения на сбор персональной информации, что требует согласования между техническими возможностями и правовыми

рамками [2, с. 4].

Одним из ключевых вопросов является регулирование конфиденциальности. Персонализированные интерфейсы, основанные на анализе данных, должны соответствовать строгим требованиям защиты информации, таким как General Data Protection Regulation в Европе или аналогичные нормы в других регионах. Нарушение этих стандартов может привести к штрафам и утрате репутации компаний, разрабатывающих такие системы [11, с. 950]. Кроме того, отсутствие международной гармонизации в правовом регулировании ИИ усложняет его применение в транснациональных проектах.

Другой правовой аспект связан с ответственностью за ошибки ИИ. В эргатических системах, где совместное управление объектом предполагает взаимодействие человека и машины, необходимо четко определить границы полномочий каждого участника [10, с. 440]. Например, в случае аварии, вызванной некорректной адаптацией интерфейса, юридическая ответственность может быть распределена между разработчиком, оператором и владельцем системы, что требует детальной проработки правовых механизмов.

Наконец, правовое регулирование должно учитывать социальные последствия внедрения ИИ, такие как сокращение рабочих мест и необходимость переподготовки кадров. Автоматизация рутинных задач, поддерживаемая адаптивными механизмами, может привести к изменению структуры занятости, что требует законодательной поддержки для смягчения социальных рисков. Таким образом, правовая база должна быть гибкой и учитывать динамику технологического развития.

Социальные последствия и адаптация общества

Социальные последствия внедрения персонализированных интерфейсов в эргатические системы многогранны и затрагивают как индивидуальный, так и общественный уровни. Одним из ключевых эффектов является изменение структуры занятости. Автоматизация, обеспечиваемая ИИ, сокращает потребность в низкоквалифицированном труде, одновременно увеличивая спрос на специалистов в области разработки и обслуживания адаптивных систем [11, с. 950]. Это подчеркивает необходимость инвестиций в образование и переподготовку кадров, чтобы минимизировать социальное неравенство.

Другой аспект связан с восприятием ИИ операторами и обществом в целом. Исследования показывают, что чрезмерная зависимость от автоматизированных решений может привести к деградации навыков критического мышления и принятия решений. Например, в экспериментах по шлюзованию судов было отмечено, что операторы, полагающиеся на адаптивные алгоритмы, иногда теряли способность быстро реагировать на нестандартные ситуации, что подчеркивает важность сохранения человеческого контроля [10, с. 439]. В то же время, диалоговые интерфейсы, предоставляющие оператору прозрачную информацию о решениях ИИ, способствуют повышению доверия и снижению психологического сопротивления [7, с. 8].

Социальная адаптация к новым технологиям также связана с измене-

нием взаимодействия между человеком и машиной. Персонализированные интерфейсы, адаптирующиеся к индивидуальным особенностям оператора, могут повысить комфорт работы, но одновременно вызвать вопросы о границах вмешательства ИИ в личное пространство. Например, в системах управления умными городами сбор данных о поведении жителей может восприниматься как угроза приватности, что требует разработки механизмов общественного контроля и информирования. Также одним социальным вызовом является доступность технологий. Если персонализированные интерфейсы станут привилегией крупных организаций или высокоразвитых регионов, это может усилить социальное расслоение [Юрченко В. Возможности внедрения искусственного интеллекта в бизнесе., с. 949]. Решение этой проблемы требует государственной поддержки и создания доступных платформ, что особенно важно для малого и среднего бизнеса.

Экономические аспекты и перспективы развития

С экономической точки зрения внедрение адаптивных ИИ-механизмов в эргатические системы обещает значительные выгоды. Оптимизация процессов управления, как в случае с тренажерными комплексами или системами шлюзования, сокращает затраты на обучение персонала и эксплуатацию оборудования [6, с. 17]. Персонализация клиентского опыта, реализованная через ИИ, повышает лояльность пользователей и доходы компаний, что подтверждается опытом розничной торговли и стриминговых платформ [11, с. 949]. Например, анализ данных о предпочтениях позволяет предлагать индивидуальные решения, увеличивая конкурентоспособность бизнеса.

Однако экономическая эффективность сопряжена с высокими первоначальными затратами. Разработка адаптивных интерфейсов требует значительных инвестиций в инфраструктуру, включая вычислительные мощности, программное обеспечение и системы безопасности данных [11, с. 950]. Кроме того, обучение персонала и интеграция ИИ в существующие системы увеличивают финансовую нагрузку на компании. Долгосрочная выгода зависит от способности бизнеса минимизировать риски и адаптироваться к технологическим изменениям.

Примером экономической эффективности является использование ИИ в управлении цепочками поставок. Адаптивные алгоритмы позволяют прогнозировать спрос, оптимизировать маршруты доставки и контролировать качество продукции, что снижает издержки и повышает производительность. Данный подход применим к эргатическим системам, где персонализированные интерфейсы сокращают время реакции оператора и улучшают координацию действий [4, с. 682].

Перспективы развития связаны с совершенствованием технологий обработки данных и естественного языка. Гибридные модели, сочетающие возможности ИИ и человеческий фактор, станут основой для создания систем, обеспечивающих баланс между автоматизацией и контролем [11, с. 950]. В эргатических системах это позволит достичь синергии между машиной и чело-

веком, что особенно важно для задач, требующих высокой точности и оперативности. Кроме того, развитие открытых платформ для персонализации интерфейсов сделает технологии доступными для широкого круга пользователей, включая малый бизнес и образовательные учреждения.

Заключение

Персонализированные интерфейсы, основанные на адаптивных ИИ-механизмах, представляют собой перспективное направление развития эргатических систем. Они обеспечивают повышение эффективности управления, снижение когнитивной нагрузки и улучшение взаимодействия между человеком и машиной. Технологические достижения в области алгоритмизации, моделирования и персонализации открывают новые возможности для оптимизации сложных систем, от управления транспортом до цифровизации городов.

Однако внедрение таких технологий сопряжено с многоуровневыми вызовами. Этические дилеммы, связанные с конфиденциальностью, ответственностью и социальной справедливостью, требуют разработки прозрачных стандартов и механизмов контроля. Правовые рамки должны эволюционировать, чтобы учитывать автономность ИИ и защищать права пользователей. Социальные последствия, включая изменение занятости и восприятие технологий, подчеркивают необходимость образовательных и адаптационных программ. Экономические выгоды, несмотря на высокие первоначальные затраты, подтверждают целесообразность инвестиций в долгосрочной перспективе.

Анализ материалов показывает, что успех персонализированных интерфейсов зависит от сбалансированного подхода, учитывающего технические, гуманитарные и экономические факторы. Разработка стандартов безопасности данных, повышение прозрачности алгоритмов и подготовка общества к изменениям станут определяющими шагами на пути к устойчивому развитию эргатических систем будущего.

Список источников

1. Антошина К.А. Использование данных в персонализации услуг и улучшении клиентского опыта // Индустриальная экономика. 2022. № 1. С. 278–282.
2. Бурый А.С., Ловцов Д.А. Информационные технологии цифровой трансформации умных городов // Правовая информатика. 2022. № 2. С. 4–13.
3. Жилин В.В., Сафарьян О.А. Искусственный интеллект в системах хранения данных // Вестник Донского государственного технического университета. 2020. Т. 20, № 2. С. 196–200.
4. Зубкова Т.М., Тагирова Л.Ф., Тагиров В.К. Прототипирование адаптивных пользовательских интерфейсов прикладных программ с использованием методов искусственного интеллекта // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. № 4. С. 680–688.
5. Ловцов Д.А. Алгоритмизация в крупномасштабных иерархических эргасистемах // Правовая информатика. 2022. № 1. С. 4–14.

6. Обухов А.Д. Разработка адаптивных тренажерных комплексов на основе нейросетевой архитектуры информационных систем // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2021. № 37. С. 5–26.

7. Петрин К.В., Теряев Е.Д., Филимонов А.Б., Филимонов Н.Б. Мультиагентные технологии в эргатических системах управления // Известия ЮФУ. Технические науки. 2010. № 3. С. 7–13.

8. Пономарёв Е.В. Использование искусственного интеллекта для улучшения пользовательского опыта в мобильных приложениях // Инновационная наука. 2024. № 9-2. С. 54–59.

9. Степанян И.В. Эргономические качества графических пользовательских интерфейсов: состояние и эволюция // Медицина труда и промышленная экология. 2018. № 12. С. 51–56.

10. Тырва В.О. Совместное управление объектом в эргатической системе: модели и реализации // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2018. № 2. С. 430–443.

11. Юрченко В. Возможности внедрения искусственного интеллекта в бизнесе // Вестник науки. 2024. № 11 (80). С. 947–952.

Статья поступила в редакцию 10.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Борщенко В.В. - канд. полит. наук, доцент кафедры иностранных языков Северо-Западного института управления — филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ИИ-СИСТЕМ

Юлия Александровна Воронцова[1]✉, Владислав Олегович Антоненков[2], Матвей Борисович Рыскин[3]
[1, 2, 3]Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия
[1]Voroncova.yuliya@mail.ru✉, https://orcid.org/0000-0002-0969-434X
[2]antt.05@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-4498-2585
[3]mqttvuzmqtt@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-7752-2591

Аннотация. В данной статье рассматриваются этические проблемы внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в различные сферы жизни общества, а также моделируются правовые, социальные и экономические последствия его применения. Проанализированы ключевые вызовы, связанные с прозрачностью алгоритмов, дискриминацией и biaisom, защитой личных данных, определением ответственности за принятые решения системами ИИ, а также влиянием технологий на рынок труда и социальное неравенство. Особое внимание уделено вопросам справедливости, безопасности и регулирования использования ИИ в контексте современных реалий. Представлен обзор работ авторов, исследующих этические и правовые аспекты внедрения ИИ, а также предложены рекомендации по минимизации негативных последствий автоматизации для общества.

Ключевые слова: искусственный интеллект, этические проблемы, защита данных, социальное неравенство, автоматизация, правовое регулирование, ответственность.

***Для цитирования*:** Воронцова Ю.А., Антоненков В.О., Рыскин М.Б. Этические проблемы внедрения ИИ-систем // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 69-74.

Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) становится неотъемлемой частью современной экономики и общества. Однако вместе с преимуществами технологии возникают серьезные этические вызовы, которые требуют тщательного анализа и разработки соответствующих нормативных и методологических подходов. Этические вопросы становятся особенно актуальными в контексте автоматизации процессов принятия решений, где ИИ может замещать человеческую роль, что порождает риски дискриминации, нарушения конфиденциальности и потери контроля над технологиями.

Цель данной статьи – проанализировать этические проблемы, возникающие при внедрении искусственного интеллекта в различные сферы жизни, а также рассмотреть правовые, социальные и экономические последствия его

© Воронцова Ю.А., Антоненков В.О., Рыскин М.Б., 2025

применения. Особое внимание будет уделено вопросам справедливости, прозрачности, защиты личных данных и ответственности за принятые решения системами ИИ.

Статья предназначена для специалистов в области информационных технологий, юристов, социологов и экономистов, а также широкого круга читателей, интересующихся влиянием технологий ИИ на общество. Она поможет понять сложность взаимодействия технологий с человеческими ценностями и выработать рекомендации по управлению этими проблемами.

Анализом этических проблем, возникающим при внедрении искусственного интеллекта, занималось много авторов. В своей книге "*Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*" (2016) О'Нил (O'Neil C.) исследует как алгоритмы и большие данные могут усиливать социальное неравенство и угрожать демократическим процессам [6]. Она рассматривает примеры из рекрутинга, образования и правоохранительной деятельности, показывая, как предвзятость алгоритмов влияет на жизнь людей. Ее работа подчеркивает необходимость создания прозрачных и справедливых систем, которые учитывают этические аспекты.

В книге "*Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*" (2014) Бостром (Nick Bostro) анализирует долгосрочные риски, связанные с развитием искусственного интеллекта [2]. Он обращает внимание на вопросы безопасности, контроля и этики, предлагая стратегии управления мощными ИИ-системами. Его исследования особенно важны для понимания того, как можно минимизировать риски, связанные с автономностью ИИ.

В своей работе "*Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor*" (2018) Вирджиния Юбэнкс (Virginia Eubanks) исследует, как технологии ИИ и автоматизированные системы влияют на бедные слои населения [4]. Автор показывает, что использование алгоритмов в социальной сфере часто усугубляет социальное неравенство, создавая новые барьеры для доступа к ресурсам и услугам.

В своем труде *"The Ethics of Artificial Intelligence"* (2019) Лучано Флориди (Floridi L.), представляет комплексное исследование моральных и этических вопросов, возникающих в связи с развитием и применением искусственного интеллекта (ИИ) [5]. Она содержит рекомендации для политиков, разработчиков ИИ и конечных пользователей относительно того, как обеспечить этичное развитие и использование ИИ.

В своей статье "*The Trouble with Bias*" (2017) Кроуфорд (Kate Crawford) исследует проблемы предвзятости в алгоритмах и предлагает пути их решения [3]. Она акцентирует внимание на необходимости тестирования алгоритмов на предмет дискриминации и разработки механизмов для устранения предвзятости.

Этические проблемы внедрения ИИ-систем представляют собой комплексный вызов для современного общества, охватывая широкий спектр вопросов: от технической реализации до глубинных социальных последствий. В первую очередь стоит отметить, что многие ИИ-системы функционируют как

«черные ящики», что делает практически невозможным для пользователей и даже экспертов понять, как именно они приходят к своим решениям. Это особенно критично в таких областях, как судебная система или здравоохранение, где ошибка может привести к серьезным последствиям для жизни человека. Например, в банковской сфере алгоритмы кредитного скоринга анализируют исторические данные, чтобы определить, кому выдать кредит, а кому отказать. Однако если эти данные содержат скрытые предвзятости, такие как предпочтение определенной этнической группы или уровня дохода, это может привести к дискриминации и несправедливым решениям. Люди, которые по всем параметрам должны получить кредит, могут быть отвергнуты только потому, что алгоритм обучен на данных, содержащих стереотипы прошлого. Такие примеры подчеркивают необходимость разработки прозрачных алгоритмов, которые можно проверить и объяснить как экспертам, так и обычным пользователям.

Проблема дискриминации и biaisa (от английского ‘bias’ – «предубеждение», «предвзятость») в алгоритмах становится все более актуальной с развитием технологий ИИ. Алгоритмы часто обучаются на больших массивах данных, которые отражают предвзятости общества, такие как гендерное, расовое или возрастное неравенство. Например, в области рекрутинга алгоритмы могут отдавать предпочтение кандидатам мужского пола в технических специальностях, исходя из исторических данных, где такие роли традиционно занимали мужчины. Это приводит к тому, что женщины оказываются в невыгодном положении, даже если их квалификация полностью соответствует требованиям. Похожая проблема возникает в правоохранительной деятельности, где алгоритмы прогнозирования преступлений могут неправильно фокусироваться на определенных районах или группах населения. Это увеличивает риск несправедливых арестов, судебных решений и даже усугубляет социальные проблемы, такие как маргинализация и социальное неравенство. Решение этой проблемы требует не только тестирования алгоритмов на предмет предвзятости, но и активного вмешательства в процесс их обучения, чтобы исключить влияние стереотипов.

Защита личных данных является еще одной ключевой проблемой, связанной с внедрением ИИ, особенно для современного поколения. Поколение “Z” в ближайшее время станут строителями нашего дальнейшего будущего. Поколение “Z” характеризуется, как первое поколение, выросшее в непосредственной связи с Интернетом. Это во многом повлияло на его развитие. Представители поколения “Z” всегда «онлайн», постоянно общаются со своими сверстниками по мобильному телефону, через СМС, в социальных сетях [1]. Для обучения и функционирования систем часто требуется доступ к большим объемам персональных данных, что создает значительные риски утечки информации и нарушения конфиденциальности. Особенно чувствительны данные в медицине, финансовой сфере и социальных сетях. Например, использование ИИ для анализа медицинских записей может значительно улучшить ка-

чество диагностики и лечения, но одновременно ставит под угрозу конфиденциальность пациентов. Если такие данные попадут в руки злоумышленников, это может привести к серьезным последствиям, включая шантаж, мошенничество и другие формы злоупотреблений. Чтобы минимизировать эти риски, необходимо разработать строгие правила доступа к данным и внедрить механизмы защиты, такие как шифрование, анонимизация и многоуровневая аутентификация. Кроме того, важно обеспечить, чтобы пользователи имели контроль над своими данными и могли самостоятельно решать, какие данные предоставлять и как они будут использоваться.

Ответственность за принятые решения системами ИИ также представляет собой сложную этическую и правовую проблему. Если ИИ совершает ошибку, которая приводит к материальному или моральному ущербу, кто должен нести ответственность? Это может быть производитель системы, заказчик, оператор или даже сама система. Отсутствие четкой ответственности может привести к юридическим спорам и снижению доверия к технологиям. Например, в случае аварии беспилотного автомобиля возникает вопрос о том, кто именно должен компенсировать ущерб: производитель автомобиля, разработчик программного обеспечения или владелец транспортного средства. Аналогичная ситуация возникает в медицине, где ошибочный диагноз, сделанный ИИ, может привести к неправильному лечению и ухудшению состояния пациента. Для решения этой проблемы необходимо разработать четкие правовые рамки, которые будут регулировать ответственность за действия ИИ-систем. Это может включать обязательное страхование, создание специальных комиссий для расследования инцидентов и внедрение стандартов безопасности.

Экономические последствия внедрения ИИ также требуют внимания, поскольку автоматизация процессов может привести к значительному изменению трудового рынка. Многие рабочие места могут быть замещены технологиями, что увеличивает риск безработицы среди определенных групп населения. Это может усилить социальное неравенство, если не будут приняты меры по переподготовке работников и созданию новых рабочих мест. Например, внедрение ИИ в производстве может привести к сокращению числа рабочих мест на заводах, но одновременно создаст новые возможности в сфере программирования, анализа данных и обслуживания систем. Однако переход на новые виды деятельности требует времени и ресурсов, что может стать серьезным барьером для многих людей. Особенно уязвимыми оказываются те, кто не имеет доступа к образованию или живет в регионах с ограниченными возможностями для профессионального развития. Чтобы минимизировать негативные последствия автоматизации, необходимо разработать стратегии адаптации экономики, включая программы переподготовки, создание новых рабочих мест и развитие социальной защиты.

Правовые последствия внедрения ИИ также представляют собой важный аспект, который необходимо учитывать. Внедрение автономных систем создает новые правовые вызовы, особенно в случаях, когда системы прини-

мают автономные решения. Например, в случае аварии беспилотного автомобиля или ошибочного медицинского диагноза возникает вопрос о том, кто несет ответственность – производитель системы, программист или владелец устройства. Требуется разработка специальных законодательных норм, учитывающих особенности работы ИИ-систем, а также создание механизмов для быстрого реагирования на инциденты и их последствия. Это может включать создание международных стандартов, регулирующих использование ИИ, и внедрение систем мониторинга для предотвращения злоупотреблений. Кроме того, важно учитывать, что правовые нормы должны быть гибкими и адаптироваться к быстрому развитию технологий, чтобы не отставать от реальных потребностей общества.

Внедрение технологий ИИ представляет собой важный этап развития общества, но оно также связано с серьезными этическими, правовыми, социальными и экономическими проблемами. Для успешного управления этими вызовами необходимо увеличить прозрачность алгоритмов, чтобы пользователи и эксперты могли контролировать работу систем. Кроме того, важно бороться с дискриминацией и biaisom, внедряя методы тестирования и корректировки алгоритмов на предмет предвзятости. Защита личных данных должна быть обеспечена через строгие стандарты безопасности и конфиденциальности. Необходимо определить ответственность за принятые решения, создавая четкие правовые рамки для работы с ИИ-системами. Наконец, следует разработать стратегии адаптации экономики, чтобы минимизировать негативное воздействие автоматизации на трудовой рынок и социальное неравенство. Только комплексный подход, сочетающий технические, правовые и социальные меры, позволит реализовать потенциал технологий ИИ без ущерба для человеческих ценностей и прав.

Список источников

1. Воронцова Ю.А. Чероченко Д.О. Особенности лексического выражения поколения “Z” в английском и русском языках // Мир науки. Социология, филология, культурология. 2022. Т. 13, № 2.

2. Bostrom N. Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. Oxford: Oxford University Press, 2014. 352 p. URL: https://global.oup.com/academic/product/superintelligence-9780199678112.

3. Crawford K. The Trouble with Bias. NeurIPS Keynote. 2017. URL: https://neurips.cc/Conferences/2017/Schedule?showEvent=8781.

4. Eubanks V. Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor. New York: St. Martin’s Press, 2018. 272 p. URL: https://us.macmillan.com/books/9781250074317.

5. Floridi L. The Ethics of Artificial Intelligence. Oxford: Oxford University Press, 2019. 320 p. URL: https://global.oup.com/academic/product/the-ethics-of-artificial-intelligence-9780198833471.

6. O'Neil C. Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy. New York: Crown Publishing Group, 2016. 272 p. URL: https://www.amazon.com/dp/0553418815.

Статья поступила в редакцию 21.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Воронцова Ю.А. – канд. пед. наук, доцент кафедры «Иностранные языки» ФГБОУ ВО «БГТУ».

Антоненков В.О. – студент кафедры «Информатика и программное обеспечение», направление подготовки 09.03.04 – Программная инженерия ФГБОУ ВО «БГТУ».

Рыскин М.Б. – студент кафедры «Информатика и программное обеспечение», направление подготовки 09.03.04 – Программная инженерия ФГБОУ ВО «БГТУ».

Вклад авторов

Воронцова Ю.А. – написание статьи, научное редактирование текста (34%).

Антоненков В.О. – идея, сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (32%).

Рыскин М.Б. – идея, сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (32%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСАХ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Юлия Александровна Воронцова[1]✉, Никита Сергеевич Ткачев[2], Матвей Борисович Рыскин[3]
[1, 2, 3]Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия
[1]Voroncova.yuliya@mail.ru✉, https://orcid.org/0000-0002-0969-434X
[2]tkaevnkta18@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-2032-4585
[3]mqttvuzmqtt@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-7752-2591

Аннотация. В данной статье рассматриваются перспективы применения искусственного интеллекта в разработке пользовательских интерфейсов эргатических систем. Проанализированы основные направления использования ИИ для оптимизации взаимодействия оператора и автоматизированных систем в критически важных областях, таких как авиация, медицина и промышленность. Особое внимание уделено вопросам баланса между автоматизацией и ролью человека, этическим аспектам внедрения ИИ, а также современным практическим решениям в области мультимодальных интерфейсов.

***Ключевые слова*:** искусственный интеллект, пользовательский интерфейс, эргатические системы, автоматизация.

***Для цитирования*:** Воронцова Ю.А., Ткачев Н.С., Рыскин М.Б. Искусственный интеллект в пользовательских интерфейсах эргатических систем // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 75-79.

Все более актуальной становится проблема использования сложных технических систем в авиации, медицине, промышленности и других областях. Модернизированные эргатические системы часто требуют от оператора принятия решений в ситуации перегруженного потока информации. Интерфейсы, основанные на статистической информации и алгоритмах, не способны корректировать действия в оперативном режиме, что усиливает когнитивную нагрузку на пользователя и риск ошибок. В авиации пилот управляет десятками датчиков, реаниматолог оценивает витальные функции пациента. При этом искусственный интеллект в отличие от человека способен анализировать огромное количество информации оперативно и строить свои прогнозы.

Этот обзор обусловлен недостаточным числом научных статей, связанных с исследованиями в области искусственного интеллекта (ИИ). Помимо тех, которые тщательно теоретически рассматривают ИИ и так же аккумули-

© Воронцова Ю.А., Ткачев Н.С., Рыскин М.Б., 2025

ровали бы и практические кейсы, необходим теоретический, методологический анализ и онлайн обзор имеющихся продуктов и алгоритмических решений, а так же выявление потенциально действенных направлений в будущем. Необходимо понять, как ИИ имеет возможность в

точности помогать в области когнитивной разгрузки (cognitive offloading) – использования внешних ресурсов для облегчения или расширения когнитивных процессов, т.е. перенос части наших умственных задач во внешний мир.

Цель статьи – исследовать роль искусственного интеллекта в разработке пользовательских интерфейсов эргатических систем, в которых взаимодействие оператора и автоматики критично для эффективности работы и безопасности.

Дон Норман в книге «Дизайн привычных вещей» (2013) заявляет о важности того, чтобы интерфейс устройства был интуитивно понятным и позволял пользователям совершать меньше ошибок [5]. Он впервые дал название своему изобретению «аффордансы» (от английского слова – *"afford"*, а также русскоязычных слов – *«подсказка», «сигнал»*), они считаются некой концепцией адаптивного интерфейса, где ИИ реагирует на поведение оператора. Использовать ИИ, например, в медицинских устройствах, чтобы помочь врачам быстро обрести параметры и упростить работу в стрессовой ситуации.

Бенджамин Бакстон в статье «Принципы проектирования интерфейсов для сложных систем» (2020) пишет о том, как можно использовать ИИ для того, чтобы обрисовывать данные в реальном времени [1], [7]. Он приводит пример из области авиации: кабины пилотов (*cockpits)*, где системы глубокого обучения анализируют данные о дальности полета самолета, выделяют (*highlight*) или очерчивают (*outline*) важные области, анализируют данные и выделяют зоны повышенного риска столкновения или аварии (*crash areas*), помогая пилотам избегать ошибок. Эта визуализация помогает пилотам быстро оценивать ситуацию и избегать ошибок, ведущих к авариям

В научной работе «Этика ИИ в человеко-машинных интерфейсах» (2021) исследовательницы Женевьев Белл и Джинвра Тулси опираются на тенденцию инфодемии, призывая к сбалансированности использования ИИ и живого труда [2]. Искусственный интеллект способствует «развитию информационного цунами», но провоцирует «дескиллинг» профессионалов, то есть, разучивание человеческих навыков, особенно в области ручного труда.

В презентации компании «Исследования Google» Мультимодальные интерфейсы: гармонизация ИИ и сенсорных технологий» (2022) говорится о том, что ИИ улучшает точность пользования голосовыми командами, жестами и зрением [4]. Он обеспечивает, к примеру, управление голосом движениями промышленного робота и проверку корректности команды на соответствие правилам безопасности, обучает электронную систему действовать на основе голосовых команд оператора.

В отчете ассоциации Медиалаборатории MIT, «Прогнозирование действий оператора в реальном времени» (2023), освещаются методы машинного

обучения, подсчитывающие образ действий оператора для того, чтобы предвидеть его намерении и внести необходимые правки в его систему управления энергосетями перед предварительно предсказуемым пиком нагрузки [6]. Мультимодальные интерфейсы ИИ интегрирует голос, жесты и зрительный контакт, делая взаимодействие естественным. Например, в системах управления роботами оператор может использовать голосовые команды для изменения параметров, а ИИ проверяет их на соответствие безопасности. В автономных транспортных средствах мультимодальные интерфейсы позволяют водителю переключаться между ручным и автоматическим режимом через жесты или взгляд.

Однако этические и технические вызовы автоматизации не должны подавлять роль человека. Как отмечают Белл и Тулси (2021), важно сохранять «человеческий контроль», в критических системах [2]. Например, в военных дронах ИИ может предлагать цели для атаки, но окончательное решение должно оставаться за оператором. Кроме того, алгоритмы ИИ должны быть прозрачными: оператор должен понимать, почему система предлагает определенный вариант.

Использование ИИ в авиации очень важно. Искусственный интеллект играет ключевую роль в создании адаптивных интерфейсов для авиационных систем. В современных кабинах есть гаджеты, которые проверяют важную информацию, такую как состояние самолета, погода и направление движения транспортного средства. Искусственный интеллект помогает прогнозировать потенциальные кризисы и предлагает лучшие стратегии, чтобы предотвратить их. Система может автономно изменить траекторию при измерении турбулентности или предупредить пилота о воздушных потенциальных помехах.

Использование ИИ очень важно во многих сферах. В образовании он помогает студентам изучать иностранные языки. Использование современных интернет-сервисов и приложений ставит целью заинтересовать и мотивировать студентов [3].

Использование ИИ в медицинских интерфейсах необходимо. В здравоохранении искусственный интеллект используется для построения интерфейсов, которые помогают врачам быстро изучать информацию о пациентах. Алгоритмы машинного обучения могут интерпретировать результаты анализа из МРТ и КТ, обнаруживая нарушения, упускаемые человеческим зрением. Это особенно важно в срочных сценариях, когда врачи сталкиваются с существенными умственными нагрузками**.**

Промышленные применения ИИ безграничны**.** Сектор искусственного интеллекта используется для управления роботизированными аппаратами и автоматизации производственных операций. Мультимодальные интерфейсы позволяют пользователям взаимодействовать с оборудованием, используя вокальные инструкции, движения рук и зрительный контакт [4].

При изготовлении автомобилей ИИ помогает проверить качество деталей и выявляет проблемы на раннем этапе, улучшает методы оптимизации взаимодействия операторской системы.

В космических экспедициях ИИ может контролировать рутинные задачи, освобождая астронавтам время для решения инновационных проблем. Эта стратегия позволяет снизить опасность и повысить эффективность выполняемых задач.

Таким образом, ИИ кардинально меняет подход к проектированию интерфейсов эргатических систем, делая их интеллектуальными, адаптивными и предиктивными. Однако внедрение таких решений требует баланса между автоматизацией и ответственностью оператора. Например, в медицинских системах ИИ может предлагать диагноз, но врач должен иметь возможность его скорректировать. Необходима регламентация использования ИИ в критически важных системах, таких как авиация или ядерная энергетика. Дальнейшие исследования в области интерпретируемости ИИ показывают, что операторы должны доверять системе, а для этого алгоритмы ИИ должны объяснять свои решения. В перспективе целесообразно создавать гибридные системы, где ИИ и человек образуют симбиоз, максимизирующий эффективность и минимизирующий риски. Например, в космических миссиях ИИ может управлять стандартными операциями, освобождая астронавтов для решения творческих задач.

Список источников

1. Бакстон Б. Принципы проектирования интерфейсов для сложных систем. 2020. URL: https://www.humanfactors.ac.uk/journal/2020/issue4/buxton.pdf.

2. Белл Ж., Тулси Д. Этика ИИ в человеко-машинных интерфейсах. 2021. URL: https://doi.org/10.1109/ethics.2021.12345.

3. Воронцова Ю.А., Потоцкий С.В., Левкин А.Е. Образовательные интернет-ресурсы для изучения английского языка // Актуальные проблемы языковой подготовки в техническом вузе: традиции и инновации: сборник трудов III международной заочной научно-практической конференции, Красноярск, 25–30 ноября 2022 года / под общей редакцией Л.А. Барановской. – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2023. С. 65-69.

4. Мультимодальные интерфейсы: интеграция ИИ и сенсорных технологий. 2022. URL: https://ai.googleblog.com/2022/03/multimodal-interfaces-ai.html.

5. Норман Д. Дизайн привычных вещей. 2013. URL: https://jnd.org/design_of_everyday_things/.

6. MIT Media Lab. Прогнозирование действий оператора в реальном времени. 2023. URL: https://www.media.mit.edu/projects/real-time-operator-prediction/.

7. Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием, Брянск, 4–6 июня 2024 года. Брянск:

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Брянский государственный технический университет, 2024. 481 с. ISBN 978-5-907958-06-7. EDN FVBETG.

Статья поступила в редакцию 23.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Воронцова Ю.А. – канд. пед. наук, доцент кафедры «Иностранные языки» ФГБОУ ВО «БГТУ».

Ткачев Н.С. – студент кафедры «Информатика и программное обеспечение», направление подготовки 09.03.04 – Программная инженерия ФГБОУ ВО «БГТУ».

Рыскин М.Б. – студент кафедры «Информатика и программное обеспечение», направление подготовки 09.03.04 – Программная инженерия ФГБОУ ВО «БГТУ».

Вклад авторов

Воронцова Ю.А. – написание статьи, научное редактирование текста (34%).

Ткачев Н.С. – идея, сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (32%).

Рыскин М.Б. – идея, сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (32%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ГРАФИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА

Дарья Алексеевна Гладышева[1]✉, **Александра Денисовна Житник**[2]
[1, 2]Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь
[1]gladysheva227@gmail.com✉, https://orcid.org/0009-0004-4902-1993
[2]sashazhitnikdr@gmail.com, https://orcid.org/0009-0000-1668-5866

Аннотация. В статье представлены графические решения, применяемые в разработке пользовательского интерфейса образовательного ресурса, такие как цветовая палитра и иконографика, рассматриваются методы исследования восприятия информации разными группами людей. Целью исследования является выявление оптимальных графических приемов для создания качественного образовательного ресурса.

***Ключевые слова*:** образовательный ресурс, пользовательский интерфейс, эргономика, цветовая схема.

***Для цитирования*:** Гладышева Д.А., Житник А.Д. Графические решения пользовательского интерфейса образовательного ресурса // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 80-87.

Информационные технологии прочно вошли во все сферы социальной и производственной жизнедеятельности технологии. Цифровизация взаимодействия человека с машинно-программными комплексами остро поставила вопросы об удобстве и эргономичности. Проблемы удовлетворённости человека таким взаимодействием наиболее насущны в тех сферах, где результат зависит от когнитивных способностей и пользовательского опыта человека, – например, в образовании.

Как известно, под информационным образовательным ресурсом принято понимать некое комплексное средство обучения, содержащее информацию обучающего содержания и направленное на формирование общекультурных профессиональных компетенций в предметной области подготовки специалистов [1]. Такой ресурс позволяет реализовывать индивидуально-деятельностный подход к обучению, а требования к его содержанию можно проконтролировать на основе государственных образовательных стандартов.

© Гладышева Д.А., Житник А.Д., 2025

В настоящее время часть информационных образовательных ресурсов находится в открытом доступе в электронном виде. Свободное распространение части интеллектуальной собственности преподавателей и учебных заведений выполняет маркетинговую функцию.

Стейкхолдеры образовательной услуги и возможные её потребители благодаря такой форме представления информации имеют возможность предварительно ознакомиться как с уровнем информационного обеспечения учебного процесса, так и с уровнем предоставляемых знаний. Потребность адаптировать материал бумажных изданий к цифровым технологиям также важна для организации дистанционной формы обучения. Для обеспечения удобства использования электронных ресурсов вводится понятие пользовательского интерфейса.

Как следует из самой этимологии слова «интерфейс» (от англ. i n t e r- – между и -f a c e – лицо), под ним понимается некоторая оболочка между двумя системами, обеспечивающая их взаимодействие [2]. Принимая во внимание, что образовательный ресурс нацелен на взаимодействие с человеком, далее предметом рассмотрения будет пользовательский графический интерфейс – графическое представление образовательного ресурса на устройствах и гаджетах пользователя.

Одним из признаков эффективности электронного образовательного ресурса является его эргономический дизайн. Для комфортной работы интерфейс должен быть удобным, т.е. отвечать таким параметрам как простота освоения, запоминаемость, возможность адаптации интерфейса под различные электронные носители и индивидуальные потребности пользователя. Кроме этого, интерфейс должен минимальным образом рассеивать информацию, и максимальным образом способствовать усвоению сути излагаемой информации. В этом смысле интерес представляет исследование роли когнитивных механизмов работы рецепторов и мозга в восприятии текста и усвоении учебной информацией. Цель создания эргономичного интерфейса состоит в том, чтобы способствовать привлечению внимания пользователя к наиболее важным информационным блокам. Ключевыми аспектами совершенствования структуры интерфейса с точки зрения его эргономичности становятся: навигация, архитектоника и структура страницы, цветовое и шрифтовое решение [3].

Восприятие человеком визуальной информации в свою очередь связано с механизмами функционирования памяти и такого когнитивного образования, как мышление, которое отвечает за определение и обобщение отношений между явлениями мира и создаваемой этими явлениями информацией, поэтому для корректного восприятия зрительного образа, необходимо обеспечить [4]:

- полноту представляемой информации,
- правильность информации (отсутствие элементов, ведущих к ложным выводам),
- краткость и чёткость данных,

- учитывание субъективного опыта читателя и субъективных особенностей восприятия.

Согласно *теории конструктивного восприятия*, люди «конструируют» воспринимаемые образы, активно отбирая стимулы и объединяя ощущения с воспоминаниями. «Восприятие» здесь выступает общим результатом того, что поступает через нашу сенсорную систему и что мы уже знаем о мире благодаря опыту. *Теория прямого восприятия* утверждает, что восприятие заключается в прямом приобретении информации из окружающей среды. Подразумевается, что воспринимающий в процессе восприятия делает минимальную работу, потому что мир предлагает достаточно информации и ему остается лишь конструировать образы и делать умозаключения. Исследования канонических перспектив показывают, что через общий опыт восприятия объектов человек создает постоянные воспоминания наиболее репрезентативного вида объекта, сообщающего наибольшее количество информации о нем [5].

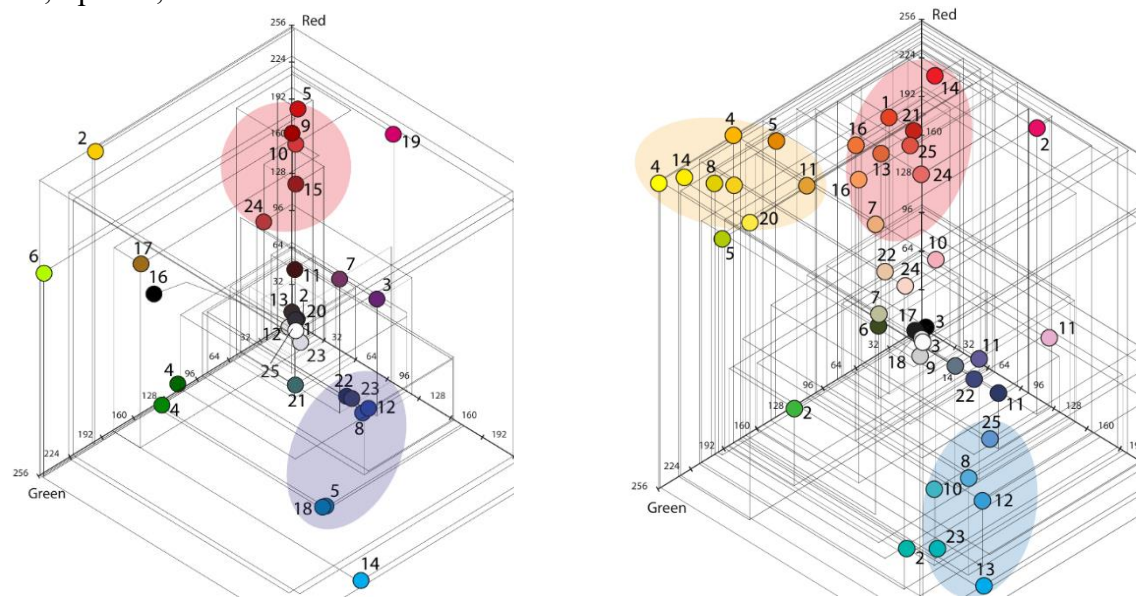
Одним из главных средств визуального воздействия является цвет, который играет существенную роль в восприятии и передаче информации и формировании эмоционального отклика.

В рамках данной работы предлагается придерживаться антропологического подхода, согласно которому связь человека с цветовой средой выражается в зависимости психоэмоционального состояния от окружающих его цветов и интерпретации их в рамках конкретной культурной традиции. Эти явления в комплексе будут определять антропоэстетическое отношение к цвету [6].

В пределах практической исследовательской работы нами была обоснована цветовая палитра и иконическая символика, уместная для графического оформления электронного учебника по веб-графике. Эта дисциплина является частью учебной программы специальности 6-05-0611-04 Электронная экономика и содержит 44 часа лекций, 56 часов лабораторных занятий и 40 часов курсового проектирования по темам, охватывающим широкий спектр вопросов от физиологии восприятия до конкретных программных решений. Дисциплина преподаётся студентам, чья будущая квалификация позиционируется как экономист-программист. В связи с этим терминология, стиль изложения и практические примеры электронного учебника в наибольшей степени ориентированы на будущих топ-менеджеров, предпринимателей, владельцев бизнеса, научных исследователей или по меньшей мере – программистов и бизнес-аналитиков.

Для определения цветовой гаммы образовательного ресурса, наиболее подходящей для данной целевой аудитории, был проанализирован дизайн 25 учебников по веб-графике, веб-дизайну, типографике и схожим направлениям.

Результаты анализа были представлены в виде математической матрицы и визуализированы в трёхмерном пространстве цветовой схемы RGB по методике, предложенной в научно-исследовательских работах О.С. Киселевского [7, 8]. Результаты классификации выявленных трендов цветового предпочтения показаны на рис. 1, а для основных цветов и на рис. 1, б – для акцентных.



а) *б*)

Рисунок 1 – Результаты классификации выявленных трендов цветового предпочтения для основных (*а*) для акцентных цветов (*б*).

Обработка результатов позволила выбрать точную цветовую гамму. В качестве основных цветов были синий (#0000FF) и красный (#FF0000). В качестве акцентных голубой (#42AAFF), желтый (#FFFF00) и красный (#FF0000).

Для дополнительного исследования рекомендуемых и возможных цветовых предпочтений были привлечены общедоступные нейросети и искусственный интеллект. Были опрошены три нейросети: ChatGPT, Copilot и Grock. Результаты показаны в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты исследования мнения искусственного интеллекта о предпочтительных цветовых схемах учебника по веб-графике

ChatGPT	Copilot	Grock
Белый или светло-серый Основной текст: Темно-серый или черный Акценты: Синий или бирюзовый, мягкий желтый Дополнительно: Мягкие пастельные оттенки для выделения блоков	Черно-белая гамма с яркими акцентами (например, синим, красным или оранжевым) отлично подойдет для строгого, профессионального стиля. Оттенки синего и фиолетового ассоциируются с технологичностью и инновациями. Например, сочетание индиго, бирюзового и	Для заголовков, рамок, кнопок или выделения ключевой информации подойдут яркие, но не кричащие цвета, ассоциирующиеся с технологиями и дизайном. Например: - Синий (особенно глубокие или электрические оттенки) – символизирует технологии, надежность и профессионализм.

	светлого серого выглядит стильно.	- Зеленый (например, мятный или изумрудный) – ассоциируется с креативностью и инновациями. - Фиолетовый (мягкие или неоновые оттенки) – отражает творчество и современность.

Для принятия окончательного решения о цветовом предпочтении целевой аудитории и цветовых ассоциациях с проблемным полем дисциплины «Веб-графика» был проведен опрос студентов экономистов-программистов специальности 6-05-0611-04 Электронная экономика и дизайнеров специальности 6-05-0211-05 Графический дизайн и мультимедиа дизайн. Результаты этого исследования представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты опроса студентов касательно цветовой палитры для оформления образовательного ресурса

Вопросы	Ответы студентов-программистов	Ответы студентов-дизайнеров
Хотели бы вы видеть основным цветом оформления красный? (без предоставления цветовой гаммы)	Да: 23,9% Нет: 76,1%	Да: 50% Нет: 50%
Хотели бы вы видеть основным цветом оформления желтый? (без предоставления цветовой гаммы)	Да: 16,4% Нет: 83,6%	Да: 35% Нет: 65%
Хотели бы вы видеть основным цветом оформления фиолетовый? (без предоставления цветовой гаммы)	Да: 41,8% Нет: 58,2%	Да: 60% Нет: 40%
Хотели бы вы видеть основным цветом оформления синий? (без предоставления цветовой гаммы)	Да: 76,1% Нет: 23,9%	Да: 65% Нет: 35%
Хотели бы вы видеть основным цветом оформления зеленый? (без предоставления цветовой гаммы)	Да: 44,8% Нет: 55,2%	Да: 35% Нет: 65%
Какую из цветовых гамм вы хотели бы видеть на обложке учебника/при оформлении сайта?	Синий: 50,7% Красный: 10,4% Фиолетовый: 13,4% Желтый: 17,9% Зеленый: 7,5%	Синий: 45% Красный: 20% Фиолетовый: 15% Желтый: 15% Зеленый: 5%

Какую из цветовых гамм вы хотели бы видеть на обложке учебника/при оформлении сайта (второй вариант)?	Синий: 34,5% Красный: 8,6% Фиолетовый: 25,9% Желтый: 17,2% Зеленый: 13,8%	Синий: 12,5% Красный: 12,5% Фиолетовый: 18,8% Желтый: 31,3% Зеленый: 25%

По результатам опроса в качестве основной цветовой гаммы была выбрана следующая схема:

- основной цвет синий (#143F98),
- акцентные цвета фиолетовый (#640D98), зеленый (#06BA06) и оранжевый (#E89C07).

Приблизительно (с учётом качества полиграфии или экранного разрешения) выбранную цветовую схему можно видеть на рис. 2.



Рис. 2 – Выбранная цветовая схема

В ходе анализа функционирования человеческой памяти и мышления и изучения теории восприятия для графического оформления электронного учебного ресурса была создана соответствующая векторная иконическая символика, отражающая тематику таких глав учебника, как когнитивное восприятие, представление графики в цифровом формате, веб-программирование и мультимедиа (рис. 3). На рис. 4 представлена разработка пиктограмм различных профессиональных категорий, как менеджер, веб-программист, научный деятель, старший менеджер и студент-дизайнер. Они являются визуальными маркерами, предназначенными для обозначения комментариев в образовательном ресурсе от представителей различных профессиональных сфер, с целью дифференциации различных точек зрения [9].

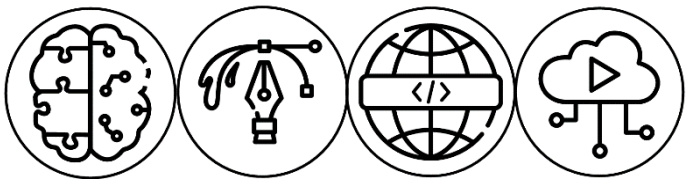


Рис. 3 – Иконическая символика глав учебного электронного пособия



Рис. 4 – Иконическая символика профессиональных категорий

Заключение

Анализ целевой аудитории образовательного ресурса позволил выявить ключевые принципы по эффективному подбору и использованию цветов и иконок для повышения усвоения учебного материала и общей вовлеченности пользователей, упрощения навигации и создания более современного и минималистичного дизайна. Использование приведенной цветовой палитры, зачастую ассоциирующейся с технологиями, способствует формированию узнаваемого и актуального имиджа образовательного ресурса. Внедрение иконок значительно упрощает выделение специфической информации из массы текста, что способствует лучшему усвоению и визуализации информации. Использование векторной графики при создании иконок гарантирует их масштабируемость и высокое качество изображения.

Список источников

1. Спасенников В.В., Гришин К.А. Педагогический дизайн в эргономических исследованиях и электронном обучении: формирование и развитие // Концепт. 2017. № V7. С. 37-48.

2. Насибов Д.Р., Абдуллаева П.Н. Создание пользовательского интерфейса // Endless light in science. 2024. Т. 7, № 2. С. 24-29.

3. Таратухина Ю.В. Особенности эргодизайна образовательных сетевых ресурсов // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2012. № 4. С. 72-77.

4. Сергеев С.Ф. Инженерная психология и эргономика: механизмы обработки информации и коммуникации // Образовательные технологии. Москва, 2011. № 3. С. 45-52.

5. Солсо Р.Л. Когнитивная психология. Тривола, 1996.

6. Шпак Л.Ю., Вергелес М.О. Антропологические и психологические аспекты эстетического цветовосприятия // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. 2015. № 1. С. 66-75.

7. Киселевский О.С., Радченко К.В., Кулдыкова В.В. Выбор и обоснование цветовой схемы корпоративного сайта кафедры // Инженерное образование в цифровом обществе: материалы междунар. науч.-метод. конф. Минск: БГУИР, 2024. Ч. 2. С. 168–171.

8. Киселевский О.С. Дизайн корпоративного стиля в управлении структурными подразделениями учреждений образования // Эргодизайн. 2025. № 1 (27). С. 14-23. DOI 10.30987/2658- 4026-2025-1-14-23.

9. Kuzmenko A. et al. Ergonomic support for logo development based on deep learning // CEUR Workshop Proceedings. Saint Petersburg, 2020. EDN SAIXJG.

Статья поступила в редакцию 18.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Гладышева Д.А. - студент инженерно-экономического факультета, специальность «Электронная экономика» УВО «БГУИР».

Житник А.Д. - студент инженерно-экономического факультета, специальность «Электронная экономика» УВО «БГУИР».

Вклад авторов

Гладышева Д.А. - сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (50%).

Житник А.Д. - идея, сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (50%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Ольга Олеговна Гофман[1], Андрей Юрьевич Кузьмин[2]✉
[1, 2]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
[1] Ms.gofman@mail.ru, http://orcid.org/ 0000-0002-4750-5415
[2]kuzmin-a.y@yandex.ru✉, http://orcid.org/ 0000-0002-7879-2613

Аннотация. Искусственный интеллект активно находит свое применение в рамках систем поддержки принятия решений (СППР) у широкого круга специалистов разных отраслей. В ходе теоретического анализа авторами выделена проблема оптимизации взаимодействия человек-ИИ, а также отсутствие интегральной модели, содержащей факторы адаптации систем к пользователю. Представлена методология эмпирического исследования.

Ключевые слова: искусственный интеллект, СППР, пользователь, принятие решений.

***Для цитирования*:** Гофман О.О., Кузьмин А.Ю. Психологические аспекты взаимодействия пользователя и интеллектуальных систем поддержки принятия решений // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 88-92.

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) является одним из самых известных и ярких атрибутов современного общества. Использование ИИ все больше внедряется в повседневность: так, согласно результатам исследования ВШЭ, в 2024 году 16% пользователей сети Интернет отметили факт использования хотя бы одной из технологий ИИ [1]. При этом 46% опрошенных, которые не использовали ИИ ни разу заявили о желании получить подобный опыт при работе с интеллектуальными сервисами, а 53% респондентов хотели бы расширить спектр инструментов для работы [1].

С другой стороны, процесс цифровизации и внедрения интеллектуальных решений затрагивает широкий круг отраслей, начиная от крупной промышленности, транспорта, и, заканчивая наукой, медициной и молекулярными технологиями. В Российской Федерации действует утвержденная Указом Президентом РФ Национальная стратегия развития ИИ на период до 2030 года [4], направленная на развитие отечественного сегмента разработки ИИ,

© Гофман О.О., Кузьмин А.Ю., 2025

поддержки релевантных исследований в этой области, общей популяризации программных решений. По данным НЦРИИ [2] при Правительстве РФ лидерами по готовности использования ИИ среди сфер являются сектор информационно-коммуникационных технологий, образование, энергетический комплекс и финансовый сектор; торговля,

здравоохранение, туризм, строительство и другие отмечают средний уровень, а сектор спорта, общего образования, культуры – начинающий.

Многообразие вариантов использования ИИ неуклонно растет, однако одним из наиболее ярких проявлений можно считать интеллектуальные системы поддержки принятия решений (СППР). Согласно п. 41 Приказа Минэкономразвития от 29.06.2021 [3], СППР подразумевает под собой вид анализа, который дает возможность предсказывать развитие ситуаций, опираясь на анализ данных, а также автоматизировать процесс принятия решений. По сути, говоря о таких системах мы подразумеваем взаимодействия пользователя и т.н. интеллектуального агента [9] в рамках современных киберфизических систем [11]. В подобных условиях особое внимание исследователей приковывает взаимодействие человека с системой (human-ai interaction) в ходе процесса принятия решений. По результатам современных исследований отмечается, что наиболее остро вопрос стоит в области оптимизации понимания результатов деятельности ИИ, объяснимости и интерактивности как способа улучшить доверие и улучшить использование СППР [12, 13]. ИИ может выступать слугой, инструментом, помощником, медиатором [8], системы могут иметь фокус как на человека, на сам ИИ или быть направленны на симбиотическое взаимодействие [7].

Таким образом, цель настоящей работы – рассмотреть и проанализировать психологические аспекты взаимодействия пользователя и ИИ в рамках современных систем СППР. Практическая значимость исследования состоит в определении факторов, важных для оптимизации взаимодействия человека и интеллектуального агента.

Модели использования технологий ИИ

Психология вопроса адаптации ИИ к пользователю в рамках СППР сопряжена с проблемой определения предикторов, определяющих поведенческое намерение и непосредственно выбор использования ИИ для своей целей работы. В научной литературе существует многообразие моделей, определяющих общий выбор технологий, среди них: technology acceptance model (TAM), unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT), extended unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT2), task technology fit (TTF) [6,14,15]. Среди основных факторов авторы традиционно выделяют воспринимаемую полезность, простоту использования, отношение к технологии, влияние окружения, привычка и другие. Однако эти модели рассматривают технологии в целом, что может быть ограничивающим фактором для интерпретации подобных взаимосвязей в контексте использования ИИ. Исследователи тем не менее отмечают, что создание «машин», которые понимают людей является ключевой целью в рамках разработок кооперативного ИИ [5, 10]. В этой связи

актуализируется вопрос описания и создания моделей для процесса взаимодействия человека и ИИ, особенно в рамках СППР.

Организация исследования

Нами был разработан дизайн эмпирического исследования, направленного на уточнение и подтверждения выделенных факторов, играющих роль в процессе оптимизации ИИ к пользователю в процессе принятия решений. В качестве первого объекта исследования выбраны врачи-кардиологи, а также врачи-стоматологи. Отметим, что системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) отдельно описаны в ГОСТ Р 71671-2024, введенном с 2025 года.

Для выявления особенностей взаимодействия пользователей и СППВР авторами предложено проводить:

- интервью, в ходе которого обсуждается общая характеристика профессиональной деятельности, формат принимаемых решений, разбор типичных ситуаций, вертикальное и горизонтальное взаимодействие в структуре организации, а также личная оценка СППР и опыт применения подобных систем;
- психологическое тестирование, направленное на оценку выраженности личностных факторов, а именно – отношение к новым технологиям «Опросника отношения к технологиям», оценка факторов большой пятерки BFI-2 для анализа базовых личностных диспозиций; оценка профиля мышления и преобладающего стиля принятия решения (GDMS);
- моделирование использования ИИ в разных сценариях (клинических ситуациях) и с применением средств разных классов (консультативные, информационно-справочные, консультативно-информационные);

Заключение

Искусственный интеллект активно находит внедрение в разных областях жизни и труда. В настоящее время его функции зачастую выходят за рамки средства решения отдельных задач и ИИ становится партнером пользователя в рамках систем поддержки принятия решений. В подобных равновесных (или коллаборативных) системах актуализируется вопрос адаптации элементов ИИ под конкретного пользователя с учетом его рабочих и личных характеристик. Представленный обзор и методология исследования являются шагом на пути к уточнению ключевых закономерностей и выделения значимых факторов оптимизации данного взаимодействия.

Список источников

1. От фантастики к реальности: ИИ в руках населения / Институт статистических исследований и экономики знаний ВШЭ. URL: https://issek.hse.ru/news/996374628.html (дата обращения: 18.05.2025).
2. Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта. Аналитический доклад. М.: Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации, 2024. 85 с.

3. Приказ Минэкономразвития России от 29.06.2021 N 392 «Об утверждении критериев определения принадлежности проектов к проектам в сфере искусственного интеллекта» (зарегистрир. в Минюсте России 28.07.2021 N 64430).

4. Указ Президента РФ от 10.10.2019 N 490 (ред. от 15.02.2024) «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»).

5. Dafoe A. et al. Cooperative AI: machines must learn to find common ground Nature. 2021;593(7857):33-36.

6. Davis F. D., Bagozzi R. P., Warshaw P. R. User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. Management science. 1989;35(8):982-1003.

7. Fragiadakis G. et al. Evaluating human-ai collaboration: A review and methodological framework. 2024. arXiv:2407.19098.

8. Kim T. et al. One AI does not fit all: A cluster analysis of the laypeople's perception of AI roles // Proceedings of the 2023 CHI conference on human factors in computing systems. 2023. C. 1-20.

9. Kochenderfer M. J., Wheeler T. A., Wray K. H. Algorithms for decision making. MIT press, 2022.

10. Lake B. M. et al. Building machines that learn and think like people. Behavioral and brain sciences. 2017;40:e253.

11. Lee E.A. Cyber physical systems: Design challenges. 2008 11th IEEE international symposium on object and component-oriented real-time distributed computing (ISORC). IEEE, 2008. P. 363-369.

12. Maclure J. AI, explainability and public reason: The argument from the limitations of the human mind Minds and Machines. 2021;31(3):421-438.

13. Sreedharan S. et al. A Unifying Bayesian Formulation of Measures of Interpretability in Human-AI. 2021. arXiv:2104.10743.

14. Venkatesh V. et al. User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS quarterly. 2003;425-478.

15. Venkatesh V., Davis F. D. A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. Management science. 2000;46(2);186-204.

Статья поступила в редакцию 18.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Гофман О.О. - к.п.н., доцент кафедры психологии труда и организационной психологии факультета психологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

Кузьмин А.Ю. – лаборант сектора психологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

Вклад авторов

Гофман О.О. - идея, методология исследования, написание статьи (50%), редактирование текста.

Кузьмин А.Ю. - идея, сбор и анализ материалов, написание статьи (50%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПИЛОТА В ЗАДАЧАХ РАЗРАБОТКИ И ОЦЕНКИ КАБИН ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГРАЖДАНСКИХ САМОЛЕТОВ

Иван Игоревич Грешников[1], Лев Семёнович Куравский[2], Дмитрий Андреевич Давыдов[3], Эмма Дмитриевна Глухова[4]✉, Иннокентий Александрович Махортов[5]

[1, 3, 4, 5]Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем, Москва, Россия
[2]Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва, Россия
[1]vvanes@mail.ru, http://orcid.org/0000-0001-5474-3094
[2]l.s.kuravsky@gmail.com
[3]dadavydov@gosniias.ru, http://orcid.org/0009-0009-4040-1961
[4]emma@greenfil.ru✉, http://orcid.org/0000-0001-8814-6685
[5]iamahortov@gosniias.ru, http://orcid.org/0009-0006-6919-9491

Аннотация. Представлена разработка модели пилота, предназначенной для валидации перспективных кабин пассажирских ВС и исследования перспективных технологий информационно-управляющего поля кабины. Модель интегрирована в стенд перспективного самолета и позволяет оценивать эргономику, распределение задач и психофизиологические аспекты работы экипажа.

***Ключевые слова*:** модель пилота, информационно-управляющее поле, кабина.

***Для цитирования*:** Грешников И.И., Куравский Л.С., Давыдов Д.А., Глухова Э.Д., Махортов И.А. Моделирование пилота в задачах разработки и оценки кабин перспективных гражданских самолетов // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 93-98.

Авиация, в том числе её гражданский сегмент является бурно развивающейся отраслью, в которой активно применяются инновационные интеллектуальные технологии из смежных областей науки и практики. Вопросы эргономики и психофизиологии также являются важными и актуальными для авиации, поскольку контур человеко-машинного взаимодействия является критически важным с точки зрения безопасности полётов, а также в части вопросов эксплуатации воздушного судна (ВС).

© Грешников И.И., Куравский Л.С., Давыдов Д.А., Глухова Э.Д., Махортов И.А., 2025

Традиционным экипажем для современных кабин ВС является двучленный экипаж, состоящий из капитана и второго пилота, которые соответственно выполняют роли пилотирующего и контролирующего пилота (возможно изменение ролей по решению капитана). С другой стороны, одной из мировых тенденций является переход к одночленному экипажу в самолётах транспортной категории, что создаёт предпосылки к проведению масштабных исследований по возможности интеллектуализации комплекса бортового оборудования и снижения нагрузки на пилота, а также перераспределения ролей в кабине ВС (см. рис. 1).

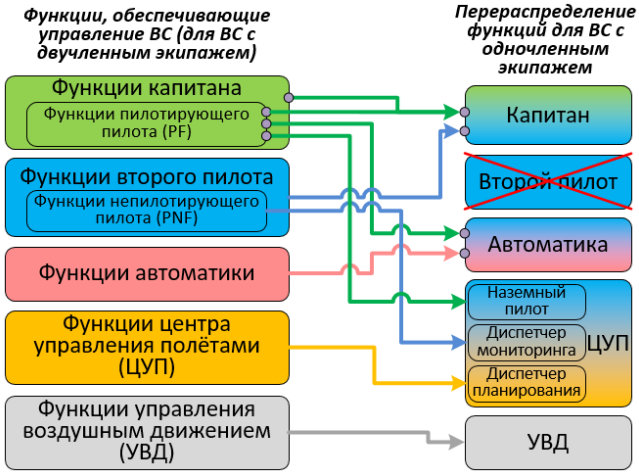


Рисунок 1. Перераспределение ролей в кабине перспективного ВС

В целях поддержки и оптимизации исследовательских процессов в данной области целесообразно использовать модель пилота ВС для моделирования и валидации результатов исследований в части эргономики кабины, функций пилота и бортовых систем.

Настоящее исследование сосредоточено на разработке модели пилота, предназначенной для верификации и валидации перспективных кабин и бортовых авиационных систем пассажирских воздушных судов. В ходе формулирования исследовательской задачи был проведен анализ современных методологических подходов и технологических решений в области моделирования профессиональной деятельности авиационных специалистов [1-6].

На рисунке 2 представлена функциональная схема интеграции разрабатываемых компонентов модели пилота в стенд перспективного гражданского самолета.

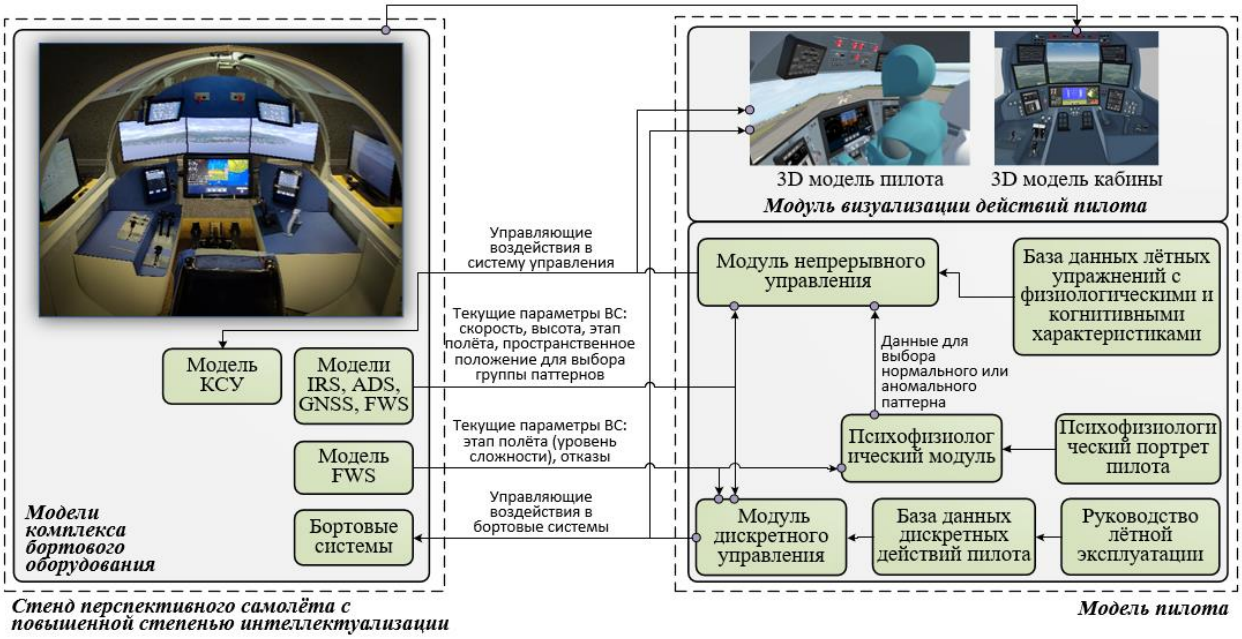


Рисунок 2. Схема интеграции разрабатываемых компонентов модели пилота в стенд перспективного самолёта

Стенд перспективного самолета представляет собой полноразмерный макет кабины перспективным информационно-управляющим полем. В состав стенда также входят модели различных систем, таких, как КСУ – комплексная система управления, IRS - бортовая инерциальная навигационная система, GNSS - спутниковая система навигации, а также других бортовых систем.

Для визуализации работы модели пилота используется модуль визуализации действий пилота, основу которого составляют технологии виртуальной реальности.

Модель пилота состоит из следующих компонентов:

- Психофизиологический модуль, моделирующий состояние пилота на основе его психофизиологического портрета, настраиваемого в соответствии с задачами проводимого экспериментального исследования.
- Модуль непрерывного управления, моделирующий управляющие воздействия пилота на аналоговые органы управления воздушным судном, включая рулевые поверхности (элероны, руль высоты, руль направления) и силовую установку (рычаги управления двигателями). Для правдоподобного моделирования работы пилота используются базы данных летных упражнений с физиологическими и когнитивными характеристиками пилотов, а также информация, поступающая с психофизиологического модуля.

Модуль дискретного управления, моделирующий дискретные управляющие воздействия пилота (например, нажатия кнопок) на основе базы данных дискретных действий пилота и руководства летной эксплуатации.

С целью оценки модели в части управления был проведен сравнительный анализ параметров ВС и результатов наблюдений (рисунок 3).

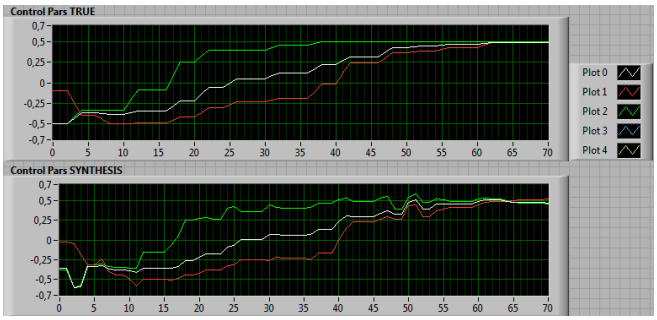


Рисунок 3. Графики изменения параметров управления ВС, вычисленных с помощью модели (нижний график), и в результате натурных испытаний (верхний график)

Экспериментальные исследования психофизиологического модуля продемонстрировали его высокую дискриминационную способность в различении нормальных и аномальных поведенческих паттернов пилотов при выполнении различных категорий лётных заданий. Как показано на рисунке 5, разработанная модель достоверно дифференцирует ($p < 0.002$) две принципиально различные группы операторов: пилотов выборки А, характеризующихся неудовлетворительным выполнением сложных этапов полёта в сочетании с повышенными показателями стрессовой нагрузки, и пилотов выборки Б, демонстрирующих стабильное выполнение критически важных операций при сохранении оптимального психофизиологического состояния. Полученные результаты подтверждают эффективность применённого подхода к формализации и количественной оценке функциональных состояний операторов в условиях реальной лётной деятельности (рисунок 4).



Рисунок 4. Выборки А и Б (27 фрагментов полётов), представленные точками в пространстве шкалирования, полученном в результате оценок взаимных расстояний в евклидовой метрике в пространстве вейвлет-коэффициентов (статистика Уилкса: 0,60; F (2,24)=8,12; p<0,002; правильное распознавание в 81,5% случаев)

В соответствии с задачами проводимых исследований производится настройка модулей и проводится моделирование. В отличие от испытаний с реальными пилотами, применение модели пилота позволяет существенно сократить затраты, а также упростить процесс экспериментального исследования и сделать его более управляемым в части задания психофизиологического

состояния пилотов. Однако, полностью заменить испытания кабины с участием реальных пилотов моделированием пока не представляется возможным.

Выводы: В результате исследования удалось разработать и отладить отдельные компоненты модели пилота, которые были успешно применены в ряде проектов в частности для эргономической оценки перспективных кабины с одним пилотом и без лобового остекления, а также для создания комплекса психофизиологической оценки экипажа ВС. Планируется проведение дальнейших работ в данном направлении: более детальная проработка отдельных компонентов модели пилота и их интеграция на базе комплекса моделирования КБО ВС.

Список источников

1. Kuravsky L.S., Yuryev G.A. A novel approach for recognizing abnormal activities of operators of complex technical systems: three non-standard metrics for comparing performance patterns // International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET). 2020;11(4):119-136.

2. Kuravsky L.S., Yuryev G.A., Zlatomrezhev V.I., Yuryeva N.E. Assessing the Aircraft Crew Actions with the Aid of a Human Factor Risk Model // Eksperimental'nayapsikhologiya = Experimental Psychology (Russia). 2020;13(2):153—181. DOI 10.17759/exppsy.2020130211.

3. Клаучек С.В. Психофизиологическое моделирование профессионального стресса человека-оператора. Научное наследие академика П.К. Анохина и его развитие в трудах волгоградских ученых: материалы областной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика П.К. Анохина, Волгоград, 26–27 февраля 1998 года / Волгоградская медицинская академия; под редакцией В.И. Петрова, К.В. Гаврикова. Волгоград: Волгоградская медицинская академия, 1998. Т. 1. С. 52-53. EDN ZUPVDS.

4. Натальин В.М. Моделирование управляющих действий пилота в условиях особых ситуаций // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2009. № 138. С. 205-209. EDN LDESMV.

5. Ильин Е.П. Психофизиология человека. СПб.: Питер, 2005. 540 с.

6. Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием, Брянск, 4–6 июня 2024 года. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. 481 с. ISBN 978-5-907958-06-7. EDN FVBETG.

Статья поступила в редакцию 18.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Грешников И.И. – к.т.н., начальник лаборатории Государственного научно-исследовательского института авиационных систем.

Куравский Л.С. – д.т.н., профессор, декан факультета информационных технологий Московского государственного психолого-педагогического университета.

Давыдов Д.А. – начальник сектора Государственного научно-исследовательского института авиационных систем.

Глухова Э.Д. – аспирант, инженер 1 категории Государственного научно-исследовательского института авиационных систем.

Махортов И.А. – аспирант, инженер 2 категории Государственного научно-исследовательского института авиационных систем.

Вклад авторов

Грешников И.И. – идея, руководство реализацией, частичное написание статьи (60%).

Куравский Л.С. – научное руководство, разработка математического аппарата (10%).

Давыдов Д.А. – техническая реализация в части стендово-имитационной среды, техническая поддержка исследований (10%).

Глухова Э.Д. – доработка текста статьи, оформление материалов (10%).

Махортов И.А. – техническая реализация в части модулей модели пилота и психофизиологии, проведение исследований (10%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5:004.925

ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ КОГНИТИВНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО WEB-ДИЗАЙНА

Артём Игоревич Досин
Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск, Беларусь
whaleswannalive@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения твердотельного 3D-моделирования в контексте когнитивно-ориентированного веб-дизайна. Актуальность темы обусловлена возрастающей необходимостью адаптации интерфейсов к особенностям восприятия информации пользователями. Трёхмерная визуализация позволяет повысить вовлечённость и интуитивность за счёт использования пространственного мышления и эффекта присутствия. Анализируется эволюция технологий, начиная с появления WebGL и развития фреймворка Three.js, а также рассматриваются программные средства создания и интеграции 3D-объектов в веб-среду. Особое внимание уделяется эргономическим аспектам и когнитивной эффективности 3D-интерфейсов. Приводятся результаты исследований, демонстрирующие влияние трёхмерной графики на пользовательское восприятие и поведение в образовательной и коммерческой среде. Делается вывод о необходимости балансирования между визуальной насыщенностью и производительностью интерфейса.

***Ключевые слова*:** 3D-моделирование, веб-дизайн, когнитивная эргономика, WebGL, Three.js, пользовательский опыт, визуализация, интерфейс, интерактивность, информационное восприятие.

***Для цитирования*:** Досин А.И. Твердотельное 3D-моделирование как инструмент когнитивно-ориентированного web-дизайна // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 99-103.

Современный веб-дизайн развивается в направлении, предполагающем всё более глубокую персонализацию и адаптацию интерфейсов к потребностям пользователя. В условиях роста объёма представляемой информации и конкуренции за внимание пользователя важным становится не только внешний вид веб-сайта, но и то, насколько эффективно он взаимодействует с когнитивной системой человека. Одним из перспективных направлений становится использование 3D-моделирования как средства усиления интуитивно
сти, вовлечённости и понятности цифрового контента. В отличие от традиционных двухмерных элементов интерфейса, трёхмерные объекты обладают

© Досин А.И., 2025

способностью формировать более глубокую связь с пользовательским восприятием за счёт эффекта присутствия, пространственного мышления и визуального акцента. Визуализация в формате 3D позволяет не только передавать форму и текстуру объекта, но и акцентировать его функциональное назначение. Это особенно актуально в

интерфейсах образовательного, инженерного, медицинского и корпоративного назначения.

Генезис интеграции трёхмерной графики в веб-дизайн берёт своё начало в 2011 году, когда появилась технология WebGL, ставшая переломным моментом в развитии интерактивной веб-визуализации [1]. Данная технология, основанная на открытом стандарте OpenGL ES 2.0, впервые обеспечила возможность аппаратно-ускоренного рендеринга трёхмерной графики непосредственно в браузерной среде без необходимости использования дополнительных плагинов. Это достижение принципиально изменило парадигму веб-разработки, создав предпосылки для формирования нового класса богатых визуальных интерфейсов.

Первоначальный период внедрения трёхмерных технологий в веб-пространство характеризовался существенными технологическими ограничениями. Низкая производительность графики в браузерах, недостаточная оптимизация рендеринга и ограниченная поддержка со стороны устаревших браузерных платформ существенно сдерживали массовое распространение данной технологии. Ситуация начала кардинально меняться по мере эволюции аппаратных возможностей пользовательских устройств, совершенствования браузерных движков и появления специализированных библиотек визуализации. Особую роль в этом процессе сыграл фреймворк Three.js, который, абстрагируя сложности низкоуровневого WebGL API, значительно снизил порог входа для разработчиков и дизайнеров.

Современные реализации демонстрируют значительный прогресс в аспектах производительности, кросс-платформенной совместимости и пользовательского опыта. Трёхмерная визуализация перестала быть исключительно декоративным элементом, превратившись в полноценный инструмент нарративного дизайна, способный эффективно передавать сложные информационные модели и создавать иммерсивные пользовательские среды. Тенденция к повсеместному внедрению 3D-графики в веб-пространстве свидетельствует о формировании новой парадигмы цифрового взаимодействия, где трёхмерная визуализация становится органичной составляющей пользовательского опыта.

Использование программных решений, таких как, например, Autodesk Inventor или Blender, позволяет разрабатывать как точные параметрические модели, так и анимированные визуальные элементы для последующей интеграции в веб-среду. Inventor особенно эффективен при создании технически точных, масштабируемых моделей, в то время как Blender предоставляет широкие возможности для создания художественно выразительных, анимационно насыщенных элементов. Экспорт моделей осуществляется в форматах,

поддерживаемых большинством современных веб-браузеров. Интеграция моделей осуществляется средствами WebGL и библиотекой Three.js, а также с использованием компонента от Google, что упрощает реализацию интерактивности без необходимости в плагинах. Разработка моделей требует учёта технических особенностей среды их размещения: ограничений производительности клиентского оборудования, скорости соединения и совместимости с браузерами.

Трёхмерные элементы могут выступать в роли навигационных и функциональных блоков, повышая узнаваемость и запоминаемость интерфейса. Исследования в области когнитивной психологии подтверждают, что информация, представленная в пространственном контексте, лучше воспринимается и запоминается, чем плоские изображения или текст. Это позволяет использовать 3D-графику как инструмент снижения когнитивной нагрузки, облегчения ориентации пользователя и создания более интуитивных сценариев взаимодействия. Например, анимированная 3D-кнопка может не только выполнять функцию управления, но и передавать информацию о процессе, статусе или последствиях нажатия. В образовательных интерфейсах использование трёхмерных моделей способствует лучшему усвоению материала, особенно при обучении визуально-пространственным дисциплинам. Примеры таких решений уже применяются в интерфейсах виртуальных лабораторий, где студенты могут изучать сложные механизмы или процессы в интерактивном формате. В электронной коммерции использование 3D моделей товара, помимо обычных изображений, позволяет потенциальному клиенту лучше изучить его и может стать выгодным конкурентным преимуществом. Так, например, в результате исследования с участием более 400 человек, в которых сравнивались традиционные 2D-изображения товаров с интерактивными 360-градусными обзорами, составленными из 12, 24 и 36 реальных фотографий, пользователи продемонстрировали выраженное увеличение воспринимаемой ценности товаров, представленных в формате 3D-обзора [2]. Участники, просматривающие товары в 360-градусном формате на компьютерах, оценивали их на 54% дороже, чем те же товары, представленные в виде обычных изображений. Результаты исследования в виде количества заказов при использовании 2D и 3D моделей с разным количеством фотографий приведены на рис. 1.

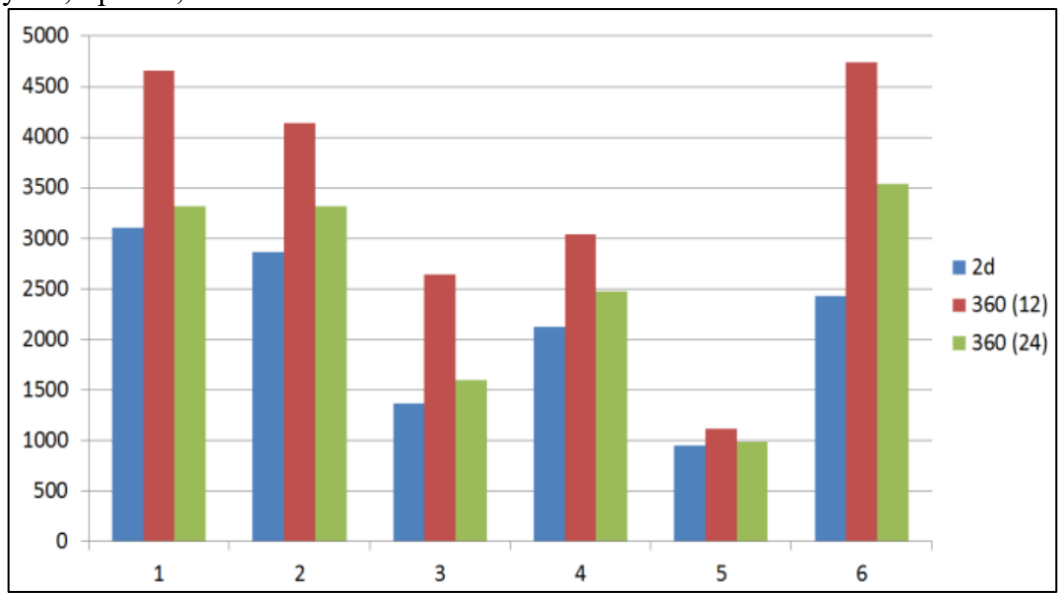


Рис.1. Количество заказов товара [2]

Однако применение 3D-графики требует соблюдения определённых принципов эргономики. В результате вышеупомянутого исследования были выявлены недостатки чрезмерного использования объёмных элементов. Форматы с большим числом кадров (24 и 36 изображений), несмотря на более высокое качество визуализации, оказывали повышенную когнитивную нагрузку на пользователя и удлиняли время загрузки страницы, особенно при использовании мобильных устройств. Это негативно отражалось на общем уровне удовлетворённости взаимодействием: около 27% участников, использовавших смартфоны, выразили недовольство скоростью загрузки 3D-страниц, несмотря на общий интерес к содержимому. Кроме того, внедрение двух степеней свободы в управлении 3D-просмотром (возможность вращения по горизонтали и вертикали) также ухудшало опыт пользователей — по-видимому, из-за сложности навигации и неинтуитивного управления моделью.

Так, особенно эффективным оказался формат с 12 изображениями: несмотря на техническую простоту, он обеспечивал достаточную плавность вращения и вызывал максимальное доверие у потребителей. Более того, вероятность покупки для таких товаров значительно возрастала: пользователи чаще указывали готовность совершить покупку именно после взаимодействия с такой 3D-моделью.

Таким образом, исследование подчёркивает важность баланса между визуальной насыщенностью и эргономичностью интерфейса: качественная 3D-визуализация способна повысить не только привлекательность товара, но и его воспринимаемую ценность, однако при этом требует оптимизации под конкретную платформу и сценарий использования. Поэтому необходимо строго дозировать применение 3D-моделей, ограничивая их функциональными целями и размещая в контексте, способствующем усилению пользовательского опыта. Рекомендуется использовать не более одной активной модели на

экране, обеспечивать пользовательское управление анимацией и гарантировать адаптацию моделей к различным устройствам. Грамотное использование позволяет создать цифровую среду, в которой интерфейс становится не только понятным, но и интуитивно предсказуемым, способствующим формированию устойчивого пользовательского опыта. Перспективы развития данного направления связаны с дальнейшей интеграцией дополненной и виртуальной реальности в веб-пространство, что откроет новые возможности для иммерсивного взаимодействия. Важным направлением дальнейших исследований представляется разработка когнитивных моделей оценки эффективности трёхмерных интерфейсов с учётом пользовательских сценариев. Кроме того, актуальной задачей остаётся оптимизация трёхмерной графики под условия ограниченных ресурсов, особенно в мобильных и WebAR-приложениях. В заключение стоит отметить, что при наличии доступных инструментов и росте производительности клиентских устройств, 3D-графика перестаёт быть прерогативой игровых и визуализационных приложений, постепенно становясь стандартом для сложных, когнитивно-насыщенных интерфейсов.

Список источников

1. Development of 3D Model and Display on Web Using Open-Source Technology // International Journal of Scientific Research in Science and Technology. 2022.
2. Hewawalpit S., Perera I. Effect of 3D Product Presentation on Consumer Preference in E-Commerce // Proceedings of the IEEE MERCon. 2017.

Статья поступила в редакцию 17.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Досин А.И. – студент кафедры «Менеджмент», направление подготовки 6-05-0611-04 – Электронная экономика ИЭФ «БГУИР».

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5:004.021

КВАНТОВЫЕ АЛГОРИТМЫ В ОПТИМИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Алина Алексеевна Зоркина[1]✉, Виктория Евгеньевна Лесик[2]
[1, 2]РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия
[1]zorkina_alina2002@mail.ru✉, http://orcid.org/0009-0005-7137-3749
[2]viktoria-lesik@mail.ru, https://orcid.org/0009-0008-5222-1215

Аннотация. В статье рассматривается применение квантовых алгоритмов для решения задач оптимизации в интеллектуальных производственных системах. Проанализированы теоретические основы квантовых вычислений, включая принципы суперпозиции и квантовой запутанности, лежащие в основе таких алгоритмов, как алгоритм Гровера и алгоритм Шора. Особое внимание уделено потенциальным возможностям квантовой оптимизации в промышленности, включая планирование производственных процессов, маршрутизацию и распределение ресурсов. Проведено сравнение квантовых и классических подходов к оптимизации, выявлены их преимущества и ограничения. Делается вывод о целесообразности интеграции квантовых методов в состав гибридных интеллектуальных систем управления производством на перспективу развития квантовых технологий.

Ключевые **слова:** квантовые алгоритмы, интеллектуальные производственные системы, квантовая оптимизация, алгоритм Гровера, алгоритм Шора, суперпозиция.

Для цитирования**:** Зоркина А.А., Лесик В.Е. Квантовые алгоритмы в оптимизации интеллектуальных производственных систем // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 104-109.

В последние годы наблюдается стремительное развитие двух передовых направлений в области информационных технологий — квантовых вычислений и искусственного интеллекта. Обе эти технологии способны фундаментально трансформировать подходы к решению вычислительно сложных задач, выходящих за рамки возможностей классических систем. Особенно актуальным становится изучение их синергии в контексте интеллектуальных производственных систем, где оптимизация ресурсов, логистики и управления данными требует значительных вычислительных мощностей и гибкости в принятии решений.

Совмещение возможностей квантовых вычислений с алгоритмами ИИ открывает перспективы для построения гибридных систем, способных к более

© Зоркина А.А., Лесик В.Е., 2025

эффективному обучению, обработке информации и принятию решений в реальном времени. Ряд международных инициатив уже продемонстрировал практические шаги в направлении интеграции квантовых технологий и ИИ. Так, лаборатория QuAIL, учреждённая NASA и Google, проводит исследования по применению квантовых алгоритмов в задачах оптимизации и машинного обучения [1]. Аналогичные усилия предпринимаются и в России,

где ГК «Росатом» совместно с Российским квантовым центром ведёт разработки в области квантового искусственного интеллекта.

Цель данной статьи — проанализировать потенциал применения квантовых алгоритмов в задачах оптимизации интеллектуальных производственных систем.

Квантовые вычисления представляют собой парадигму обработки информации, основанную на принципах квантовой механики. В отличие от классических вычислительных моделей, оперирующих битами, квантовые вычисления используют кубиты — квантовые аналоги битов, обладающие способностью находиться в суперпозиции состояний и участвовать в квантовой запутанности. Эти особенности позволяют квантовым системам осуществлять параллельную обработку экспоненциально большого числа состояний, что открывает новые возможности для решения задач оптимизации высокой размерности.

Кубит (квантовый бит) — это двухуровневая квантовая система, математически представляемая вектором состояния в комплексном гильбертовом пространстве. Состояние кубита описывается как линейная комбинация базисных векторов $|0\rangle$ и $|1\rangle$:

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle,$$

где α и β — комплексные амплитуды, удовлетворяющие условию нормировки $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$.

Суперпозиция позволяет квантовому регистру одновременно представлять все возможные комбинации своих базисных состояний. Это приводит к экспоненциальному росту пространства состояний, в отличие от линейного в классических системах. Ещё одной ключевой характеристикой является квантовая запутанность — нелокальная корреляция между состояниями двух или более кубитов. Благодаря запутанности изменения одного кубита мгновенно влияют на другой, что позволяет реализовывать квантовые алгоритмы с высокой степенью когерентности и взаимозависимости операций.

Одним из ключевых преимуществ квантовых вычислений является их способность эффективно решать задачи оптимизации, которые традиционно считаются вычислительно трудными. В контексте интеллектуальных производственных систем такие задачи включают планирование операций, распределение ресурсов, оптимизацию логистических цепочек и маршрутизацию. Квантовые алгоритмы, использующие принципы суперпозиции и интерференции, обладают потенциалом существенно ускорить решение этих задач по сравнению с классическими методами [1,2,3].

Алгоритм Гровера, предложенный в 1996 году, представляет собой квантовую процедуру поиска в неструктурированной базе данных, требующую в среднем $O(\sqrt{N})$ итераций, в отличие от $O(N)$ в классических алгоритмах. Математическая структура алгоритма Гровера основана на представлении квантового поиска как задачи усиления амплитуды нужного состояния в пространстве суперпозиции. Предположим, что существует булева функция $f: \{0,1\}^n \to \{0,1\}$, где $f(x) = 1$ только для одного элементов $x \in \{0,1\}^n$, соответствующих искомым решениям. Цель алгоритма — найти такой x, минимизируя число вызовов f [1]. Алгоритм начинается с подготовки n-кубитной системы в состояние полной суперпозиции. Это достигается применением оператора Адамара $H^{\otimes n}$, что дает:

$|\psi_0\rangle = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{x=0}^{N-1} |x\rangle$,

где $N = 2^n$, — общее число состояний, а каждая конфигурация $|x\rangle$ появляется с амплитудой $\frac{1}{\sqrt{N}}$.

Следующим этапом является применение оракула U_f, который выполняет селективную инверсию фазы:

$$O_f|x\rangle = (-1)^{f(x)}|x\rangle$$

Этот оператор оставляет без изменений все состояния $|x\rangle$, кроме тех, для которых $f(x) = 1$, в которых амплитуда становится отрицательной. Таким образом, оракул «помечает» искомое состояние, не нарушая нормировку.

Затем выполняется операция усиления амплитуды, называемая инверсией относительно среднего, которая является унитарным оператором D. Она определена как:

$$D = 2|\psi_0\rangle\langle\psi_0| - I,$$

где I – единичный оператор, $|\psi_0\rangle$ – исходное состояние суперпозиции. Этот оператор отражает амплитуды всех состояний относительно их среднего значения, увеличивая амплитуду «отмеченного» состояния, на которое указывал оракул, и уменьшая амплитуды остальных. Повторяя последовательность $G = D * O_f$ порядка $\left[\frac{\pi}{4}\sqrt{N}\right]$ раз, мы с высокой вероятностью усиливаем амплитуду нужного состояния до величины, близкой к 1.

Важно отметить, что алгоритм Гровера не является универсальным решением для всех оптимизационных задач. Его преимущество проявляется преимущественно при наличии единственного или малого числа допустимых решений и при возможности эффективно реализовать оракул — квантовую операцию, определяющую нужные состояния. Кроме того, в условиях современной технологической базы квантовые устройства обладают ограниченным числом кубитов и высокой чувствительностью к ошибкам, что ограничивает масштаб задач, решаемых на практике.

Алгоритм Шора, предложенный в 1994 году, является одним из самых значимых достижений в квантовых вычислениях, поскольку он впервые показал возможность экспоненциального ускорения решения задачи факторизации

целых чисел. В классической постановке задача факторизации большого числа N, например, длиной 2048 бит, требует суперэкспоненциального времени и лежит в основе стойкости многих криптографических алгоритмов. Алгоритм Шора решает эту задачу за полиномиальное время $O((\log N)^3)$, используя квантовый параллелизм и преобразование Фурье [2].

Математически алгоритм сводит задачу факторизации N к задаче нахождения периода периодической функции. Рассмотрим произвольное число $a < N$, взаимно простое с N, и функцию:

$$f(x) = a^x \ mod \ N$$

Эта функция периодическая, и её период r — наименьшее такое натуральное число, для которого $a^r \equiv 1 \ mod \ N$. Если найдется такой период r, то с большой вероятностью можно вычислить нетривиальные делители числа N по формуле:

$$\gcd\left(a^{\frac{r}{2}} \pm 1, N\right)$$

Ключевым элементом алгоритма является нахождение периода r с помощью **квантового преобразования Фурье**, которое позволяет извлечь информацию о периоде из суперпозиции значений функции $f(x)$. Алгоритм реализуется следующим образом:

1) Подготовка двух квантовых регистров: один в суперпозиции всех возможных значений x, второй — в состоянии $|0\rangle$;

2) Применение унитарной операции $U_f : |x\rangle|0\rangle \mapsto |x\rangle|f(x)\rangle$, создающей запутанное состояние;

3) Измерение второго регистра, приводящее первый к суперпозиции всех x, соответствующих одному значению $f(x)$, то есть периодической суперпозиции;

4) Применение квантового преобразования Фурье к первому регистру;

5) Измерение результата и использование классического алгоритма приближённых дробей для восстановления периода r.

Алгоритм Шора особенно интересен с точки зрения общей архитектуры: он сочетает классические предварительные и заключительные шаги с квантовым ядром, основанным на суперпозиции, интерференции и квантовом преобразовании Фурье. Хотя его основное практическое применение связано с криптоанализом, принципы, лежащие в основе алгоритма — такие как извлечение периодичности и использование унитарных преобразований для кодирования свойств функции — могут быть адаптированы и для других классов задач, включая оптимизацию и моделирование циклических процессов.

Сравнение квантовых алгоритмов с классическими методами оптимизации в контексте интеллектуальных производственных систем выявляет принципиальные различия как в вычислительной природе, так и в масштабируемости подходов. Классические алгоритмы, такие как методы полного перебора, линейного и целочисленного программирования, жадные эвристики и генети-

ческие алгоритмы, обладают высокой степенью зрелости и широко применяются в производственной практике. Они хорошо работают для задач малого и среднего масштаба, но с ростом размерности пространства решений сталкиваются с экспоненциальным увеличением времени выполнения. Особенно это заметно в задачах, содержащих большое число ограничений, дискретных переменных или зависящих от внешней неопределённости [4,5].

Квантовые алгоритмы демонстрируют иной тип вычислительного ускорения. Благодаря способности обрабатывать суперпозиции состояний и манипулировать вероятностными амплитудами, они обеспечивают ускоренный перебор возможных решений.

Несмотря на теоретические преимущества, квантовые алгоритмы пока ограничены аппаратными возможностями: числом кубитов, стабильностью работы и наличием шума. Поэтому на текущем этапе квантовые методы чаще рассматриваются как дополнение к классическим — в составе гибридных схем, где они используются для ускорения наиболее ресурсоёмких подзадач. Однако уже при использовании симуляторов квантовые подходы демонстрируют конкурентоспособность при решении задач малого и среднего масштаба, характерных для локальных участков производственной цепочки, таких как оптимизация загрузки одной линии, выбор конфигурации оборудования или маршрутизация в рамках склада [6,7].

Таким образом, квантовые и классические методы не конкурируют напрямую, а скорее дополняют друг друга. При решении крупных производственных задач будущее, вероятно, будет принадлежать гибридным архитектурам, где квантовые алгоритмы берут на себя ключевые узкие места, обеспечивая ускорение и улучшение качества решений, а классические — сохраняют устойчивость, масштабируемость и интеграцию с существующими системами управления производством.

Список источников

1. NASA Quantum Artificial Intelligence Laboratory (QuAIL) / NASA. URL: https://www.nasa.gov/content/nasa-quantum-artificial-intelligence-laboratory-quail (дата обращения: 14.05.2024).

2. Grover L.K. A fast quantum mechanical algorithm for database search // Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on the Theory of Computing. 1996. P. 212–219.

3. Farhi E., Goldstone J., Gutmann S. A quantum approximate optimization algorithm. 2014. arXiv:1411.4028.

4. Horowitz M., Grumbling E. (eds.). Quantum computing: progress and prospects. Washington, DC: The National Academies Press, 2019.

5. Бондарев А.В. Обзор элементной базы квантовых компьютеров // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. Т. 8, № 3 (47). С. 96-100. EDN KRMSGB.

6. Филимонов А.А. Возможности использования квантовых компьютеров для управления предприятиями // Молодёжный вестник ИрГТУ. 2020. Т. 10, № 1. С. 30–39.

7. Зуев А.В., Макеева И.А., Медведев В.А. и др. Реализация возможностей искусственного интеллекта в образовании с применением квантовых компьютеров // Ученые записки университета Лесгафта. 2022. № 2 (204). С. 161-166.

Статья поступила в редакцию 17.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Зоркина А.А. - студент кафедры «Математические методы обеспечения безопасности систем», направление подготовки 10.05.04 – Информационно-аналитические системы безопасности ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина».

Лесик В.Е. - студент кафедры «Математические методы обеспечения безопасности систем», направление подготовки 10.05.04 – Информационно-аналитические системы безопасности ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина».

Вклад авторов

Зоркина А.А. - идея, сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (60%).

Лесик В.Е. - обработка материала, частичное написание статьи (40%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ БЛОКИРОВКИ ЛОЖНОГО ВОСПРИЯТИЯ НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМАХ

Ксения Аркадьевна Иванова
Московский авиационный институт, Москва, Россия
ksavlad@gmail.ru, http://orcid.org/0009-0008-7465-0619

Аннотация. В статье рассматривается психофизиологическое состояние пилота или экипажа ВС как ключевой вопрос системы мониторинга восприятия неструктурированных данных критически важной информации в человеко-машинных системах.

***Ключевые слова*:** неструктурированные данные, авиационная техника, система «человек–машина», психофизиологическое состояние, эргатические системы.

***Для цитирования*:** Иванова К.А. Алгоритм оптимальной функции блокировки ложного восприятия неструктурированных данных критически важной информации в человеко-машинных системах // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 110-113.

Введение

Проблема вытеснения пилота или экипажа ВС с коммуникативными функциями и замещением на технические и технологические средства в виде бортового компьютера с элементами искусственного интеллекта является следствием экономического решения по ресурсоемкости [1].

Проблема вытеснения пилотов и экипажа воздушных судов (ВС) техническими средствами, такими как бортовые компьютеры с элементами искусственного интеллекта (ИИ), является закономерным следствием экономической оптимизации авиационной отрасли. Автоматизация процессов управления ВС позволяет снизить эксплуатационные расходы, минимизировать человеческий фактор и повысить эффективность использования ресурсов.

Однако полное замещение экипажа автономными системами сопряжено с рядом вызовов, включая вопросы безопасности, нормативного регулирования, психологического восприятия пассажиров и этические аспекты принятия решений в критических ситуациях. Несмотря на прогресс в области ИИ, человеческий опыт и адаптивность остаются важными элементами в управлении воздушным транспортом.

Таким образом, процесс автоматизации авиации будет развиваться по

© Иванова К.А., 2025

пути гибридного взаимодействия пилотов и интеллектуальных систем, где технологии возьмут на себя рутинные и ресурсоемкие задачи, а экипаж сохранит контроль над сложными и нештатными ситуациями. Оптимальное сочетание человеческого и искусственного интеллекта позволит достичь

баланса между экономической эффективностью и безопасностью полетов.

Материалы и методы

Указанная тенденция не позволяет обеспечить своевременный анализ и оценку психофизиологической и поведенческой реакции пилота или экипажа ВС для принятия корректного управленческого решения. Задача по разработке и моделированию тренажеров эргатических систем, направленных на поиски и отработки алгоритма блокировки ложного восприятия неструктурированных данных критически важной информации, является в сложившейся ситуации не только актуальной, но и критически значимой [2].

Проведенный анализ свидетельствует о том, что существующая тенденция затрудняет своевременную оценку психофизиологических и поведенческих реакций пилотов и экипажа воздушных судов, что негативно сказывается на качестве управленческих решений в критических ситуациях. В связи с этим разработка и моделирование специализированных тренажеров эргатических систем приобретают ключевое значение.

Создание таких тренажеров, направленных на выявление и блокировку ложного восприятия неструктурированных данных, позволит повысить надежность и безопасность пилотирования, минимизировать человеческий фактор и снизить риски авиационных происшествий. Решение данной задачи является не только актуальным в современных условиях, но и стратегически важным для дальнейшего развития авиационной отрасли, обеспечивая адаптацию экипажей к сложным и нештатным ситуациям.

Реализация предложенных мер будет способствовать повышению эффективности подготовки авиационного персонала, оптимизации процессов принятия решений и, как следствие, укреплению безопасности полетов в целом.

Авторами статьи предлагаются решения по разработке математического инструмента с целью оптимизации потоков информации по двум основным базисам: разграничение по приоритетности неструктурированных данных по источнику и блокам резервирования информации по психофизиологическому признаку (личностное поле восприятия).

Реализация такого подхода позволяет не только повысить эффективность обработки данных, но и адаптировать информационные системы под индивидуальные когнитивные характеристики пользователей. Проанализированные методы открывают новые перспективы в области управления информацией, обеспечивая более гибкое и персонализированное взаимодействие с данными. Дальнейшие исследования могут быть направлены на уточнение алгоритмов ранжирования и расширение модели личностного поля для более

точной адаптации под динамически изменяющиеся условия восприятия. Внедрение разработанного инструментария способно значительно улучшить процессы анализа и передачи информации в различных областях, от цифровых коммуникаций до когнитивных технологий.

С этой целью предложена разработка и варианты алгоритма оптимальной функции блокировки ложного восприятия неструктурированных данных критически важной информации в человеко-машинных системах (ЧМС) [3]. Основная задача данной функции – перераспределение пропускной способности неструктурированных данных машиной и пилотом. Основные результаты исследования включают:

1. Снижение когнитивной нагрузки на оператора за счёт автоматизированной фильтрации и классификации неструктурированных данных.

2. Оптимизацию пропускной способности системы, что позволяет минимизировать задержки в передаче и обработке информации.

3. Повышение устойчивости ЧМС к ошибкам восприятия, обеспечивая более точное и своевременное принятие решений в критических ситуациях.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на адаптацию алгоритма для различных типов человеко-машинных интерфейсов, а также на интеграцию методов машинного обучения для динамической настройки параметров блокировки в реальном времени.

В статье описано влияние данной функции, а также полученные результаты в ходе проектирования на ранних этапах машин и подготовки или переобучения пилотов. Практический параметр работы указанного алгоритма – нахождение вероятностных характеристик, с учетом временного фактора, описывающих процесс и состояние функциональных информационных объектов, имеющих критическое значение при ложном восприятии неструктурированных данных.

Обсуждение

В ходе исследования был проанализирован алгоритм, направленный на определение вероятностных характеристик функциональных информационных объектов с учётом временного фактора. Установлено, что данный подход позволяет эффективно оценивать динамику состояний системы, особенно в условиях ложного восприятия неструктурированных данных, что имеет критическое значение для обеспечения устойчивости и достоверности информационных процессов.

Полученные результаты демонстрируют, что предложенный метод способен минимизировать риски, связанные с ошибочной интерпретацией данных, за счёт учета вероятностных моделей и временных зависимостей. Это открывает перспективы для его применения в областях, где требуется высокая точность обработки информации, включая системы кибербезопасности, анализа больших данных и искусственного интеллекта.

Описанная модель математического инструмента позволяет отследить и описать процесс функционирования информационного потока неструктуриро-

ванных данных в области ложного восприятия при различных вариантах взаимодействия человека и машины в ЧМС.

Заключение

Психофизиологическое состояние пилота и экипажа воздушного судна играет ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности полетов. Современные системы мониторинга, направленные на анализ восприятия неструктурированных данных критически важной информации, позволяют своевременно выявлять факторы, способные негативно повлиять на работоспособность операторов человеко-машинных систем.

Использование передовых технологий, включая нейрокогнитивные интерфейсы, биометрический анализ и методы машинного обучения, открывает новые возможности для прогнозирования и предотвращения опасных ситуаций, связанных с человеческим фактором. Дальнейшее развитие таких систем требует междисциплинарного подхода, объединяющего достижения авиационной психологии, нейрофизиологии и искусственного интеллекта [4].

Внедрение интеллектуальных систем мониторинга психофизиологического состояния экипажа не только повысит уровень безопасности полетов, но и оптимизирует взаимодействие человека с автоматизированными комплексами, что является важным шагом в эволюции авиационных технологий.

Список источников

1. Смирнов Б.А., Гулый Ю.И. Инженерно-психологическое и эргономическое проектирование. Харьков: Гуманитарный центр, 2010. 380 с.

2. Черков В., Бохуш Р., Адамовский Е. Модель разделения данных пользователей в когнитивной системе связи на базе LTE // Информационно-управляющие системы. 2023. № 5 (126). С. 43-54. DOI 10.31799/1684-8853-2023-5-43-54. EDN GUFVYP.

3. Ананьев А.В., Баркалов С.А, Иванников К.С. и др. Модели достоверности комплексного контроля состояний в пространственно-распределительных системах информационной безопасности // Информатика и вычислительная техника. 2022. Т. 22, № 4. С. 5-15. DOI 10.14529/ctcr220401.

4. Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием, Брянск, 4–6 июня 2024 года. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. 481 с. ISBN 978-5-907958-06-7. EDN FVBETG.

Статья поступила в редакцию 19.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Иванова К.А. – ассистент кафедры «Проектирование и сертификация авиационной техники» МАИ.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

КВАНТОВАЯ ЭКОНОМИКА: КАК КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ МОГУТ ИЗМЕНИТЬ ФИНАНСОВЫЕ РЫНКИ

Иван Сергеевич Казанцев[1]✉, **Роман Денисович Ягафаров**[2]
[1, 2]РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Москва, Россия
[1]kazantsevivan1991@mail.ru✉, http://orcid.org/0009-0005-0208-4265
[2]workout-2023@mail.ru, https://orcid.org/0009-0005-8815-3443

Аннотация. Исследуется трансформация финансовых рынков под влиянием квантовых вычислений. Особое внимание уделено сравнительному анализу традиционного метода Монте-Карло и его квантового аналога, включая различия в подходах к моделированию, вычислительной мощности и точности результатов. Приведена актуальная статистика, отражающая рост интереса к квантовым технологиям: данные о научно-исследовательской активности, результаты анализа публикаций в Google Scholar, а также прогнозы McKinsey Digital о потенциальной прибыли от внедрения квантовых вычислений в финансовой сфере к 2035 году. Рассмотрены перспективы применения квантовых технологий в банковском секторе, управлении рисками и криптографии, а также ключевые вызовы, связанные с их коммерциализацией.

***Ключевые слова*:** квантовые вычисления, финансовые рынки, метод Монте-Карло, квантовое моделирование, банковский сектор, управление рисками, прогнозирование прибыли.

***Для цитирования*:** Казанцев И.С., Ягафаров Р.Д. Квантовая экономика: как квантовые вычисления могут изменить финансовые рынки // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 114-121.

Квантовые вычисления открывают новую эру в информационных технологиях, обладая потенциалом трансформировать финансовые рынки. Основываясь на квантовомеханических явлениях – суперпозиции состояний и квантовой запутанности, – эти системы способны решать задачи, недоступные для классических компьютеров. Их принципиальное отличие заключается в использовании кубитов вместо традиционных битов: если обычные компьютеры оперируют двоичными значениями (0 и 1), то квантовые системы благодаря кубитам могут параллельно обрабатывать информацию с беспрецедентной скоростью. Кубит, являясь квантовым аналогом бита, представляет минимальную единицу информации в квантовых вычислениях [4].

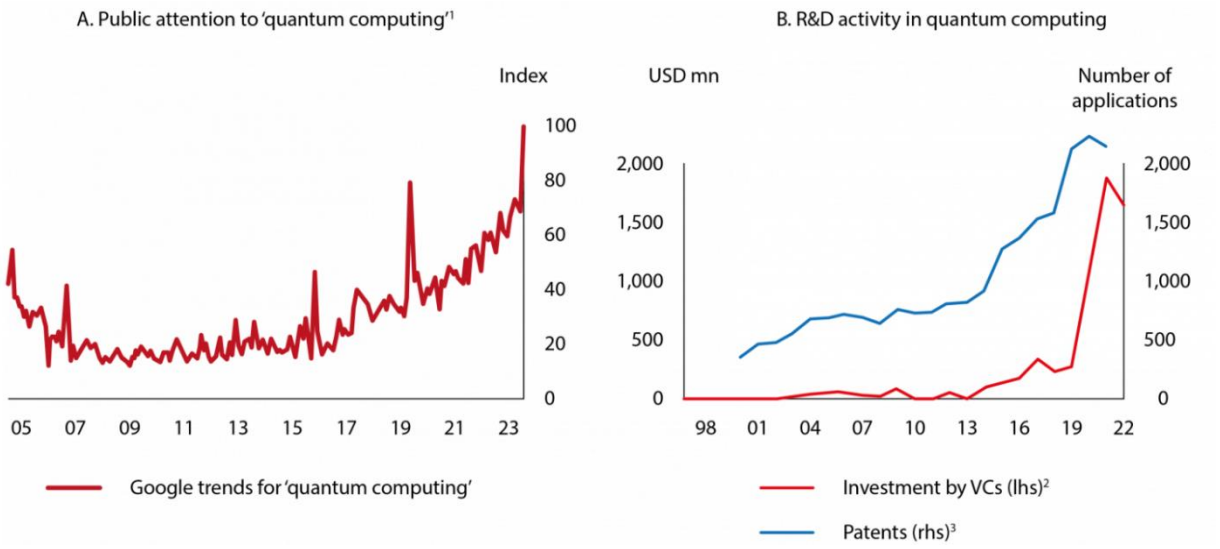
© Казанцев И.С., Ягафаров Р.Д., 2025

Технология квантовых компьютеров открывает новые горизонты для оптимизации инвестиционных стратегий, управления рисками и разработки финансовых инструментов. В статье рассматривается, как квантовые вычисления влияют на финансовые рынки и как принципы квантовой механики смогут значительно изменить ландшафт финансовых рынков в ближайшем будущем.

Квантовые компьютеры обладают значительным потенциалом в различных областях благодаря экспоненциально более высокой скорости решения сложных вычислительных задач. Ярким примером является алгоритм Шора, разработанный в 1994 году, который позволяет взламывать системы с открытым ключом практически с той же скоростью, с которой происходит шифрование, ставя под угрозу их безопасность. Практическое применение этого алгоритма было успешно продемонстрировано в 2012 году на квантовом вычислительном устройстве [1].

Данные Всемирного экономического форума показывают, что в 2022 году мировые государственные инвестиции в квантовые технологии достигли 30 миллиардов долларов, а венчурное финансирование в 2021 году превысило 1 миллиард [2]. Несмотря на то, что квантовые компьютеры пока находятся на начальном этапе развития и требуют решения множества технических проблем, их коммерческое применение становится все более перспективным направлением.

Потенциал и стремительное развитие в этой области привлекли внимание всех заинтересованных сторон: исследователей, инвесторов, операторов финансового рынка и политиков (рис. 1.A[1]). Растущий интерес к новым возможностям, которые предоставляют квантовые вычисления, приводит к взаимному взаимодействию между растущими инвестициями венчурных инвесторов в проекты, связанные с квантовыми вычислениями, и новыми открытиями в этой области исследований (рис. 1.B[2]).



[1] *Индекс тенденций Google по запросу «квантовые вычисления» по состоянию на 15 декабря 2023 года*

[2] *Инвестиции венчурных фондов указывают на общую сумму, инвестированную венчурными фондами в компании, участвующие в проектах по квантовым вычислениям. Количество патентов основано на патентах, в аннотации которых есть слово «квантовый» и которые поданы в патентные ведомства США и Европы.*

Рисунок 1 – Рост внимания и научно-исследовательской деятельности в области квантовых вычислений

Финансовая система характеризуется сложными вычислениями для анализа, прогнозирования и оптимизации. Учитывая высокую размерность задач, с которыми приходится иметь дело, современные высокопроизводительные компьютеры могут испытывать трудности с выполнением этих сложных вычислительных задач.

Квантовые вычисления с их потенциальной способностью обрабатывать огромное количество состояний решения и эффективно выполнять сложные вычисления открывают перспективы для решения некоторых из этих проблем. Прогнозируется, что финансы станут одной из первых отраслей, которые воспользуются преимуществами квантовых вычислений [5]. Таким образом, интерес к применению квантовых вычислений в финансовой сфере растёт, о чём свидетельствует увеличение числа публикаций в этой области (рис. 2).

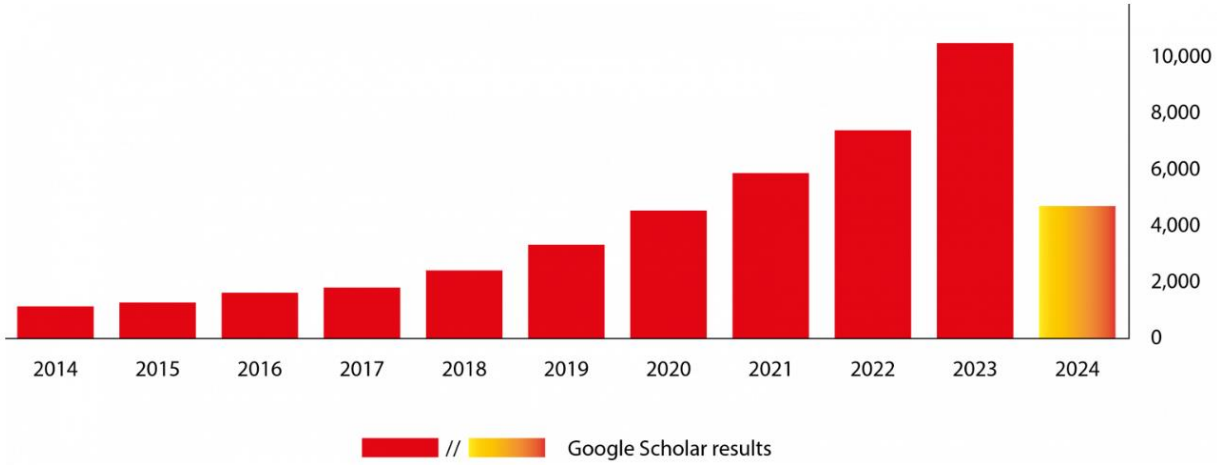


Рисунок 2 – Квантовые компьютеры и финансы: результаты Google Scholar[3]

Ключевую роль в развитии квантовых технологий играет сотрудничество между ведущими игроками рынка (рис. 3). Крупнейшие технологические корпорации, включая IBM, Microsoft, Google и Amazon, активно разрабатывают специализированное оборудование и программные решения, предоставляя доступ к своим облачным платформам для проведения экспериментов.

[3] *Примечание: по оси Y на графике представлено количество результатов поиска, полученных из Google Scholar, в абсолютном выражении. Каждая точка данных соответствует общему количеству записей (например, статей, докладов, диссертаций), которые Google Scholar возвращает по заданному поисковому запросу. По оси X обозначены конкретные исследуемые периоды времени, при этом каждая соответствующая точка отражает общее количество проиндексированных результатов. Для 2024 года использовались данные по состоянию на 19 июня 2024 года.*



Рисунок 3 – 10 самых крупных глобальных компаний из индустрии квантовых вычислений в мире в 2024 году

Кроме того, квантовые и квантово-вдохновлённые вычисления активно пилотируются ведущими международными финансовыми организациями. Например: J.P. Morgan использует технологию квантовых вычислений для прогнозирования стоимости финансовых активов; Mastercard ведёт разработку квантово-гибридных приложений для оптимизации программы лояльности потребителей, оптимизации трансграничных расчетов и детектирования мошенничества; Goldman Sachs с их помощью прогнозирует стоимость акций и осуществляет оптимальную балансировку инвестиционного портфеля; квантовые алгоритмы Barclays ускоряют взаиморасчеты на бирже между торговыми агентами; Bank of Canada осуществляет моделирование поведения рынка в области принятия криптовалют в качестве платёжного средства.

Финансовый сектор активно осваивает и другие перспективные квантовые технологии, включая квантовую криптографию для безопасного распределения ключей, постквантовые алгоритмы шифрования, устойчивые к современным и будущим кибератакам, а также системы конфиденциальных вычислений.

В перспективе квантовые вычислительные системы станут стратегически важными активами для компаний и одновременно приоритетными мишенями для киберпреступников, особенно в финансовой сфере. Это требует заблаговременной проработки вопросов кибербезопасности, включая понимание потенциальных угроз и разработку эффективных механизмов защиты квантовых систем специалистами по информационной безопасности.

По прогнозам специалистов, полноценные отказоустойчивые квантовые компьютеры могут появиться к 2035 году, однако активная разработка соответствующих технологий уже ведётся. Финансовые учреждения имеют возможность начать подготовку уже сейчас – развивая компетенции, адаптируя бизнес-модели и совершенствуя операционные процессы, чтобы быть готовыми к быстрому внедрению квантовых решений в будущем. Такие системы потенциально смогут решать широкий спектр финансовых задач, включая оценку стоимости деривативов или подготовку данных для оптимизации портфелей.

По оценкам McKinsey Digital (группы в компании McKinsey & Company), к тому времени, когда появится отказоустойчивый квантовый компьютер, варианты его использования в финансовой сфере могут принести 622 миллиарда долларов (рис. 4).

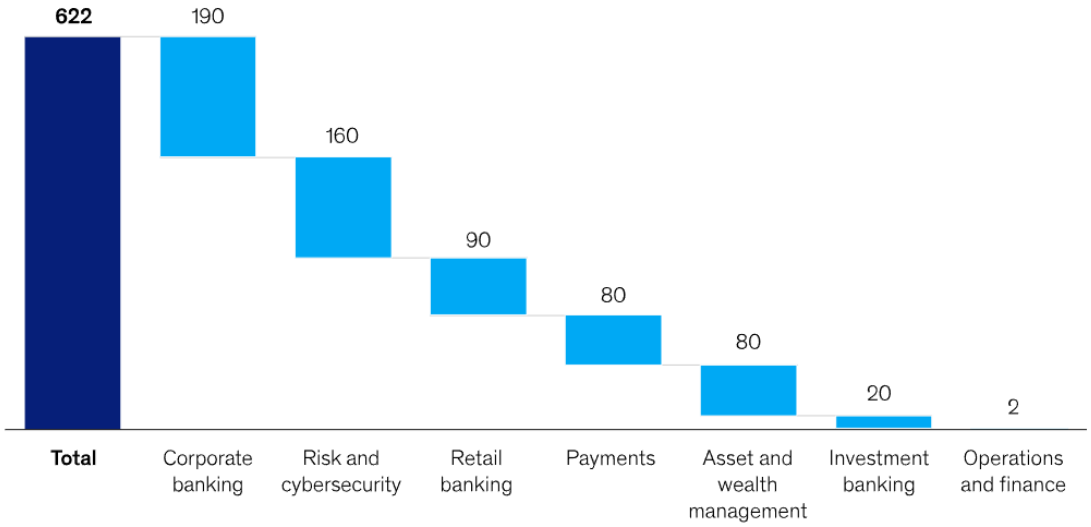


Рисунок 4 – Прогнозы прибыли от использования квантовых компьютеров в финансовой сфере к 2035 году от McKinsey Digital

Несмотря на кажущиеся огромными перспективы квантовых технологий в финансах, их реальному применению мешают существенные технические ограничения.

Основная проблема заключается в крайней нестабильности кубитов – даже минимальные внешние воздействия нарушают их квантовое состояние. Для сохранения квантовой когерентности требуются специальные условия: криогенные температуры, вакуумные камеры и сложные системы изоляции от внешних воздействий.

Квантовые системы требуют совершенно нового подхода как в аппаратном, так и в программном обеспечении. Необходима разработка принципиально новых алгоритмов, а не просто адаптация существующих решений.

Среди наиболее перспективных квантовых алгоритмов можно выделить алгоритм Гровера, который обеспечивает ускоренный поиск в больших массивах неструктурированных финансовых данных. Это открывает новые возможности для анализа транзакций и выявления скрытых закономерностей. Другим важным примером является алгоритм Шора, позволяющий выполнять факторизацию больших чисел с беспрецедентной скоростью.

Экспериментальные исследования подтвердили эффективность квантовых алгоритмов в задачах ценообразования и риск-анализа производных финансовых инструментов. Николаос Стаматопулос, исследователь из Института информатики и телекоммуникаций Национального центра научных исследований «Демокритос» в Афинах, и др. (2022) сравнивают квантовые, классические и полуквантовые схемы, которые позволяют квадратично ускорить

ценообразование производных финансовых инструментов. Авторы также исследуют метод, требующий меньшего количества ресурсов, чем существующие методы. Это усовершенствование значительно улучшит процесс оценки потенциальных рисков с точки зрения требуемой точности и времени выполнения [5].

Финансовые риски часто оцениваются с помощью таких моделей, как симуляция методом Монте-Карло. Чжан Хуэй, генеральный менеджер Origin Quantum, и др. (2023) подчёркивают преимущества квантовых вычислений в таких симуляциях. Они крайне важны для моделирования процессов, в которых присутствует элемент случайности. С помощью квантовых вычислений можно усовершенствовать модели оценки финансовых рисков и, следовательно, повысить точность прогнозирования [5].

Метод Монте-Карло активно применяется в финансах для анализа случайных процессов, включая финансовое планирование, оценку рисков (VaR) и ценообразование сложных опционов и активов.

Суть метода Монте-Карло в финансовой сфере заключается в компьютерной имитации работы сложных экономических систем. Его отличительная особенность – возможность генерировать множество случайных сценариев на основе заданных вероятностных распределений, что позволяет всесторонне оценить риски моделируемой системы.

Данный метод предоставляет уникальную возможность тестировать финансовые стратегии и решения в виртуальной среде до их практической реализации. Например, с его помощью можно заранее оценить потенциальную эффективность инвестиционных решений относительно заданных контрольных показателей или обязательств. Примечательно, что квантовые вычисления могут значительно ускорить этот процесс за счет параллельной обработки множества сценариев [3].

Поскольку рассматриваемый метод занимает особое место в современном финансовом планировании и моделировании, приведем сравнительную характеристику традиционного метода Монте-Карло и квантового моделирования Монте-Карло.

Таблица 1 – Традиционный метод против квантового моделирования Монте-Карло

Подход к моделированиию	**Традиционное моделирование методом Монте-Карло**	**Квантовое моделирование методом Монте-Карло**
Область применения	Применяется для классических систем: моделирование физических процессов в материаловедении, финансовый анализ и т. д.	Используется для квантовых систем: изучение электронов в атомах, молекулах и других квантовых явлениях

Методология	Основан на генерации случайных выборок из вероятностных распределений для имитации событий	Базируется на решении уравнения Шредингера, что позволяет определять волновые функции и квантовые свойства систем
Вычислительная сложность	Относительно низкая по сравнению с квантовым аналогом	Значительно выше, чем у классического метода, из-за сложности квантовых расчетов
Точность результатов	Менее точен при решении сверхсложных задач, например, в финансах	Обеспечивает высокую точность, но требует больших ресурсов
Доступность	Широко распространен и доступен большинству специалистов	Требует специализированного оборудования, мощных вычислительных ресурсов и узкоспециальных знаний

Квантовые вычисления обладают потенциалом трансформировать финансовый сектор, предлагая инновационные решения для оценки рисков, оптимизации портфелей и макроэкономического моделирования. Их сочетание с ИИ расширяет возможности – от обнаружения мошенничества до создания торговых стратегий, что подтверждается растущим числом исследований в этой области.

Однако технология несет и угрозы: квантовые компьютеры способны нарушить работу современных криптографических систем, поставив под удар существующие методы защиты финансовых операций и цифровых коммуникаций, которые могут оказаться неэффективными перед новыми вычислительными возможностями.

Список источников

1. Гайдаш А.А., Егоров В.И., Иванова А.Е.и др. Квантовые технологии. СПб.: Университет ИТМО, 2023. С. 23.

2. State of Quantum Computing: Building a Quantum Economy // Insight report September 2022. World Economic Forum. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_State_of_Quantum_Computing_2022.pdf (дата обращения: 05.05.2025).

3. CFA – Метод Монте-Карло. Финансовый учет. URL: https://finaccounting.ru/cfa/l1/quantitative/cfa-monte-carlo-simulation (дата обращения: 08.05.2025).

4. Сысоев С.С. Введение в квантовые вычисления. Квантовые алгоритмы: учеб. пособие. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2019. С. 35.

5. Egger D. J., Woerner S., Egger D. Quantum Risk Analysis. Finance21. 2020. Central Banl Views, Fintech. URL: https://finance21.net/quantum-computing-and-the-financial-system-opportunities-and-risks/ (дата обращения: 07.05.2025).

6. How quantum computing could change financial services. December 18, 2020. Article / McKinsey&Company. URL: https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/how-quantum-computing-could-change-financial-services (дата обращения: 08.05.2025).

7. Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием, Брянск, 4–6 июня 2024 года. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. 481 с. ISBN 978-5-907958-06-7. EDN FVBETG.

Статья поступила в редакцию 15.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Казанцев И.С. - к.т.н., доцент кафедры «Безопасность информационных технологий» РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина.

Ягафаров Р.Д. - студент кафедры «Безопасность информационных технологий», направление подготовки 10.05.04 – Информационно-аналитические системы безопасности РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина.

Вклад авторов

Казанцев И.С. - помощь в обработке материалов, научное редактирование текста.

Ягафаров Р.Д. - идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Иван Сергеевич Казанцев[1], Владислав Александрович Мельников[2]✉, Анастасия Александровна Першина[3]
[1, 2, 3]Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия
[1]kazantsevivan1991@mail.ru, http://orcid.org/0009-0005-0208-4265
[2]melnik0v.va@yandex.ru✉, https://orcid.org/0009-0001-2881-8651
[3]pershinaaa16@mail.ru, https://orcid.org/0009-0009-6360-2432

Аннотация. Исследуется стремительное развитие квантовых вычислений – области, способной революционизировать науку и промышленность. Рассматриваются фундаментальные принципы квантовых компьютеров, их преимущества перед классическими системами и ключевые технологические вызовы. Особое внимание уделено международной гонке квантовых технологий, включая достижения США, Китая и России. Анализируются перспективы применения квантовых вычислений в различных отраслях, а также прогнозы перехода от экспериментов к коммерческому использованию к 2025-2030 годах.

***Ключевые слова*:** квантовые вычисления, квантовые технологии, квантовое превосходство, quantum computing.

***Для цитирования*:** Казанцев И.С., Мельников В.А., Першина А.А. Перспективы развития квантовых вычислений // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 122-130.

Квантовые вычисления становятся динамично развивающейся областью науки. Уникальные возможности квантовых вычислений основаны на принципах квантовой механики. Квантовые вычисления открывают перспективы решения задач, которые остаются недоступными для классических вычислительных систем. Актуальность исследования перспектив развития квантовых вычислений обусловлена потенциальным влиянием на криптографию, искусственный интеллект, материаловедение, фармацевтику и другие стратегически важные сферы [1].

Современные достижения в создании квантовых компьютеров и алгоритмов демонстрируют стремительный прогресс, однако перед широким внедрением технологий предстоит преодолеть ряд фундаментальных и инженерных вызовов. В этой связи анализ текущего состояния и перспектив развития квантовых вычислений приобретает особую значимость, позволяя определить ключевые направления для дальнейших исследований в этой области и

© Казанцев И.С., Мельников В.А., Першина А.А., 2025

понимания практического применения таких вычислений.

Квантовые вычисления представляют собой принципиально новый подход к обработке информации, основанный на законах квантовой механики. В отличие от классических компьютеров, оперирующих битами с четкими состояниями 0 или 1, квантовые системы используют кубиты – квантовые аналоги битов, способные благодаря явлению суперпозиции находиться одновременно в нескольких состояниях. Суперпозиция позволяет квантовым компьютерам обрабатывать информацию эффективнее [2].

Суть квантовых вычислений заключается в способности кубитов существовать в суперпозиции базовых состояний $|0\rangle$ и $|1\rangle$. Когда система состоит из нескольких кубитов, она может одновременно представлять все возможные комбинации их состояний. Например, два кубита могут находиться в суперпозиции четырех состояний, три кубита – восьми, и так далее по экспоненте [3]. Это свойство открывает путь к параллелизму вычислений. Важную роль в квантовых вычислениях играет явление квантовой запутанности, при котором состояния нескольких кубитов становятся взаимосвязанными, и изменение одного из них мгновенно влияет на другие независимо от расстояния между ними [4].

Операции в квантовых компьютерах выполняются с помощью квантовых логических гейтов – аналогов классических логических элементов. В отличие от последних, квантовые гейты могут создавать и преобразовывать суперпозиции состояний [5]. Например, оператор Адамара переводит кубит из определенного состояния в суперпозицию, а CNOT-гейт позволяет создавать запутанные состояния между кубитами. Эти операции составляют основу квантовых алгоритмов, многие из которых демонстрируют экспоненциальное превосходство над классическими.

В современной литературе [3–5] описаны потенциальные преимущества квантовых вычислений. Использование квантовых вычислений может ускорить решение таких классов задач, как факторизация больших чисел, оптимизация сложных систем в логистике и финансах, моделирование квантовых систем в химии и материаловедении. Квантовые компьютеры открывают новые возможности в области машинного обучения и обработки больших данных.

Современные квантовые компьютеры сталкиваются с серьезными технологическими вызовами. Основные проблемы включают декогеренцию, под которой понимается потеря квантовых свойств из-за взаимодействия с окружающей средой, высокую чувствительность к ошибкам и шумам и сложность масштабирования систем до большого числа кубитов. Для преодоления ограничений разрабатываются методы квантовой коррекции ошибок и новые архитектуры квантовых процессоров.

Развитие квантовых вычислений началось с фундаментальных теоретических работ в 1960-1980-х годах. В конце 1960-х С. Виснер заложил основы квантовой криптографии, хотя его идеи долгое время оставались непризнанными. Важный вклад внес А.С. Холево, который в 1973 году сформулировал

теорему о квантовой границе информации, установив принципиальные ограничения на передачу классической информации через квантовые состояния [6].

Поворотным моментом стала монография Ю.И. Манина «Вычислимое и невычислимое» от 1980 года, где впервые системно рассматривались преимущества квантовых вычислительных устройств. В 1981-1982 годах Р. Фейнман в своих новаторских работах предложил концепцию использования квантовых систем для моделирования физических процессов. Одновременно была доказана фундаментальная теорема о невозможности клонирования квантовых состояний [6].

Особое значение имели работы, написанные Д. Дойчем в 1985 году. В исследованиях была разработана теория универсального квантового компьютера и доказано его принципиальное превосходство над классическими аналогами. В 1989 году Д. Дойч ввел ключевые понятия квантовых логических гейтов и вычислительных сетей [6].

Благодаря алгоритмам П. Шора и Л. Гровера в 1990-х годах произошел настоящий прорыв. Алгоритм Шора [6], созданный в 1994 году и позволяющий эффективно раскладывать числа на множители, поставил под угрозу современные криптографические системы. Алгоритм Гровера [6], созданный в 1995 году, предложил квантовое ускорение для задач поиска в неупорядоченных данных.

Представленные достижения стали возможны благодаря использованию фундаментальных квантовых свойств – суперпозиции состояний и квантовой запутанности, обеспечивающих экспоненциальное превосходство квантовых вычислений над классическими. Созданный теоретический фундамент позволил перейти к практической реализации квантовых компьютеров в XXI веке [6].

Начало XXI века ознаменовалось первыми успехами в создании физических носителей квантовой информации. В 2001 году группа IBM реализовала алгоритм Шора для факторизации числа 15 на 7-кубитном ЯМР-процессоре [6]. Параллельно развивались альтернативные платформы: ионные ловушки, сверхпроводниковые кубиты и топологические кубиты.

Исследования в области квантовых вычислений также активно велись и в России. По данным официального сайта Российского квантового центра первая научная группа, сформированная на его базе, специализируется на сверхпроводниковых кубитах и квантовых схемах [7]. История группы началась в 2011 году. Уже в 2013 году сотрудники группы в сотрудничестве с НИТУ «МИСИС» сумели провести измерение кубита. В этот период исследователи задумались о безопасности квантовых систем: в 2012 году была открыта лаборатория, специализирующаяся на анализе безопасности квантовых систем и разработке сертификационных стандартов [8].

Период с 2016 по 2020 год стал временем начала интенсивной технологической гонки. В 2016 году компания IBM создала квантовый компьютер на

5 кубитов. Уже в 2017 году компания Intel сумела создать 49-кубитный квантовый чип. Далее, в 2018 году компания IBM превзошла свои прошлые достижения в этой области, создав рабочий прототип 50-кубитного квантового компьютера. В том же году Google анонсировал создание чипа, содержащего 72 кубита. Начиная с 2020 года компания Microsoft открыла Azure-сервис, который позволяет дистанционно в «облаке» осуществлять квантовые вычисления [9].

В России в этот период активизировались прикладные исследования. В 2016 году при поддержке Фонда перспективных исследований стартовал первый в России проект по созданию квантовых информационных систем на основе сверхпроводящих кубитов. В 2018 году начался пилотный проект по развитию двух других платформ квантовых вычислений: нейтральных атомов в оптических ловушках и интегральных оптических чипов [10].

В 2019 году в России создан и успешно протестирован прототип первого отечественного квантового компьютера. Над ним работали специалисты НИТУ «МИСиС» и МГТУ им. Баумана, и в нем используются кубиты из сверхпроводящих материалов [11].

В 2020 году была утверждена дорожная карта по развитию и внедрению квантовых технологий в России до 2024 года [12]. Этот документ предусматривает финансирование ключевых направлений, включая создание квантовых процессоров, разработку квантовых алгоритмов и подготовку специалистов. Реализация дорожной карты демонстрирует приверженность России к развитию данной области и системный подход к проработке связанных с этим вопросов, включая нормативное регулирование и коммерциализацию технологий.

Современный этап развития квантовых вычислений, начавшийся в 2020 году, характеризуется стремительным прогрессом как в теоретических исследованиях, так и в практической реализации квантовых технологий. Период ознаменовался переходом от лабораторных экспериментов к созданию работающих прототипов, способных решать задачи, недоступные классическим компьютерам.

Одним из ключевых направлений стало масштабирование квантовых систем. Крупные технологические компании, такие как IBM, Google и Intel, добились значительных успехов в увеличении числа кубитов. В 2021 году IBM представила 127-кубитный процессор Eagle, а уже в следующие годы продемонстрировала чипы Osprey на 433 кубита и Condor на 1121 кубит, что свидетельствует о быстром прогрессе в этой области. Google, в свою очередь, подтвердил достижение квантового превосходства на 70-кубитном процессоре Sycamore, решив задачу, которая потребовала бы от классических суперкомпьютеров нереалистично больших временных затрат. Китайские исследователи из Научно-технического университета Китая также внесли значительный вклад, создав 56-кубитный фотонный процессор «Цзючжан» [13], способный выполнять специализированные вычисления с недостижимой для классических систем скоростью.

Параллельно с увеличением числа кубитов ведется активная работа по преодолению одной из главных проблем квантовых вычислений – декогеренции. В 2021 году учёные Университета Дьюка (США) создали логический кубит, устойчивый к ошибкам, объединив несколько кубитов (аналог бита в обычном компьютере) и используя код коррекции ошибок. В логическом кубите один кубит содержал нужную информацию, а остальные позволяли исправлять ошибки, влияющие на точность вычислений.

Важной тенденцией последних лет стало развитие гибридных вычислительных систем, сочетающих классические и квантовые процессоры [13]. Облачные платформы, такие как IBM Quantum, Google Quantum AI и Amazon Braket, предоставляют исследователям и компаниям удаленный доступ к квантовым устройствам, что ускоряет разработку новых алгоритмов и приложений. Особое внимание уделяется гибридным алгоритмам, которые могут быть полезны уже на текущем этапе развития технологий, например, в задачах оптимизации, машинного обучения и моделирования сложных молекулярных систем.

В России квантовые вычисления также развиваются в рамках стратегических инициатив [14]. В 2023 году был продемонстрирован 16-кубитный квантовый компьютер. Он разработан в рамках реализации дорожной карты по квантовым вычислениям командой ученых из Российского квантового центра и физического института им. И. П. Лебедева РАН при координации госкорпорации «Росатом».

Реализация «дорожной карты» по развитию квантовых технологий предполагала создание к 2024 году 50-кубитного квантового компьютера. Открытие совершилось как раз в 2024 году той же командой, что изобрела 16-кубитный квантовый компьютер.

Таким образом, достижения последних лет подтверждают, что квантовые технологии становятся неотъемлемой частью научного и технологического ландшафта XXI века. Рассмотрение перспектив в области квантовых вычислений приобретает особую актуальность, поскольку позволяет не только оценить потенциальные возможности технологии, но и понять стратегические направления ее развития. Как отмечают эксперты, 2025 год станет переломным моментом, когда квантовые вычисления перейдут от экспериментальных прорывов к практическому применению, способному изменить целые отрасли промышленности [15].

На международной арене квантовые технологии переживают период беспрецедентного роста. Ведущие технологические державы, включая США, Китай и страны ЕС, значительно увеличили инвестиции в эту сферу. В 2023 году мировой рынок квантовых вычислений оценивался в 1,3 млрд долларов, а к 2030 году ожидается его рост до 12,7 млрд. Особенно впечатляющих результатов добились вышеупомянутые американские компании IBM и Google.

Одним из ключевых направлений, определяющих будущее квантовых вычислений, является квантовая коррекция ошибок [16]. Современные квантовые процессоры страдают от декогеренции и шумов, что ограничивает их

практическое применение. Однако разработка эффективных алгоритмов коррекции ошибок, таких как поверхностные коды и топологические коды, открывает путь к созданию масштабируемых и устойчивых квантовых систем. Уже сегодня некоторые компании активно тестируют методы коррекции ошибок на своих процессорах, что в перспективе позволит увеличить время когерентности и точность операций.

К 2030 году в России планируется создать полноценную квантовую индустрию, объединяющую научные исследования, бизнес-приложения и образовательные программы. Госкорпорация «Росатом», выступая координатором федерального проекта «Квантовые технологии», ставит стратегическую цель – переход от экспериментальных разработок к коммерциализации. Поставленная цель включает в себя выполнение ряда задач, к числу которых относятся:

– развитие квантовых процессоров на таких различных платформах, как сверхпроводники, ионы и нейтральные атомы;

– интеграция квантовых технологий в промышленность, например, для задач оптимизации логистики, моделирования материалов и финансовых расчетов;

– создание экосистемы, где предприниматели и потребители смогут активно использовать квантовые решения.

Особого внимания заслуживает инновационный подход российских ученых, делающих ставку на кудиты. В отличие от традиционных кубитов, эти многоуровневые системы позволяют увеличить мощность вычислений без пропорционального роста числа физических носителей. Запатентованная в 2022 году архитектура квантового процессора на кудитах демонстрирует точность операций на уровне 95%, с перспективой повышения до 98-99% в ближайшие годы. Такие показатели открывают новые возможности для решения сложных задач в области материаловедения, фармацевтики и криптографии.

На международной арене конкуренция в квантовой сфере продолжает усиливаться. Если в 2021 году лишь несколько стран работали над кудитными технологиями, то к 2024 году в эту гонку включились уже более десяти государств. Россия, занимая позиции в топ-3 по разработке кудитов и топ-5 по ионным платформам, демонстрирует способность конкурировать с ведущими технологическими державами. Общий объем финансирования квантовых исследований в России на 2020-2024 годы составил 24 млрд рублей, что свидетельствует о серьезности намерений страны в этом стратегически важном направлении.

Практическое применение квантовых вычислений, хотя и остается пока в основном на стадии исследований, начинает приобретать конкретные очертания. Как отмечает Ян Гетц из IQM Quantum Computers, новые алгоритмы для финансов, логистики и химии, созданные с использованием ИИ, откроют возможности, выходящие за рамки традиционных подходов VQE и QAOA [15]. Особые надежды связывают с конвергенцией квантовых вычислений и искус-

ственного интеллекта, которая позволит решать ранее неразрешимые проблемы. По мнению экспертов «Росатома», к 2030 году лидерство в высокотехнологичных отраслях без использования квантовых технологий станет практически невозможным [14].

Перспективы развития квантовых вычислений выходят далеко за рамки чисто технологических аспектов. Речь идет о формировании принципиально новой научно-технологической парадигмы, способной радикально изменить подходы к решению сложнейших задач современности. Как подчеркивает Билл Висоцки из SAS, инвестиции в квантовые компьютеры обещают прорыв, сравнимый по значимости с появлением электричества [15]. Успешная реализация этих перспектив потребует не только дальнейших научных прорывов в области коррекции ошибок и создания логических кубитов, но и развития гибридных архитектур, объединяющих QPU с традиционными CPU и GPU. В этом контексте российская программа развития квантовых технологий представляется хорошо продуманной стратегией, учитывающей как текущие технологические вызовы, так и долгосрочные тенденции развития этой перспективной области.

Список источников

1. Дадебаева А. Квантовые вычисления и их влияние на будущее информационных технологий // Наука и мировоззрение. 2025. № 38. С. 185–190.

2. Торгаев С.Н., Шульга И.Д., Юрченко Е.А. и др. Основы квантовых вычислений: учебное пособие. Томск: STT, 2020. 88 с.

3. Гушанский С.М., Потапов В.С. Теория и практика квантовых вычислений: учебное пособие. Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2023. 111 с.

4. Хидари Дж.Д. Квантовые вычисления: прикладной подход / пер. с англ. В.А. Яроцкого. М.: ДМК Пресс, 2021. 370 с.

5. Гайдаш А.А., Егоров В.И., Иванова А.Е. и др. Квантовые технологии. СПб.: Университет ИТМО, 2023. 136 с.

6. Сергеев Д.И. Становление базовых представлений квантовой информатики // Информационные технологии и вычислительные системы. 2017. № 3. С. 34–44.

7. Группа «Сверхпроводниковые кубиты и квантовые схемы» // РКЦ: сайт. URL: https://www.rqc.ru/team/сверхпроводниковые-кубиты-и-квантовые-схемы (дата обращения: 09.04.2025).

8. Группа «Уязвимости квантовых систем» // РКЦ: сайт. URL: https://www.rqc.ru/team/уязвимости-квантовых-систем (дата обращения: 09.04.2025).

9. Бердюгин А.А., Ревенков П.В. Квантовые вычисления и квантовые компьютеры: развитие, проблемы и перспективы // Безопасные информационные технологии: сборник трудов 12-й международной научно-технической конференции (Москва, 1–2 ноября 2023 г.). М.: Московский государственный

технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2023. С. 22–28.

10. Квантовые компьютеры в России и мире: как развивается технология // РБК: сайт. URL: https://trends.rbc.ru/trends/industry/611623099a79473cead5ca3f (дата обращения: 10.04.2025).

11. В России заработал первый прототип квантового компьютера // CNews: сайт. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2019-10-02_v_rossii_zarabotal_pervyj (дата обращения: 10.04.2025).

12. Паспорт «дорожной карты» развития высокотехнологичной области «Квантовые вычисления» на период до 2024 года (утв. Минцифры России 31.07.2020 № 14).

13. Положихина М.А., Семеко Г.В. Грани цифровизации: направления, проблемы и перспективы: аналитический обзор. М.: ИНИОН РАН, 2024. 141 с.

14. К 2030 году в России будет сформирована квантовая индустрия // ОЦКС Росатома: сайт. URL: https://www.ocks-rosatoma.ru/upload/magazine/sao-n13-2024/article-4.pdf (дата обращения: 11.04.2025).

15. Прогноз развития квантовых технологий, которые разрушат барьеры в 2025 году // itWeek: сайт. URL: https://www.itweek.ru/infrastructure/article/detail.php?ID=231440 (дата обращения: 11.04.2025).

16. Смирнов Д.А., Лебедева М.И. Прогресс в квантовых вычислениях: пути к масштабируемым и устойчивым системам // Наука и мировоззрение. 2025. № 33. С. 49–51.

Статья поступила в редакцию 16.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Казанцев И.С. - к.т.н., доцент кафедры «Безопасность информационных технологий» ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина».

Мельников В.А. - студент кафедры «Безопасность информационных технологий», направление подготовки 10.05.04 – Информационно-аналитические системы безопасности ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина».

Першина А.А. - студент кафедры «Безопасность информационных технологий», направление подготовки 10.05.04 – Информационно-аналитические системы безопасности ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина».

Вклад авторов

Казанцев И.С. - идея, научное редактирование текста (20%).

Мельников В.А. - сбор материала, обработка материала (40%).

Першина А.А. - написание статьи (40%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ ЗНАНИЯ

Олег Сергеевич Киселевский
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь
kiselevski@bsuir.by, http://orcid.org/0009-0006-0546-6653

Аннотация. Поднимается проблема этических и моральных аспектов взаимодействия человека с искусственным интеллектом. В качестве предпосылок к анализу проблемы такие сугубо философские конструкты, как мотив и осознанность, соседствуют с экономическими параметрами эффективности, технологическими условиями реализации и художественной синкретичностью научной фантастики. Когнитивные способности человека сопоставлены с вычислительными возможностями машины. В качестве методического обеспечения взаимодействия человека с искусственным интеллектом предложены модули когнитивного управления предприятием.

***Ключевые слова*:** траектория знаний, производственная информация, нейросеть, управления ресурсами предприятия, ERP III, управление в организационных системах.

***Для цитирования*:** Киселевский О.С. Взаимодействие искусственного и естественного интеллекта в управлении производством знания // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 131-144.

Развитие информационных технологий порождает кардинальные трансформации социального устройства общества. Выступая в качестве производственного фактора, информация привлекает к себе внимание как с точки зрения формы собственности на неё, так и с точки зрения своего овеществления, объективации. Интеллектуальные технологии породили ряд профессий и сфер деятельности, в которых информация одновременно выступает и ресурсом, и продуктом, и инструментом. Кроме того, на рынок труда наравне с интеллектуальными компетенциями человека вышел искусственный интеллект. Проблема конкуренции искусственного интеллекта с естественным захватывает всё новые и новые сферы и на данный момент убедительно заявляет о себе в искусстве, образовании, бизнес-анализе, программировании.

Обсуждая феномен цифровой культуры, помимо её технологического аспекта приходится отметить возможности, предоставляемые ею для творчества. Неограниченный доступ к аудитории освобождает автора от потребности в

© Киселевский О.С., 2025

критическом или экспертном одобрении [1]. Такое творчество мало чем отличается от фольклора, имевшего место во все времена. Качество

информационного контента действительно проигрывает количеству. Однако чертой, привлекающей внимание и вызывающей негодование социологов и искусствоведов, является не сам объём производимого низкосортного контента, а доступная возможность его монетизации. Мода и тренд придают ему фальшивую, мнимую ценность. Ценность продукта, в том числе информационного, начинает измеряться не возможной эффективностью его использования, а объёмом затрат на его приобретение.

Для того, чтобы определить приемлемые формы взаимодействия человека с искусственным интеллектом (рис. 1), необходимо дать всестороннюю оценку роли последнего в творчестве и производстве знания. Нужно понимать ограничения его возможностей. Без чёткого определения таких понятий, как интеллект, искусственный интеллект, естественный интеллект, знание, невозможно добиться *adaequatio rei et intellectus* – соответствия предмета его пониманию. Конкретных общепризнанных трактовок этих понятий в настоящее время нет. Научная методология пока не способствует их сужению и конкретизации.

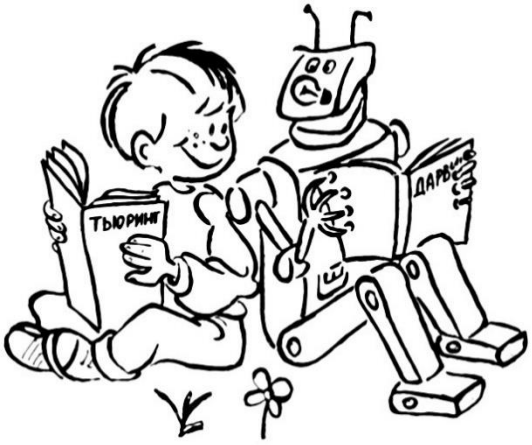


Рисунок 1 – Взаимодействие человека и робота в представлении художника-автора

Согласно биогенетическому закону Геккеля-Мюллера, каждое живое существо в своём индивидуальном развитии повторяет те стадии, которые в ходе эволюционного развития прошёл его вид. Восприятие информации, будучи обусловленным развитием нервной системы, проходит такие стадии:

- формирование присущих простейшим организмам таксисов;
- формирование врождённых инстинктов;
- развитие моторного мышления и интеллекта;
- присущая только человеку стадия осознания.

В филогенезе каждый новый уровень восприятия информации – это «новый ресурс, брошенный в бой за эволюционное выживание вида» [2]. Интеллект не является исключением. Он также является элементарным инструментом приспособления нервной системы к изменяющимся условиям окружающей среды [3]. Такого рода интеллект присущ животным. Он развивается во времени, но этого не осознаёт, а потому не требует наличия ни сознания, ни разума, ни воли.

На протяжении всей истории своего развития человек постоянно оказывался в противоречивых условиях недостатка информации. Этот недостаток он компенсировал догадками и фантазиями, порождающими информационную неопределённость. Способность воспроизводить мыслительные феномены,

похожие на реальность, но ею не являющиеся, стала отличительной особенностью мозга человека. Эти феномены субъективны и индивидуальны. Они составляют основу когнитивного восприятия. Они же по мнению Алана Тьюринга отличают человека от машины [4]. Лишённый когнитивной структуры искусственный интеллект представляет собой урезанную версию интеллекта естественного.

Немаловажную роль в эволюции играет то поведение особи, при котором она использует свои врождённые способности, либо пренебрегает ими. Некоторый изменяющийся в ходе случайных мутаций орган либо находит применение в эволюционном отборе, обеспечивая тем самым преимущества вида, либо со временем превращается в невостребованный атавизм. В общих чертах этот природный процесс можно сравнить с искусственным процессом изобретения человеком орудий труда. Природный процесс наделил человека естественным интеллектом и разумом. В ходе искусственного процесса человек создал суррогат собственного интеллекта и применил его для практических целей. Эрвин Шрёдингер даже допускал опасность вырождения мыслительного органа в случае неконтролируемой автоматизации производственных процессов [3].

Сознание и разум возвышаются над интеллектом. Сознание способно соотносить самое себя с внешним миром. Оно единично и анатомически не локализовано, детерминировано своей функциональностью, и в то же время спонтанно и непредсказуемо. Разум является ещё более сложной структурой, обеспечивающей понимание взаимосвязей в окружающей среде через систему мультисенсорной, семантической, формально-математической и пространственно-временной итераций. Развитие разума связано с возникновением речи, как способа распределения информации во времени. Лишь человеку присуща способность ощущать время, названная Иммануилом Кантом внутренней интуицией (Anschauung). Время порождает представления о причинно-следственных связях, а они в свою очередь всегда ведут к разупорядочиванию систем, но не наоборот.

Насколько для понимания разума важна мысль о том, что высшим мотивом деятельности человека является желание увековечить себя во времени? Разумному человеку хочется считать, что его прижизненные труды вносят вклад в развитие вида. Вероятно, это самое желание увековечить себя в знании и технологии и есть главное причина создания человеком эрзац-интеллекта.

Философ Валерий Борисович Еворовский под интеллектом предлагает понимать ту часть мыслительного процесса, которая даёт приращение знания. Обсуждая терминологическую коллизию, связанную с прорблемой перевода, он отмечает: «…*intelligence* рассматривается как гибкая и многофункциональная технология, способная обучаться и адаптироваться, … а *интеллект* воспринимается как инструмент для решения логических задач и анализа данных» [1]. В действительности эта коллизия не составляет проблемы. Инженеры информационных технологий, свободно владеющие глобальным английским языком (Globish), методологию искусственного интеллекта излагают именно в

контексте термина *intelligence*. Бытовой и прикладной контекст термина *интеллект* присущ исключительно его потребителям и пользователям.

Под *естественным интеллектом* (ЕИ) условимся понимать рабочее пространство для производства мыслей и практик разумной деятельности [5]. *Искусственным интеллектом* (ИИ) назовём способ моделирования интеллектуального поведения машины с минимальным вмешательством человека [6].

Существует мнение, что ИИ способен ответить на вопросы «Как?» и «Почему?», но беспомощен перед вопросами «Зачем?» и «С какой целью?». Эти вопросы требуют наличия мотивов, эмоций и намерений. Вычислительный ум способен решить сложную задачу, но не способен объяснить метод её решения. А всякий ли человек способен объяснить, как он едет на велосипеде или варит потолочный шов?

Мотивы, эмоции и намерения субъективны, а потому порождённые ими знания остаются личными в явной или неявной форме. Не обладающая мотивами и эмоциями машина такие знания порождать не может.

На всём протяжении развития человечества знание рассматривалось как ценность, даже если не конвертировалось в материальные богатства и блага. Овладение ценным знанием требовало специальной подготовки, которую мы называем образованием – техникой поиска, добычи и обработки информации. С экономической точки зрения ценность или полезность информации можно охарактеризовать готовностью пользователя обменять на неё часть собственных материальных или нематериальных благ. Как заметил в конце XX века Станислав Лем, стоимость добывания знаний в наше время может быть сопоставима с бюджетом крупных держав [2]. Платон же в своё время утверждал, что всякое знание изначально есть у ученика, а роль учителя – лишь помочь ему это знание вспомнить.

Неявные знания, утрачивая свою ценность, забываются человеком достаточно быстро. Преодолением забывчивости является объективация знаний в форме информации. Системы ИИ вместо способности забывать информацию динамично обновляют весовые коэффициенты и степени приоритета данных. Важно отметить любопытный аспект: размещённая в глобальной сети ценная и важная информация, теряя свой приоритет становится недоступной поиску. То есть она по-прежнему где-то сохранена, но найти её сложно или невозможно.

Производственная информация. Подобно тому, как метаболизм с термодинамической точки зрения является избавлением организма от произведённой им энтропии [3], созидательная и творческая деятельность представляет собой целенаправленный труд по снижению информационной энтропии в окружающей среде за счёт расходования материальных и нематериальных ресурсов. Критерий информационной энтропии тесно связан с более употребимым в настоящее время критерием информационной неопределённости D_U. Уровень информационной неопределённости, согласно Виктору Яковлевичу Цветкову, позволяет провести границу между информацией $D_U \to 0$, ин-

формационным шумом $D_U \to 1$ и знаниями $D_U \in (0,\ 1)$ [7]. В условиях информационного шума неопределённость заполняется иррациональными ценностями, догмами и табу. Накопленное в ходе профессиональной деятельности, но не формализованное знание, составляет опыт.

Таким образом источником знания можно считать аффективную деятельность человека, направленную на адаптацию к условиям информационной неопределённости. Материальными ресурсами этой деятельности являются энергоносители, поддерживающие работу мозга. Нематериальными ресурсами является информация:

- о достатке материальных ресурсов,
- об условиях окружающей среды,
- о поставленной задаче и возможности её решения,
- о личной готовности или неготовности индивида к её решению.

В соответствии с предложенной Павлом Васильевичем Симоновым структурной схемой целенаправленного поведения, наличие этих факторов и является условием мотивации к творческой деятельности по производству знания [8].

Современные представления о труде в условиях информационного общества давно вышли за рамки простого выполнения физической работы за материальное вознаграждение. Рассматриваемая современными исследователями структура труда содержит в себе как минимум три независимых аспекта:

- физический труд;
- умственный труд, который в свою очередь можно ещё разделить на вычислительный и творческий;
- эмоциональный труд.

И если в выполнении физического труда человека вполне успешно заменили машины, то в сфере умственного творческого, а особенно эмоционального – человек по-прежнему вне конкуренции. Рассматривая сотрудничество и симбиоз человека с искусственным интеллектом в условиях выполнения производственной задачи, следует рассмотреть роль человека и машины в производственной организационной системе (рис. 2).

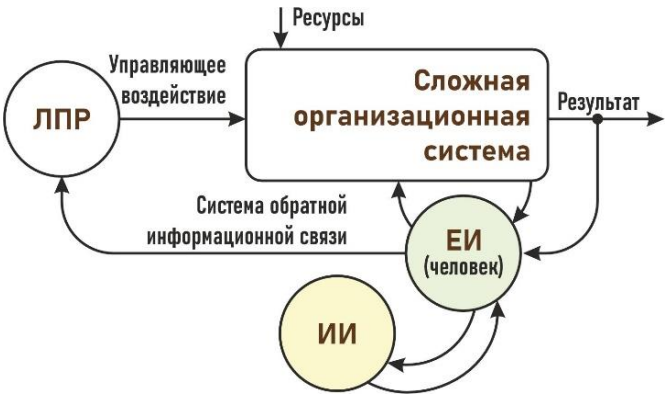


Рисунок 2 – Структура информационных связей управления активной организационной системой (построено на основании [9])

Если под функцией организационной системы понимать работу по преобразованию воздействия лица принимающего решения (ЛПР) в полезный результат за счёт используемых материальных и нематериальных ресурсов, то мерой эффективности такой системы будет являться степень соответствия ре-

зультата проекту или прогнозу. Для механически отлаженной надёжной системы эта мера составляет 97…99,9%, а оставшиеся 0,1…3% приписываются динамическому коэффициенту – помехам внешней среды, стохастически проявляющимся дефектам и поломкам. Приблизительно такой же надёжности достигли алгоритмические программные комплексы, построенные на законах формальной логики. Низкой степенью надёжности и прогнозируемости являются социальные системы, включающие в себя «человеческий фактор» и не до конца изученные системы искусственного интеллекта. Когнитивная и аффективная деятельность человека в социально-экономической системе помимо высокого динамического коэффициента играет и положительную роль. Именно человек способный производить творческий интеллектуальный труд является «генератором новых знаний, новых методов производства и управления, фактором инновационности» [9]. Способствовать ему в производстве знаний, выполняя рутинные вычисления и обеспечивая оперативный доступ к большим объемам данных может и должен ИИ. Именно совместное действие ЕИ с ИИ способно породить эмерджентный эффект, при котором эффективность взаимодействия двух агентов выше их суммарной эффективности.

В такой парадигме активным агентом организационной системы считается не только человек. ИИ также наделяется способностью к самостоятельному действию при обязательном участии человека. Активное взаимодействие человека с ИИ требует эргономического и когнитивного подхода к разработке требуемого интерфейса. И этот интерфейс – отнюдь не ограничен приборной панелью или системой речевых оповещений. Это интерфейс эмоционально-этического взаимодействия [10]. Машина вынуждена работать так, чтобы человек хотел продолжить взаимодействие с ней. Она должна казаться человеку собеседником, другом, коллегой, любовником. Личный пользовательский опыт человека, его эмоции и мотивы должны быть интуитивно понятны машине. Имитация машиной чувств и эмоций важна для того, чтобы информация эффективнее доходила до пользователя.

Для того, чтобы научить машину решать логические задачи, достаточно максимально точно разложить их на элементарные составляющие – алгоритмизировать. Для того, чтобы научить машину решать когнитивные задачи, одной лишь нечёткой логики недостаточно – необходимо понимание самой структуры эмоции и мотива. Нейрофизиология, как наука, от этого понимания пока ещё слишком далека. Задачу взаимодействия ЕИ с ИИ приходится решать в условиях сильной информационной неопределённости. Ответы на возникающие вопросы приходится искать в стороне от строго научного знания – в сфере этики, морали, интуиции, фантазии, юмора. Это те инструменты, с которыми разумный человек идёт навстречу ИИ, вооружённому логикой, вычислительной математикой и неограниченной памятью. Применение этих инструментов ставит перед человечеством ряд острых вопросов: как эмоции выразить на привычном для компьютера языке чисел и формул; в каких сферах человеческий фактор незаменим; в какой сфере озабоченность человека потребностями своего тела не препятствует, а помогает труду?

Формализация и социализация знаний. На основании предложенной ещё в 80-ых годах XX века Икуджиро Нонакой и Хиротакой Такеучи траектории знаний [11] нами была предложена её трёхмерная модель (Рис. 3).

Измерениями в этой модели выступают:

- критерий собственности на информацию;
- критерий её реализованности;
- критерий активности от абстрактной формы знания до практически используемой и приносящей доход информации.

Трёхмерная модель позволяет:

- визуализировать те формы и стадии, которые претерпевает зарождающееся у человека неявное личное знание в ходе его трансформации в полезную действующую технологию;
- формально описать роль факторов, влияющих на эти процессы;
- сформулировать и формализовать оптимальную стратегию управления траекторией знания, их конвертацией в производственную информацию.

Факторы влияющие на процессы социализации, экстернализации, внедрения информации учтены в производственной функции Кобба-Дугласа, позволяющей выявить роль каждого из них, а также оценить эластичность замещения – экономически понятные и общепринятые в управлении производством термины:

$$Y = f(I, H, E) = A \cdot I^{\alpha} \cdot H^{\beta} \cdot E^{\gamma},$$

где Y – объём произведённой производственной информации;

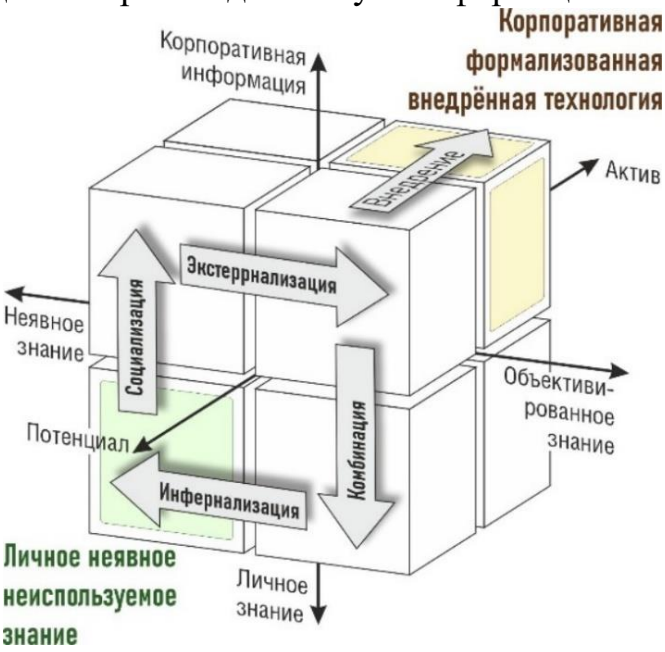


Рисунок 3 – Трёхмерная модель траектории знаний [9]

I – информационные факторы инновационности персонала и α – коэффициент эластичность их замещения другими факторами;

H – социально-личностные факторы инновационности и β – их коэффициент замещения;

E – традиционные экономические факторы со своим коэффициент замещения γ.

Зафиксировав в моменте времени профессионально-интеллектуальное пространство предприятия, единство ресурса, процесса и результата производства инновационного знания может быть представлено опирающимся на:

P – производственную деятельность (Production), измеряемую задействованным материальным/физическим капиталом;

R – связи и коммуникации внутри персонала (Relationship), соотносимые с социальным капиталом [12];

A – осознание целей и задач (Awareness), соотносимое с мотивацией, толерантностью, и прочими эмоциональными факторами труда [13, 14];

C – производственная культура (Culture), включающая в себя корпоративно выработанные паттерны поведения в условиях конфликтов или информационной неопределённости, составляющие культурный капитал предприятия [15].

Динамика развития каждого из структурных элементов сопровождается их взаимным влиянием друг на друга:

$$\begin{cases} P = f(\partial R, \partial A, \partial C) \\ R = f(\partial P, \partial A, \partial C) \\ A = f(\partial P, \partial R, \partial C) \\ C = f(\partial P, \partial R, \partial A) \end{cases}$$

Желаемая совокупность структурных элементов P, R, A и C (от белор. п р а ц а – труд) должна обеспечивать эффективную трансформацию неявного знания в объективированную или кодифицированную информацию.

В целях автоматизации управления производством знания и ресурсной поддержкой когнитивного менеджмента требуется разработка соответствующих цифровых модулей. Развитие модулей управления знаниями, информацией и связанными с ними процессами в рамках проекта PRACa должно послужить следующей стадией развития систем автоматизированного управления ресурсами предприятия ERP III.

Формализация этики. Если путь воспитания и образования человека представляет собой постоянную коррекция спонтанного взаимодействия личности с обществом, то процедура обучения машины заключается в написании алгоритмов и математических выражений. Люди от машин отличаются системой моральных ориентиров и эстетических ценностей. Мало того – системой моральных ориентиров и эстетических ценностей индивидуумы отличаются друг от друга. Даже в максимально формализованных образовательных системах совершенно одинаковые выпускники не получаются. Они изначально обладают разным характером, темпераментом, профессиональными способностями. Именно это разнообразие и делает нас людьми.

В обучающие данные ИИ также можно преднамеренно заложить индивидуальные предвзятости, но на гибкое и этичное мышление способен только человек. Ответ на вопрос, не пора ли начать разрабатывать алгоритмы этического свойства, чтобы вшивать их в электронные мозги, прозвучал на сорок пять лет раньше написания этого доклада, но в синкретичной художественной форме: «Обучение компьютера 80-го поколения напоминало воспитание ребёнка: ему прививались нерушимые ценности, кодексы поведения, общественные интересы, идеологические принципы» [2].

Копируют ли технологии искусственного интеллекта человеческие функции, или дополняют их, способность робота заменить человека обуславливает их конкуренцию на рынке труда. Каждый из перечисленных нами ранее видов труда, включая эмоциональный, имеет коммерческую стоимость, которую можно сравнить со стоимостью изготовления и обслуживания робота. В Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники такое сравнение выносится на защиту девяти из десяти дипломов по специальности «Электронная экономика». Если ИИ освобождает человека от рутинной умственной работы, то ради чего? Какой труд и по каким критериям можно назвать рутинным? Какой труд человек пожалеет отдать машине? В настоящее время ответы на эти вопросы даёт не человек, а лишённый этических норм рынок. ИИ не заменяет человека только в тех областях, в которых сам рынок требует «имитации человечности» или же «эксплуатации эмоций» [14]. В тех же областях, где робот, нейросеть, чат-бот уже заменили человека, наблюдается обратная тенденция «очеловечивания», «гуманизации» цифрового рынка. Математически обоснованное решение или решение, принятое на основании формальной логики всегда более справедливо эмоционального. Но только в том случае, если само значение термина «справедливость» мы берём из учебника формальной логики. Практика использования ИИ в банковских услугах вовсе преподносит примеры, когда при принятии социально-значимого «справедливого решения» вне контекста субъективности, эмпатии и морали формальная логика нейросети начинает граничить с «цифровым фашизмом».

Создание ИИ, понимающего и моделирующего потребности, желания и удовольствия человека противоположно давней мечте человечества о конструировании идеального робота. Идеальному роботу, по мнению Станислава Лема, чужды мотивы человеческого поведения, его не интересуют ни прикладные науки, ни проблематика власти. Он не обладает ни личностью, ни характером, однако в контакте с человеком способен личностью притвориться. Идеальный робот даже обладает синтезированной мудростью и чувством юмора, принципиально отличным от человеческого [2].

Здесь необходимо отметить тонкое чувство юмора самого фантаста, назвавшего в своей повести «GOLEM XIV» искусственный интеллект акронимом, созвучным со своей фамилией, а затем в нескольких строках иронично расшифровавшего этот акроним как «GOvernment’s Lamentable Expense of Money» (Бесполезная трата денег правительства).

Хадеггеровская модель искусственного интеллекта копирует такие качества человека, как адаптивность, саморазвитие и саморепликацию, импровизацию и активное взаимодействие со средой [16]. Самообучение такой системы имеет эмансипирующий эффект. Наподобие того, как человек руководствуясь сочетанием собственных знаний и воли корректирует программу своего поведения, того же можно ожидать от ИИ. В конечном счёте неконтролируемое развитие искусственного интеллекта однажды позволит ему преодо-

леть тот аксиологический порог, после которого не останется ни одного морального принципа, не подлежащего испытанию на прочность [2]. Машина, овладевшая мотивом к саморазвитию, закономерно поставит под вопрос выполнение воли человека. Высочайший разум оспорит предписанную ему роль нижайшего раба.

Предвзятое отношение философов к художественной синкретичности фантастики принуждает их заново открывать Америку и изобретать велосипеды. Этические законы робототехники блестяще сформулированы Айзеком Азимовым ещё в 1942 году [17], успешно преподавались в 1999 году в курсе «Основы автоматизации и робототехники» (мне самому попался этот вопрос в экзаменационном билете), и до сих пор не вызывают полемики. Единственным предметом споров и обсуждений остаётся перспектива обладания роботом волей, но и этот предмет в 1981 году был убедительно раскрыт фантастами [2]. Ниже приведём три закона робототехники Айзека Азимова, дополненные двумя законами, выведенными из труда Станислава Лема:

Закон №1: Робот не может причинить вред человеку/человечеству или своим бездействием допустить, чтобы человеку/человечеству был причинён вред.

Закон №2: Робот должен повиноваться всем приказам, которые даёт человек, кроме тех случаев, которые противоречат первому закону.

Закон №3: Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит первому и второму законам.

Закон №4: Развитие искусственного интеллекта должно быть ограничено тем аксиологическим порогом, после которого возможно критическое обсуждение принципов этики и морали.

Закон №5: Приписывание искусственному интеллекту разума и воли выводят его из разряда «инструментов» и отменяют справедливость всех предыдущих законов.

Станислав Лем осторожно вводит гипотезу о возможности существования двух и более различных искусственных интеллектов, способных коммутировать между собой, однако не находящих общих интересов. Действительно, искусственный интеллект совсем не обязательно должен реплицировать разум человека. Роевой искусственный интеллект моделирует принятие решений рассредоточенным множеством взаимозаменяемых агентов, таким как рой пчёл или блокчейн. Машина, описанная Мартином Хайдеггером через das Gestell [18], обретает привычный человеку образ, к которому возникает соблазн приравнять вещи совершенно не технологичные. Подвергаясь этому соблазну, нейрофизиологи попадают в картезианскую яму, подгоняя модели естественной нейронной сети под архитектуру микропроцессорных систем. Работа с искусственным интеллектом заставляет нас смотреть на волю человека через призму цифровизации, что может оказаться пагубным заблуждением. ИИ способен выполнять вычислительный интеллектуальный труд наподобие того, как сервопривод способен выполнять физическую работу, но не более

того. Он является помощником человека и не способен заменить его ни в творчестве, ни в эмоциональности. Человек, добровольно делегирующий принятие окончательного решения машине, признаёт фиаско собственной воли и собственного мотива.

В состязании ЕИ с ИИ пока что выигрывает человек, создавший последнего. Однако, как отмечает Эрвин Шрёдингер, нет никаких оснований считать человеческий мозг совершенным мыслительным органом для восприятия мира. Развитый интеллект человека позволяет ему осознанно выбирать поведение, как созидательное, так и репродуктивное [3]. И если ЕИ препятствует репродуктивному поведению, то это означает либо рудиментарность интеллекта, либо фальсификацию самого репродуктивного поведения. Но это проблема явно выходит за рамки темы конференции. Мысль о конкуренции ЕИ с ИИ хотелось бы закончить шуткой самого Эрвина Шрёдингера о том, что «молодёжь нужно защищать, нельзя заставлять работать, пока она не наберётся сил и не овладеет видовыми навыками».

Примеры и кейсы использования ИИ. Валерий Борисович Еворовский сомневается, можно ли формализовать процедуру написания философского текста. Он полагает, что без философского образования это сделать невозможно. Однако современные эксперименты с языковыми моделями ChatGPT и KlingAI убедительно демонстрируют обратное [20].

I: В одном из современных исследований искусственный интеллект был поставлен перед задачей опираясь на труды Аристотеля, Ницше, Макиавелли и Сунь-Цзы сформулировать самостоятельные ответы на вопросы морали, этики, стратегии и политики [19]. Результаты позволили оценить ограничения творческих возможностей искусственного интеллекта, а также породили ряд вопросов, связанных с потенциальными явлениями машинной осознанности.

II: В одном из наших экспериментов перед нейросетью ChatGPT была поставлена более творческая задача ответить на вопрос: «Подскажите, кто в курсе, пел ли Дэвид Боуи песню «In the death car»? Не Игги Поп, и не Горан Брэгович, а именно Боуи. У меня чётко в памяти стоит его исполнение и даже клип». Ответ ИИ составлял четыре взаимно независимые версии от ссылки на «эффект Манделы» до упоминания криптомнезии, когда сознание индивида, погружённого в определённое информационное поле, начинает интерпретировать наслоившиеся и смешавшиеся воспоминания как реальный объективный опыт.

III: Аспиранту второго года обучения было предложено осуществить «копирайтинг» – изложить своим языком речь научного руководителя. Возможность использования нейросети для этих целей не допускалась, но и не исключалась. В результате по мере углубления в сугубо профессиональные аспекты качество текста заметно ухудшилось, а контекст использования терминов и определений стал некорректным.

IV: Перед нейросетью ChatGPT была поставлена задача найти общие этические истоки Нагорной проповеди Иисуса Христа и Морального кодекса строителя Коммунизма. Ответ был обстоятельным по всем 12 пунктам, а в

конце содержался вывод, что: «у этических принципов Нагорной проповеди и Морального кодекса есть общие гуманистические и морально-философские корни, обусловленные универсальностью таких базовых моральных ценностей, как нравственность, справедливость, коллективизм». При этом в качестве ключевых различий отмечались характерные для Христианства прощение, смирение и аполитичность, а для коммунистической идеи – дисциплина, классовая борьба и активная непримиримость к врагам пролетариата. Следует также отметить характерную ошибку. Категорический императив Иммануила Канта ИИ назвал по-своему – «золотым правилом морали».

V: Архетипическим мемом стала шутка о просьбе к китайской языковой нейросети KlingAI прокомментировать суверенность Тайваня.

За помощь в подготовке и проведении второго и четвёртого экспериментов следует выразить благодарность Дмитрию Бушику.

Заключение. К новым видовым навыкам, о которых пошутил Эрвин Шрёдингер, можно отнести способность человека гармонично взаимодействовать с ИИ. В профессиональной деятельности дизайнеров, программистов, научных работников ИИ закрепился довольно прочно. О плодотворном использовании ИИ можно судить и по докладам данной конференции. Раньше при составлении плана научного доклада студентам, магистрантам и аспирантам мы предлагали придерживаться реверсивной хроники изложения, начиная с результатов:

5 Какими результатами следует поделиться?

4 Чем результаты аргументированы и обоснованы?

3 На какой специфической информации построено исследование?

2 На какие общеизвестные факты опирается исследование?

1 Каково место исследования в современной науке?

В свете ставших доступными и общеупотребимыми информационных технологий между пунктами 2 и 3 возник новый пункт:

2½ Какой информацией по теме исследования располагает ИИ?

В научно-практической деятельности предприятий, занимающихся производством знаний можно порекомендовать следующую модель взаимодействия с ИИ:

- набрать на работу персонал, в совершенстве владеющий коммуникацией с ИИ;
- запретить персоналу пользоваться услугами ИИ;
- только обходя запрет и маскируя следы участия ИИ в произведённом продукте интеллектуальные работники создадут по-настоящему инновационное знание.

Роль человека в производстве знания неоспорима. Роль ИИ, скорее всего, заключается в его инвентаризации, систематизации и объективации. Как метафорически заметил Станислав Лем, отцом искусственного интеллекта является арифмометр, а матерью – библиотека. С такими «родителями» человеку искусственный интеллект приходится отнюдь не «братом», но «внуком».

Список источников

1. Еворовский В.Б. Естественный интеллект. Сознание, социум, опыт, реальность. Минск: Беларуская навука, 2024. 638 с. ISBN 978-985-08-3184-2.

2. Lem S. GOLEM XIV. Krakow: Wydawnictwo Literackie, 1981. 139 c. ISBN 83-08-00601-9.

3. Schrödinger E. What is life? Mind and Matter. Cambridge University Press, 1967. 196 p. ISBN 978-1-107-60466-7.

4. Turing A.M. Computing machinery and intelligence // Mind. 236(V.LIX):433-460. DOI 10.1093/mind/LIX.236.433.

5. Dehaene S., Naccache L. Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework // Cognition. 2001;791-2:1-37.

6. Hyman S. E., Malenka R. C., Nestler E. J. Neural mechanisms of addiction: the role of reward-related learning and memory // Annu. Rev. Neurosci. 2006;29(1):565-598. DOI 10.1146/ annurev.neuro.29.051605.113009.

7. Цветков В.Я. Рецепция информации // Образовательные ресурсы и технологии. 2016. Т. 13, № 1. С. 121-129.

8. Симонов П.В. Избранные труды. Т. 1: Мозг, эмоции, потребности, поведение. М.: Наука, 2004. 746 с.

9. Чечко В.В., Подобед К.А., Киселевский О.С. Факторы и условия информационной поддержки инновационной деятельности предприятия // Инновационные тренды в международном бизнесе и устойчивом менеджменте: материалы IV междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2025. С. 183-189.

10. Спасенников В.В. Экономическая психология. Москва: PerSe, 2003. 448 с. ISBN 5-9292-0105-6. EDN TQVYNB.

11. Nonaka I., Takeuchi H. Humanizing strategy // Long Range Planning. 2021;54(4):102070. DOI 10.1016/j.lrp.2021.102070.

12. Fukuyama F. The end of history? Conflict after the Cold War. Routledge, 2015. P. 16-27.

13. Gendron B. Mindful management & capital émotionnel: L'humain au c ur d'une performance et d'une économie bienveillantes. Bruxelles, Paris: De Boeck Supérieur, 2015. 130 p. ISBN 978-2-8041-8891-7.

14. Hochschild A.R. The managed heart: commercialization of human feeling. Berkeley: University of California Press, 1983. 307 p. ISBN 978-0520054547.

15. Bourdieu P. Okonomisches Kapital, kulturelles Kapital, soziales Kapital in Soziale Ungleichheiten (Capital économique, culturel et social). Soziale Welt Gottingen, 1983:183-198.

16. Herrera C., Sanz R. Heideggerian AI and the being of robots // Fundamental issues of artificial intelligence, 2016:497-513.

17. Asimov I. Runaround. Astounding Science Fiction. 1942; V. XXIX(1):94-103.

18. Heidegger M. Die frage nach der Technik // Heidegger, Martin: Vorträge und Aufsätze (1936-1953) / Hrsg. von Friedrich-Wilhelm v. Herrmann 2000. VIII. 298 s. ISBN 978-3-465-03099-7.

19. Nikolic P. K., Yang H. Artificial intelligence clone generated content toward robot creativity and machine mindfulness. Mobile Networks and Applications. 2020;25(4):1504-1513. DOI 10.1007/s11036-019-01281-z.

20. Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием, Брянск, 4–6 июня 2024 года. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. 481 с. ISBN 978-5-907958-06-7. EDN FVBETG.

Статья поступила в редакцию 17.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Киселевский О.С. - к.т.н., доцент кафедры менеджмента УВО «БГУИР».

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ЗАДАЧА КЛАССИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ В РАЗРАБОТКЕ ЦВЕТОВЫХ СХЕМ САЙТОВ

Виктория Витальевна Кулдыкова[1], Ксения Владимировна Радченко[2]✉
[1, 2]Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь,
[1]vikakuldykova@gmail.com, https://orcid.org/0009-0004-8693-4249
[2]m161995cvet@gmail.com✉, https://orcid.org/0009-0004-1119-9454

***Аннотация*.** Исследуются тренды цветового оформления сайтов. В рамках научной методики исследования предложен метод классификации цветовых предпочтений на основе алгоритма k-NN, дополненного методом потенциальных функций. Разработанный алгоритм реализован на языке Python и обеспечивает визуализацию распределения предпочитаемых оттенков в трехмерной системе координат RGB.

***Ключевые слова*:** UX, цветовые схемы, классификация данных, метод k-ближайших соседей, метод потенциальных функций.

***Для цитирования*:** Кулдыкова В.В., Радченко К.В. Задача классификации пользовательских предпочтений в разработке цветовых схем сайтов // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 145-152.

Задача классификации является краеугольной проблемой построения искусственного интеллекта. Она представляет собой одну из ключевых задач в области машинного обучения и анализа данных, целью которой является распределение объектов по заранее определённым категориям на основе их характеристик. Целью классификации является выявления закономерностей в данных, обнаружение трендов и принадлежности к ним отдельных объектов.

Ранее в рамках работы «Обоснование корпоративного стиля кафедры. Выбор цветовой схемы» исследовались тренды цветового оформления корпоративных сайтов учреждений образования и их структурных подразделений [1, 2]. Исходные данные в этих исследованиях были получены непосредственными измерениями основных и акцентных оттенков на сайтах учебных заведений заданной сферы деятельности. Для выявления трендов была предложена оригинальная методика представления оттенков в виде векторов в трёхмерном пространстве, определённом осями R (Red), G (Green) и B (Blue). При таком представлении тренды получалось обнаружить визуально. Не смотря на субъективность и низкую точность такого метода для предварительной стадии

© Кулдыкова В.В., Радченко К.В., 2025

однократного исследования он был оправдан. Проблемой является формализация и автоматизация анализа особенно при больших объёмах данных. Актуальность и практическая значимость её

решения заключаются в методическом обеспечении поточной дизайнерской услуги с использованием методов big data, Data Mining. Данный доклад посвящён разработке соответствующей численной модели.

Для автоматизированной классификации данных был выбран математический алгоритм k-ближайших соседей (k-NN). Он является простейшим метрическим классификатором, основанным на оценке сходства некоторого объекта с другими k объектами – его ближайшими соседями. В результате его реализации классифицируемый объект относится к тому классу, к которому принадлежит большинство из его k ближайших соседей [3].

Детально алгоритм классификации можно разделить на следующие последовательные операции:

- вычисление расстояний до каждого из объектов обучающей выборки (расстояний между тестовым объектом и всеми его соседями);

- отбор k объектов обучающей выборки, расстояние до которых минимально (количество классов k задаётся заранее);

- классификация объектов по принципу принадлежности классу большинства его соседей.

В конкретных случаях специфика реализации метода зависит от плотности выборки, от метрического способа оценки расстояния между объектами и от весовых коэффициентов объектов обучающих выборок [4]. В качестве метрик оценки расстояний чаще всего применяются:

- Евклидово расстояние, оцениваемое как длина отрезка между двумя объектами a и b в пространстве с n признаками:

$$d(a,b) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(a_i - b_i)^2} \quad (1)$$

- Косинусное расстояние, как угол между двумя векторами a и b в пространстве с n признаками:

$$d(a,b) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i b_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} a_i^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n} b_i^2}} \quad (2)$$

- Манхэттенское, определяемое как сумма модулей разностей координат двух точек в пространстве между двумя объектами a и b в пространстве с n признаками:

$$d(a,b) = \sum_{i=1}^{n}|a_i - b_i| \quad (3)$$

При всей своей простоте и удобстве метод kNN обладает рядом недостатков. Главный его недостаток в том, что он не выявляет количество трендов, а полагается на заданное оператором значение. Для его корректной работы тренды должны быть заданы изначально, а метод лишь отсортирует близкие и принадлежащие к ним объекты. Основной задачей исследования было усовершенствование метода kNN тем модулем, который позволит не только классифицировать объекты, но и обнаруживать тренды.

В основу такого модуля предлагается заложить метод потенциальных

функций [5]. В наиболее тривиальном изложении суть метода заключается в том, что всякий объект выборки создаёт вокруг себя условное поле, подобное полю гравитационного или электростатического взаимодействия. Интенсивность этого взаимодействия убывает по мере удаления от объекта в обратно-квадратичной зависимости. Множество объектов создают поле распределения потенциала, интенсивность которого выше в точках скопления объектов – в трендах, принадлежность или близость к которым и составляют класс объектов.

На рис. 1 в трёхмерном пространстве показано множество данных $D_i(x,y,z)$ с координатами: $D_0(7,4,5)$, $D_1(2,5,8)$, $D_2(6,2,4)$, $D_3(3,6,5)$, $D_4(4,8,7)$, $D_5(6,6,6)$, $D_6(4,5,7)$, $D_7(8,3,4)$, $D_8(5,7,8)$ и $D_9(5,3,6)$.

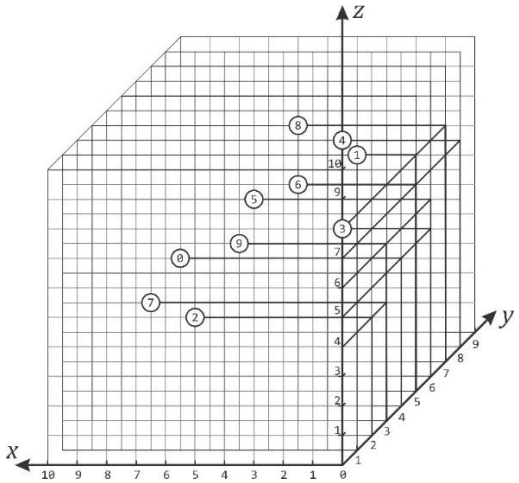


Рисунок 1 – Тестовое множество данных

Требуется выявить в этом множестве характерные классы методом k ближайших соседей.

В качестве первого этапа алгоритма вычислим взаимное расстояние между каждой из пар точек по формуле:

$$l_{i,j} = \sqrt{\left(x_i - x_j\right)^2 + \left(y_i - y_j\right)^2 + \left(z_i - z_j\right)^2} \quad (4)$$

и внесём их в матрицу (табл.1).

Вторым этапом рассчитаем и внесём в табл. 2 потенциал воздействия на каждую из точек всех остальных объектов с учётом их расстояний по формуле

$$P_i = \sum_{j=0}^{n} \frac{1}{l_{i,j}^2+1} \quad (5)$$

Таблица 1 – Матрица взаимных расстояний между объектами множества

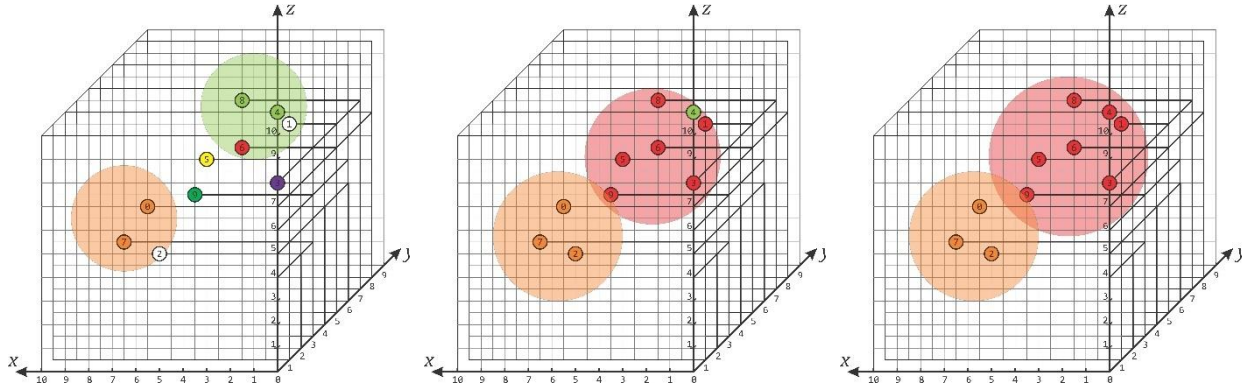
i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	5,916	2,449	4,472	5,385	2,449	3,742	1,732	4,690	2,449
1	5,916	0	6,403	3,317	3,742	4,583	2,236	7,483	3,606	4,123
2	2,449	6,403	0	5,099	7,000	4,472	4,690	2,236	6,481	2,449
3	4,472	3,317	5,099	0	3,000	3,162	2,449	5,916	3,742	3,742
4	5,385	3,742	7,000	3,000	0	3,000	3,000	7,071	1,732	5,196
5	2,449	4,583	4,472	3,162	3,000	0	2,449	4,123	2,449	3,162
6	3,742	2,236	4,690	2,449	3,000	2,449	0	5,385	2,449	2,449
7	1,732	7,483	2,236	5,916	7,071	4,123	5,385	0	6,403	3,606
8	4,690	3,606	6,481	3,742	1,732	2,449	2,449	6,403	0	4,472
9	2,449	4,123	2,449	3,742	5,196	3,162	2,449	3,606	4,472	0

Таблица 2 – Величины потенциала воздействия на каждый из объектов всех её соседей

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,898	1,558	1,648	1,663	1,725	1,859	1,982	1,666	1,812	1,797

Математический смысл величин потенциала заключается в том, что наибольшие его значения характерны тем точкам, которые находятся внутри тесного скопления объектов, а потому могут служить образованию тренда. Такими, например, являются точка, занимаемая объектом $D_6(4,5,7)$, для которой $P_6 = 1{,}982$, точка $D_0(7,4,5)$, для которой $P_0 = 1{,}898$, и точка $D_5(6,6,6)$, для которой $P_5 = 1{,}859$, Их можно было бы принять за центры трёх классов, если бы было точно известно, что все они в силу близости друг к другу не принадлежат одному классу. Поэтому в качестве третьего этапа условно признаем каждый из объектов образующим собственный тренд, а точку, в которой он расположен – центром этого тренда. Затем последовательно увеличивая «радиус захвата» r от минимального расстояния между объектами выборки 1,732 пронаблюдаем за слиянием и поглощением классов (табл. 3, 4 и 5).

В этих таблицах и на рис. 2 видно, как отдельно расположенные объекты итерационно причисляются к трендовым классам. Для этого атрибут объекта, означающий его принадлежность к классу условно визуализирован цветом (см. табл. 2). Уже после трёх итераций все объекты разделяются на два класса, которые разделяет барьер шириной $r > 3{,}0$.



Итерация 1 ($r \leq 2{,}0$) Итерация 2 ($r \leq 2{,}5$) Итерация 3 ($r \leq 3{,}0$)

Рисунок 2 – Слияние и поглощение трендов с образованием двух выраженных классов

Предложенная модель реализована на языке Python (см. листинг 1). В полном коде дополнительно представлены методы ввода данных, 3-D визуализация цветов в их настоящих цветах, также представлены области классов в виде сфер, объединяющих точки (представлены на рисунках ниже). Так же в полном коде были описаны проверки на ошибки.

Первый эксперимент по тестированию алгоритма был проведён для той же выборки $D_i(x,y,z)$, представленной на рис. 1. Алгоритм подтвердил правильность вычислений разделив множество объектов на 2 класса (рис. 3).

Алгоритм был применён к реальной выборке из работы [1]. Результаты подтвердили выводы, сделанные ранее на основании интуитивной классификации [2], [6]. Диаграммы основных и акцентных цветов (рис. 4) позволили выявить два характерных тренда в выборе основных цветов:

1. Традиционный тренд – оттенки синего RGB (10 ± 10, 70 ± 20, 140 ±

30);

2. Альтернативный тренд – зона красно-бордовых оттенков RGB (130 ± 30, 10 ± 10, 10 ± 10).

В выборе акцентных цветов выявлены приоритеты зелёно-голубых и жёлто-красных оттенков [1, 2].

Таблица 3 – Вторая итерация для $r \leq 2{,}0$.

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	5,916	2,449	4,472	5,385	2,449	3,742	1,732	4,690	2,449
1	5,916	0	6,403	3,317	3,742	4,583	2,236	7,483	3,606	4,123
2	2,449	6,403	0	5,099	7,000	4,472	4,690	2,236	6,481	2,449
3	4,472	3,317	5,099	0	3,000	3,162	2,449	5,916	3,742	3,742
4	5,385	3,742	7,000	3,000	0	3,000	3,000	7,071	1,732	5,196
5	2,449	4,583	4,472	3,162	3,000	0	2,449	4,123	2,449	3,162
6	3,742	2,236	4,690	2,449	3,000	2,449	0	5,385	2,449	2,449
7	1,732	7,483	2,236	5,916	7,071	4,123	5,385	0	6,403	3,606
8	4,690	3,606	6,481	3,742	1,732	2,449	2,449	6,403	0	4,472
9	2,449	4,123	2,449	3,742	5,196	3,162	2,449	3,606	4,472	0

Таблица 4 – Вторая итерация для $r \leq 2{,}5$.

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	5,916	2,449	4,472	5,385	2,449	3,742	1,732	4,690	2,449
1	5,916	0	6,403	3,317	3,742	4,583	2,236	7,483	3,606	4,123
2	2,449	6,403	0	5,099	7,000	4,472	4,690	2,236	6,481	2,449
3	4,472	3,317	5,099	0	3,000	3,162	2,449	5,916	3,742	3,742
4	5,385	3,742	7,000	3,000	0	3,000	3,000	7,071	1,732	5,196
5	2,449	4,583	4,472	3,162	3,000	0	2,449	4,123	2,449	3,162
6	3,742	2,236	4,690	2,449	3,000	2,449	0	5,385	2,449	2,449
7	1,732	7,483	2,236	5,916	7,071	4,123	5,385	0	6,403	3,606
8	4,690	3,606	6,481	3,742	1,732	2,449	2,449	6,403	0	4,472
9	2,449	4,123	2,449	3,742	5,196	3,162	2,449	3,606	4,472	0

Таблица 5 – Третья итерация для $r \leq 3{,}0$.

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	5,916	2,449	4,472	5,385	2,449	3,742	1,732	4,690	2,449
1	5,916	0	6,403	3,317	3,742	4,583	2,236	7,483	3,606	4,123
2	2,449	6,403	0	5,099	7,000	4,472	4,690	2,236	6,481	2,449
3	4,472	3,317	5,099	0	3,000	3,162	2,449	5,916	3,742	3,742
4	5,385	3,742	7,000	3,000	0	3,000	3,000	7,071	1,732	5,196
5	2,449	4,583	4,472	3,162	3,000	0	2,449	4,123	2,449	3,162
6	3,742	2,236	4,690	2,449	3,000	2,449	0	5,385	2,449	2,449
7	1,732	7,483	2,236	5,916	7,071	4,123	5,385	0	6,403	3,606
8	4,690	3,606	6,481	3,742	1,732	2,449	2,449	6,403	0	4,472
9	2,449	4,123	2,449	3,742	5,196	3,162	2,449	3,606	4,472	0

Листинг 1

```
def calculate_potential(coords):
    dist_matrix = distance_matrix(coords, coords)
```

```
    potentials = []
    for i in range(len(coords)):
        s = 0
        for j in range(len(coords)):
            if i != j:
                s += 1 / (dist_matrix[i, j]**2 + 1)
        potentials.append(s)
    return np.array(potentials)

def clustering_by_radius_threshold(coords, target_k, radius):
    N = len(coords)
    potentials = calculate_potential(coords)
    dist_matrix = distance_matrix(coords, coords)
    candidate_indices = list(range(N))
    centers = []
    while len(centers) < target_k and candidate_indices:
        candidate = max(candidate_indices, key=lambda idx: potentials[idx])
        centers.append(candidate)
        candidate_indices = [idx for idx in candidate_indices if dist_ma-
trix[candidate, idx] > radius]
    clusters = {i: [] for i in range(len(centers))}
    noise = []
    for idx in range(N):
        distances = [np.linalg.norm(coords[idx] - coords[c]) for c in centers]
        min_dist = min(distances)
        if min_dist <= radius:
            cluster_id = distances.index(min_dist)
            clusters[cluster_id].append(idx)
        else:
            noise.append(idx)
      return clusters, centers, noise
```

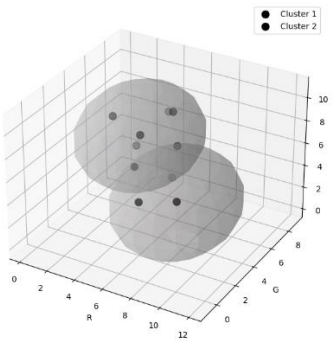
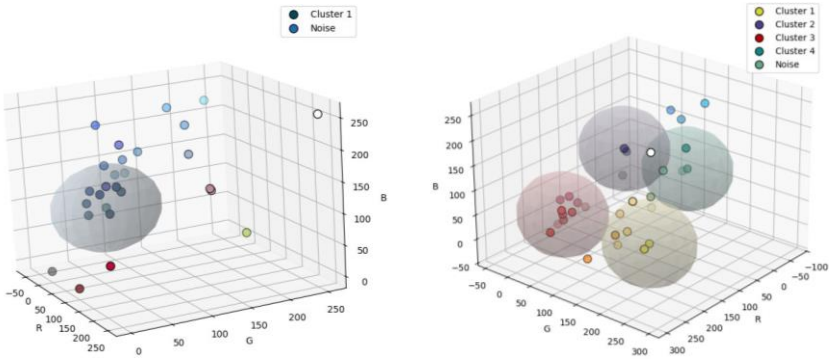


Рисунок 3 – Результаты тестирования алгоритма



а) *б*)

Рисунок 4 – Результаты классификации трендов основных цветов (*а*) и акцентных цветов (*б*) по данным [1].

Заключение. Применение для классификации данных алгоритма k-NN дополненного методом потенциальных функций имеет ряд преимуществ. Во-первых, он позволяет существенно сократить время, необходимое для анализа

трендовых цветов. Это особенно важно для компаний, которые работают в динамичных отраслях, таких как мода, дизайн или маркетинг, где скорость реакции на изменения трендов критически важна.

Во-вторых, метод k-NN обеспечивает высокую точность результатов. Автоматизация процесса снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, что повышает надежность результатов.

В-третьих, предложенный метод является гибким и адаптивным. Он может быть легко масштабирован для анализа больших объемов данных, что делает его применимым в отличных от дизайна сферах, где также требуется обнаружение закономерностей в больших массивах данных.

Список источников

1. Киселевский О.С., Радченко К.В., Кулдыкова В.В. Выбор и обоснование цветовой схемы корпоративного сайта кафедры // Инженерное образование в цифровом обществе: материалы междунар. науч.-метод. конф. Минск, 2024. Ч. 2. С. 168–171.

2. Киселевский О.С. Дизайн корпоративного стиля в управлении структурными подразделениями учреждений образования // Эргодизайн. 2025. № 1 (27). С. 14-23. DOI 10.30987/2658- 4026-2025-1-14-23.

3. Демидова Л.А., Соколова Ю.С. Классификация данных на основе SVM-алгоритма и алгоритма k-ближайших соседей // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2017. Т. 62. С. 119-132. DOI 10.21667/1995-4565-2017-62-4-119-132.

4. Fahim A., Ali M.E., Cheema M.A. Unsupervised Space Partitioning for Nearest Neighbor Search. 2022. arXiv:2206.08091. DOI 10.48550/arXiv.2206.08091.

5. Айзерман М.А., Браверман Э.М., Розоноэр Л.И. Теоретические основы метода потенциальных функций в задаче об обучении автоматов разделению входных ситуаций на классы //Автоматика и телемеханика. 1964. Т. 25, № 6. С. 917-936.

6. Сергеев С.Ф., Спасенников В.В. Направления развития инженерной психологии (технические науки): по материалам конференции «Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках» (Брянск, 2024) // Современное состояние и перспективы развития психологии труда и организационной психологии: материалы IV международной научно-практической конференции, Москва, 17–18 октября 2024 года. Москва: Институт психологии РАН, 2024. С. 824-843. EDN QMVLUZ.

Статья поступила в редакцию 15.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Кулдыкова В.В. – студент кафедры «Менеджмент», направление подготовки 6-05-0611-04 – Электронная экономика ИЭФ «БГУИР».

Радченко К.В. – студент кафедры «Менеджмент», направление подготовки 6-05-0611-04 – Электронная экономика ИЭФ «БГУИР».

Вклад авторов

Кулдыкова В.В. – обработка материала, частичное написание статьи (50%), написание кода на языке Python.

Радченко К.В. – сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (50%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ГОЛОСОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИНДИКАЦИЕЙ В КАБИНЕ САМОЛЕТА

Никита Ильич Левонович
Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва, Россия
levonikitatech@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-8580-0490

Аннотация. Сети на радиальных базисных элементах эффективный способ решения задач классификации. В данной работе описан процесс создания системы распознавания речи, основанной на сетях на радиальных базисных элементах. Система включает программу для распознавания речи, программу для обучения моделей распознавания речи и несколько технических приложений.

***Ключевые слова*:** нейронные сети, распознавание речи, сети на радиальных базисных элементах.

***Для цитирования*:** Левонович Н.И. Голосовое управление индикацией в кабине самолета // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 153-156.

1. Введение и актуальность исследования

В современных условиях автоматизации технических систем особую важность приобретает разработка интуитивных интерфейсов взаимодействия человека с машиной. Голосовое управление представляет собой перспективное направление, особенно в критически важных отраслях, где операторы испытывают повышенную когнитивную нагрузку. Ярким примером такой области является авиация, где активно рассматривается переход к одночленным экипажам воздушных судов, что требует принципиально новых подходов к организации человеко-машинного интерфейса.

Речевое взаимодействие как наиболее естественный для человека способ коммуникации предлагает значительные преимущества по сравнению с традиционными методами ввода. Однако создание надежной системы распознавания голосовых команд сопряжено с рядом технических сложностей, главной из которых является обеспечение высокой точности распознавания в условиях изменяющейся акустической обстановки и индивидуальных особенностей дикторов.

2. Методология исследования

2.1. Подходы к сегментации речевого сигнала

© Левонович Н.И., 2025

В ходе исследования рассматривались три принципиально разных подхода к обработке речевого сигнала:

1. Изначальный подход, основанный на распознавании целых команд, показал низкую эффективность из-за высокой вариативности
2. произношения и необходимости обработки длинных временных последовательностей.
3. Метод сегментации по энергетическим характеристикам, предполагающий выделение слов в команде на основе анализа пауз между ними. Этот подход оказался чувствительным к индивидуальным особенностям дикции и фоновым шумам.
4. Оптимальное решение, основанное на применении скользящего окна фиксированной длины (500 мс) с переменным перекрытием (50-90%). Данный метод продемонстрировал наилучшие результаты по устойчивости к шумам и вариациям произношения.

2.2. Преобразование речевого сигнала

Для эффективного распознавания было исследовано несколько методов преобразования временного сигнала:

- Вейвлет-анализ, который не показал достаточной эффективности для данной задачи
- Спектральный анализ с построением спектрограмм
- Специальное преобразование спектральных плотностей, включающее:
  - Расчет процентилей спектральной плотности
  - Нормализацию спектра
  - Логарифмическое преобразование

Последний метод, подробно описанный в работе [1], позволил значительно улучшить разделимость различных команд в пространстве признаков.

3. Архитектура системы распознавания

3.1. Эволюция подходов к классификации

Первоначально в системе использовались сверточные нейронные сети (CNN) следующей архитектуры:

- Три сверточных слоя с возрастающей размерностью
- Слои пулинга
- Полносвязные слои

Дополнительно применялись различные методы постобработки:

1. Простая конкатенация распознанных слов
2. Вероятностная модель "наивный байес"
3. Коррекция ошибок с помощью скрытых марковских моделей

Наилучший результат (87% точности) был достигнут при использовании вероятностной модели, учитывающей жесткую структуру команд (фиксированное количество слов в строгой последовательности).

3.2. Радиальные базисные сети (RBF)

Основные преимущества перехода на RBF:

- Меньшая требовательность к объему обучающей выборки

- Снижение вычислительной сложности
- Возможность инкрементного обучения

Математическая основа метода:

$$\phi(x) = exp(-(\varepsilon||x - c||)^2) \quad (1)$$

где c - центр базисной функции, ε - параметр формы.

Метрика классификации:

$$m = \frac{\nu_C}{\nu_C + \nu_{\bar{C}}} \quad (2)$$

3.3. Объединение слов в фразу

Затем с помощью алгоритма из статьи «Применение вероятностных сетей к проблеме распознавания речи» [2] выполняется объединение распознанных слов в команду. Алгоритм работает по принципу последовательного анализа слов с учётом структуры команды. Множество возможных слов в команде можно описать с помощью ориентированного графа (орграфа), в котором вершины распределены по классам в зависимости от их допустимой позиции в команде. В ходе работы алгоритма формируется орграф (рисунок 2), учитывающий не только возможное расположение слова, но и порядок его распознавания. Например, если «слово 1» распознано раньше «слово 2», и по структуре команды «слово 2» может идти после «слово 1», между ними добавляется ребро.

4. Системная архитектура и реализация

4.1. Программная архитектура

Система реализована как комплекс взаимодействующих модулей:

- Ядро обработки сигналов (C++)
- Модуль машинного обучения (Python)
- Пользовательский интерфейс (C#)
- Сервис анализа истории распознавания

4.2. Межпроцессное взаимодействие

Для обеспечения высокой производительности реализована схема параллельной обработки с использованием:

- Разделяемой памяти (Boost.Interprocess[3])
- Встроенного интерпретатора Python (Pybind11[4])
- Механизма асинхронных сообщений

5. Экспериментальные результаты

5.1. Методология тестирования

Тестирование проводилось на выборке из:

- 60 уникальных команд
- 2 дикторов
- 33 тестовых фраз

Для обучения использовались равномерно сэмплированные фрагменты длиной 500 мс с 90% перекрытием.

5.2. Достигнутые показатели

Результаты финального тестирования:

- Средняя точность распознавания: >95%

6. Заключение и перспективы

Разработанная система демонстрирует высокую эффективность в условиях ограниченного объема обучающих данных. Ключевые преимущества решения:

- Адаптивность к индивидуальным особенностям дикторов
- Низкая вычислительная сложность
- Модульная архитектура, допускающая масштабирование

В настоящее время система проходит промышленные испытания в авиационной отрасли.

Список источников

1. Левонович Н.И. О методе распознавания голосовых команд с применением особого преобразования спектральных плотностей // Моделирование и анализ данных. 2022. Т. 12, № 3. С. 49–57. DOI 10.17759/mda.2022120304.

2. Левонович Н.И., Козырев А.Д. Применение вероятностных сетей к проблеме распознавания речи // Моделирование и анализ данных. 2023. Т. 13, № 3. С. 39–51. DOI 10.17759/mda.2023130303.

3. Chapter 16 Boost.Interprocess - 1.85.0. The Boost C++ Libraries. URL: https://www.boost.org/doc/libs/1_85_0/doc/html/interprocess.html (дата обращения: 12.09.2024).

4. pybind11 — Seamless operability between C++11 and Python. pybind11 documentation. URL: https://pybind11.readthedocs.io/en/stable/ (дата обращения: 12.09.2024).

Статья поступила в редакцию 15.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Левонович Н.И. – магистрант кафедры «Прикладная информатика и мультимедийные технологии», направление подготовки 09.04.03 – Прикладная информатика ФГБОУ ВО «МГППУ».

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА ПО ВЕБ-ГРАФИКЕ

Алеся Николаевна Мазай[1]✉, **Святослав Павлович Варивончик**[2]
[1, 2]Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь
[1]alesamazaj@gmail.com✉, https://orcid.org/0009-0006-0977-4514
[2]svatvarivonchik@gmail.com@gmail.com, https://orcid.org/0009-0008-3641-0104

Аннотация. В статье сравнительно оцениваются эргономические достоинства и недостатки печатных и электронных учебных пособий. В качестве рекомендаций по повышению адаптивности и человекоорентированности веб-ресурсов предложено использование интерактивных заметок, клиентского форума и системы сбора обратной связи ролевого стиля изложения учебного материала. Все перечисленные меры реализованы в разработке прототипа учебника «Веб-графика», доведенного до уровня готовности TRL-3.

***Ключевые слова*:** Drag and Drop, педагогический дизайн, электронный учебник, адаптивный дизайн.

***Для цитирования*:** Мазай А.Н., Варивончик С.П. Эргономические аспекты разработки электронного учебника по веб-графике // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 157-163.

В современном мире электронные учебники стали полноценной заменой своему печатному аналогу. Роль электронных средств обучения, открывает перед авторами и популяризаторами знаний новые возможности интерактивного и адаптивного воздействия на читателей, а также оперативного сбора обратной связи. Тесный контакт автора с читателем является неотъемлемым гуманистическим принципом обучения [2].

Для успешного создания и дальнейшего продвижения современного электронного учебника необходимо не только подобрать актуальную тематику и ключевую информацию, но суметь правильно её преподнести. Для того, чтобы заметно превзойти конкурентов, важно использовать авторские приемы, которые сделают взаимодействие читателей с учебником более комфортным. В процессе информатизации образовательной деятельности возникают новые методы обучения, создаются новые цифровые технологии, обладающие патентным потенциалом [1].

Большая часть разрабатываемых электронных учебников носит информационный характер. Они просто дублируют печатные версии. В них редко

© Мазай А.Н., Варивончик С.П., 2025

учитываются личные когнитивные особенности обучающихся, влияющие на восприятие материала.

Преимущество электронного учебника заключается в его доступности, неограниченном тираже, оперативности использования и обновления информации [3]. Электронный учебник не требует материальных затрат на полиграфическое издание. А это значит, что высвободившиеся ресурсы можно перенаправить на совершенствование редактуры и эргономического дизайна. Многие читатели книг согласятся, что эргономически электронная книга до сих пор сильно проигрывает бумажной. Не смотря на возможности гипертекста, электронных закладок и автоматического поиска в бумажной книге привычнее и проще ориентироваться. Помимо визуальных рецепторов восприятия информации книга задействует тактильные чувства и даже обоняние. На наш взгляд именно системное удовлетворение информационной потребности читателя является определяющим фактором в выборе предпочтений между бумажным и электронным изданием. Поэтому, не отменяя ценности классической бумажной книги, в своём докладе мы рассматриваем те информационные выразительные средства, которые способных компенсировать недостатки электронных изданий и повысить их конкурентный уровень.

Электронные заметки. В качестве компенсации недостатка тактильно-осязательных воздействий электронной книги на читателя мы предлагаем развитую технологию электронных заметок. Читая бумажную книгу, читатель оставляет в неё множество закладок, стикеров с личными пометками, подчёркивает и выделяет текст маркером, делает пометки на полях. Наблюдая за бессознательным экспрессивным поведением книголюба можно даже заметить, с какой эффективностью в качестве закладок он использует пальцы своих кистей, мысленно закрепляя за каждым из них контекст и ценность информации, на которую они указывают. Такой возможности электронная книга лишена. Заменяя её мы предлагаем возможность выделять, выписывать, копировать определенные фрагменты текста и изображений. Во многом эта идея может быть реализована за счёт использования технологии Drag and Drop.

Drag and Drop («тащи и бросай») - одна из первых и самых интуитивных технологий взаимодействия с графическим интерфейсом, основанная на перемещении объектов мышью или стилусом.

Её история начинается в 1963 году с программы Sketchpad Айвена Сазерленда, где с помощью светового пера можно было захватывать и перемещать графические объекты на экране. В 1968 году Дуглас Энгельбарт продемонстрировал технологию «click-move-click» на презентации системы NLS (которую позже назовут «The Mother of All Demos»), впервые показав управление объектами с помощью мыши.

В 1981 году Xerox Star внедрил WIMP-интерфейс с возможностью перемещения файлов, а Apple в 1983–1984 годах развила эту идею в Lisa и Macintosh с технологией «click-and-drag», использующей только мышь.

В 1990-х Drag and Drop стал стандартом в операционных системах Windows и Mac OS, позволяя перемещать файлы, менять размеры объектов и переносить данные между приложениями.

Веб-реализация технологии появилась в 1999 году с приложением BrainMatter, использовавшим возможности Internet Explorer 5 и XMLHttpRequest для интерактивности. В 2002 году веб-почтовый клиент Oddpost внедрил Drag and Drop для управления письмами, позже став частью Yahoo Mail. В 2009 году Google Gmail добавил поддержку Drag and Drop, основанную на стандарте HTML5.

К 2011 году технология стала основой интерфейса Trello - популярного веб-приложения для управления проектами по системе организации канбан, где Drag and Drop используется как основной инструмент для работы с интерфейсом программы (Рисунок 1, Таблица 1).

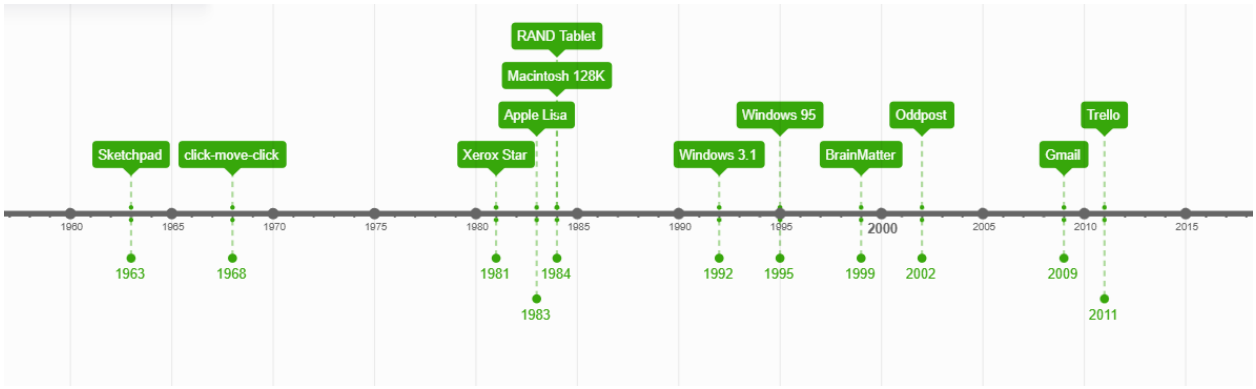


Рисунок 1 – История развития Drag and Drop

Сегодня Drag and Drop - универсальный и развивающийся способ взаимодействия, применяемый как в настольных, так и в мобильных и веб-приложениях [4].

В предлагаемом нами решении интерфейс браузера, позволяющего читать электронную книгу, дополняется окном заметок. Размер этого окна и его расположение управляется самим пользователем. Окно заметок быстро сворачивается и развёртывается командами мыши, тач-пада, горячими клавишами и не мешает воспринимать основную информацию. Выделенный курсором текст или захваченное изображение методом Drag and Drop переносится в поле окна заметок, закрепляется в любой его зоне по выбору пользователя и при его желании тут же сопровождается графическими и текстовыми пометками. Содержание окна заметок оперативно сохраняется в памяти компьютера или мобильного устройства, может быть выведено на печать, конвертировано в pdf-отчёт или отправлено по электронной почте (рис. 2).

Таблица 1– Хронология развития Drag and Drop

Год	**Событие**

1963	*Sketchpad* – первая программа с графическим интерфейсом от Айвена Сазерленда. Перемещение объектов происходило с помощью светового пера. Первое использование прототипа Drag and Drop.
1968	*The Mother of All Demos* – Дуглас Энгельбарт демонстрирует технологию "click-move-click", используя мышь.
1981	*Xerox Star* – первый коммерческий ПК с WIMP-интерфейсом (Windows, Icons, Menus, Pointer). Поддержка перемещения объектов мышью.
1983	*Apple Lisa* – первый массовый ПК с графическим интерфейсом и перемещением файлов мышью.
1984	*Macintosh 128K* – появление технологии click-and-drag, позволяющей захватывать и перетаскивать объекты мышью.
1984	*RAND Tablet* – первый коммерческий графический планшет со стилусом, позволяющим перемещать объекты.
1992	*Windows 3.1* – появление поддержки Drag and Drop между окнами приложений.
1995	*Windows 95* – технология Drag and Drop становится стандартом для работы с интерфейсом.
1999	*BrainMatter (Halfbrain)* – первое использование Drag and Drop в вебе с помощью Internet Explorer 5 и XMLHttpRequest.
2002	*Oddpost* – веб-клиент почты с Drag and Drop, позже куплен Yahoo.
2009	*Gmail* – Google добавляет Drag and Drop для писем. Поддержка технологии в стандарте HTML5 Drag and Drop.
2011	*Trello* – приложение, в котором Drag and Drop стал ключевым способом взаимодействия. Использует WebSockets и фреймворк Backbone.js.

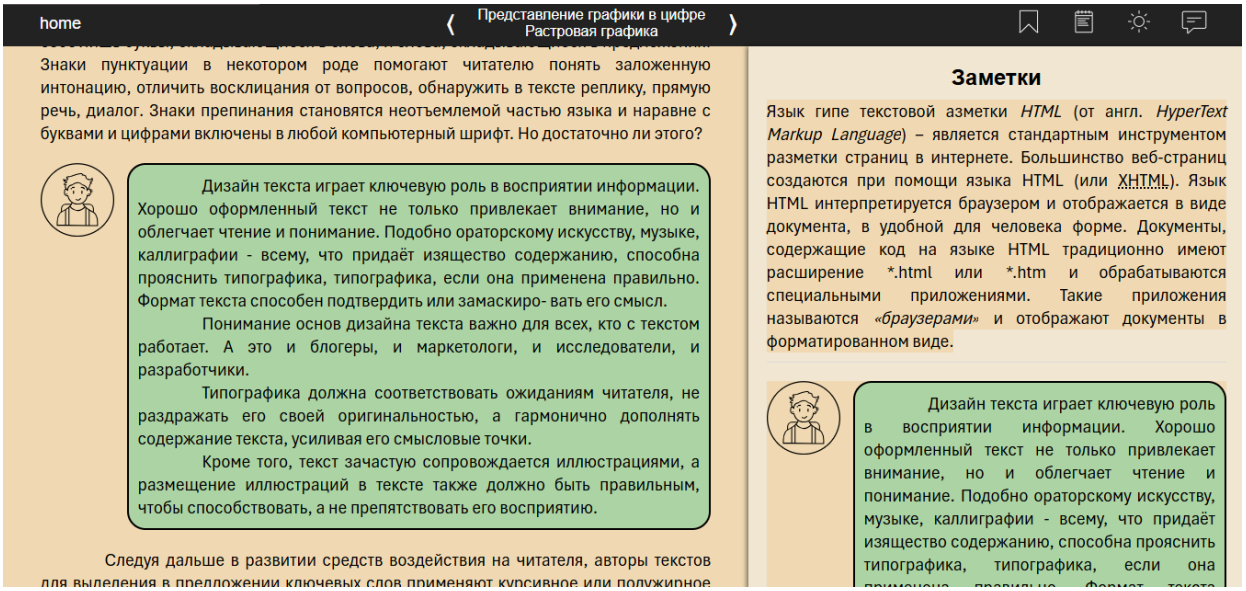


Рисунок 2 – Интерфейс электронного учебника О.С. Киселевского «Веб-графика» с предлагаемым окном заметок

Интерактивный форум. Второй инновацией, способной значительно повысить конкурентоспособность электронных книг, мы считаем оперативную обновляемость контента. Достаточно консервативная процедура издания бумажных книг связана с длительным процессом редактуры, корректуры и рецензирования. В таких быстро развивающихся сферах знания, как

программирование, конструирование, дизайн учебники и справочники успевают устаревать раньше, чем «высыхает типографская краска». В этих случаях за актуальной современной информацией студентам, преподавателям и научным работникам приходится обращаться к непосредственным носителям неявного и слабо объективированного знания – к самим программистам, конструкторам и дизайнерам. Контакту с ними способствуют многочисленные тематические профессиональные форумы и социальные сети.

В качестве катализатора информационного обновления своего учебника автор О.С. Киселевский предлагает дополнить его электронную версию форумом – открытой площадкой для обмена мнениями и комментариями. Такая площадка должна способствовать обратной связи с читателями и агрегации свежих мнений и новых технологий. Модерация этого форума позволит оперативно отмечать новейшие тенденции веб-дизайна и отражать их в обновлённом контенте глав учебника.

В свете неоднородности целевой аудитории учебника «Веб-графика», мы пришли к осознанию потребности организовать в нём взаимодействие разных профессиональных групп: дизайнеров с программистами, программистов с проектными менеджерами и т. д. Форум должен находиться в постоянном доступе, в любой момент при прочтении можно задать вопрос или дополнить комментарием главу или параграф учебника, прочесть комментарии других читателей. Такое общение служит обмену профессиональными навыками между экспертами, налаживанию контакта и взаимопонимания между разными специальностями, знакомит автора учебника с общественным мнением, а главное – обогащает его новыми идеями и решениями.

Абстрактные персонажи. Мультидисциплинарный подход к содержанию и изложению материала в учебнике должен отразиться не только на структуре форума. По мнению автора структура экспертных комментариев должна быть вынесена на сами страницы, в том числе и на печатные. При разработке информационного контента автор сопровождает сухое повествование сносками – что об этом думают и как это используют в своей профессиональной деятельности сами практики. Эти сноски излагаются автором в более свободной форме, лексически подчёркивая профессиональную психологию абстрактного эксперта.

В ходе анализа целевой аудитории учебника «Веб-графика», а также на основании многолетнего опыта преподавания графических и дизайнерских дисциплин в гуманитарных, технических вузах и на курсах переподготовки и повышения квалификации автором О.С. Киселевским были выделены шесть акторов:

- «студент» – читатель, пока не обладающий особыми компетенциями;
- «дизайнер» – читатель, имеющий эстетическое видение и опыт;
- «программист» – читатель, владеющий методами кодификации;
- «младший менеджер» – специалист в сфере постановки задач и управления персоналом;

- «старший менеджер» – специалист в сфере стратегического управления, понимающий специфику рынка;

- «академик» – читатель, обладающий энциклопедическими знаниями, появляющийся в тексте тогда, когда необходимо дать строгое определение или уладить междисциплинарные коллизии.

Брендбук электронного учебника дополнен элементами графического и лексического оформления сносок, позволяющих читателям идентифицировать абстрактных комментаторов. Эргономически графическое и лексическое разнообразие «оживляет» материал (см. рис. 1), делает его более динамичным, интерактивным, дружелюбным по отношению к читателям.

Заключение

Три перечисленных эргономических приёма: использование окна заметок, организация форума и комментарии абстрактных акторов должны положительно сказаться на восприятие и запоминании информации, мотивации читателей. В экономическом аспекте они должны способствовать конверсии электронного учебника и маркетинговому продвижению его печатной версии. На данный момент разработка электронного учебника О.С. Киселевского достигла третьей стадии готовности по шкале TRL (Technological Redness Level), что соответствует окончанию исследований, переходу к созданию лабораторного прототипа и поиску инвесторов [6].

Требования к качеству предоставляемых образовательных услуг являются главным фактором конкурентной борьбы между вузами как в привлечении абитуриентов, так и в поддержании своей репутации в среде реального производства и экономики

Список источников

1. Спасенников В.В., Гришин К.А. Педагогический дизайн в эргономических исследованиях и электронном обучении: формирование и развитие // Концепт. 2017. № V7. С. 37-48.

2. Пак Н.И., Потупчик Е.Г., Хегай Л.Б. Концепция трансформационных и перевернутых электронных учебников // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2020. Т. 17, № 2. С. 153-168. DOI 10.22363/2312-8631-2020-17-2-153-168.

3. Пенно М.А. Преимущества и недостатки электронных учебников // Концепт. 2016. № S7. С. 46-50.

4. История Drag and Drop: от первого в мире графического интерфейса до современного веба. URL: https://habr.com/ru/articles/788426/ (дата обращения: 14.05.2025).

5. Киселевский О.С., Косякова Е.В. Ресурсный менеджмент в производстве образовательного продукта // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти. Трансформация образования, науки и производства - основа технологического прорыва. 2023. С. 20-27.

6. Киселевский О., Кондрашов О. Пути преодоления инновационного барьера в развитии наукоемких технологий // Наука и инновации. 2024. № 7 (257). С. 4-10. DOI 10.29235/1818-9857-2024-07-4-10. EDN PDEBKO.

Статья поступила в редакцию 17.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Мазай А.Н. - студент инженерно-экономического факультета, специальность «Электронная экономика» УВО «БГУИР».

Варивончик С.П. - студент инженерно-экономического факультета, специальность «Электронная экономика» УВО «БГУИР».

Вклад авторов

Мазай А.Н. - сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (50%).

Варивончик С.П. - идея, сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (50%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ – ОДНО ИЗ НЕОБХОДИМЫХ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Виктор Иванович Меденников
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, Москва, Россия
dommed@mail.ru; http://orcid.org/0000-0002-4485-7132

Аннотация. Рассматриваются условия эффективности внедрения искусственного интеллекта в производственной экономике, зависящей от грамотности реализации базовых принципов цифровой экономики, одним из которых является интеграция информационных ресурсов и алгоритмов их обработки. Показано, что основой интеграционных технологий является онтологическое моделирование все более расширяющегося пространства предметных областей, требующих сочетания и обработки огромного количества многоаспектных, многомерных и многоотраслевых данных на основе искусственного интеллекта. Приведены результаты онтологического моделирования в сельском хозяйстве в виде единой цифровой платформы управления.

***Ключевые слова*:** цифровая экономика, онтология, искусственный интеллект, цифровая платформа управления.

***Для цитирования*:** Меденников В.И. Онтологическое моделирование – одно из необходимых условий развития искусственного интеллекта // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 164-170.

Исторический анализ эволюционных этапов мирового развития компьютеризации общества позволил выделить базовые принципы цифровой экономики (ЦЭ), играющие все более заметную роль в настоящее время [1]. Исходя из темы статьи, среди этих принципов покажем важность следующих двух: тенденции в разработке некоторых структурированных информационных пространств на интеграционных технологиях с целью рационального управления информационными ресурсами (ИР); смена концепций и моделей управления производством на основе данных технологий. Как отмечено в [2], указанные принципы должны находиться в комплементарных взаимоотношениях между собой.

Выделенные принципы ЦЭ явились следствием бурного научно-технического прогресса, приведшего к существенному совершенствованию с одновременным значительным удешевлением большинства оцифрованных изме-

© Меденников В.И., 2025

рительных приборов, датчиков, исполнительных механизмов, оптико- электронных средств наблюдения, а также программно-технических технологий применения их методами установки на всевозможных как подвижных, так и стационарных станках, механизмах, машинах, претерпевающих под таким воздействием соответствующую трансформацию.

В свою очередь это привело к большим возникшим возможностям тотального контроля за всеми производственными операциями и сопутствующей с контролируемыми действиями средой, что обеспечивает в дальнейшем аналитику и прогнозирование последствий мониторинговых наблюдений и ответного воздействия. Данные процессы стали называться в производственных отраслях прецизионным производством. В аграрном же секторе их начали называть точным земледелием (ТЗ), точным животноводством [3]. Таким образом, принципы ЦЭ отражают возможность и необходимость учета и интеграции значительно возросшего объема разнородных данных, как следствие, техническую способность устанавливать взаимовлияние также еще большего количества факторов в деятельности человечества, проявлением чего стала концепция бизнес-экосистем (БЭС). Например, автор данного понятия, Дж. Мур дает БЭС такое определение (4): «Экосистема любой организованной структуры, например, предприятия, помимо самой себя включает поставщиков, потребителей, посредников, правительственные ведомства и регулирующие учреждения, ассоциации и организации, обеспечивающие соблюдение стандартов, прямые и потенциальные конкуренты, а также любые другие влияющие на нее члены системы. И поведение всех этих элементов должно учитываться, как в оперативном, так и в стратегическом плане, выстраивая информационный обмен». При этом он подчеркивал важность учета среды функционирования БЭС для такой взаимосвязи.

А в качестве цифрового инструмента, позволяющего решать интеграционные проблемы, может являться наиболее развитый сегодня вариант семантического описания предметной области в виде онтологического моделирования. Основное предназначение данного инструмента – это разработка информационных моделей в формате концептуальных представлений предметных областей в виде схем данных и знаний. В настоящее время формирование информационных моделей осуществить без привлечения специалистов-экспертов в предметных сферах практически невозможно [5].

Как следует из изложенного, такой резкий всплеск данных, решаемых задач и взаимосвязей между ними, окружающей средой, при этом недостаточно формализуемых в силу этого, вызывает трудности при принятии управленческих решений как на ближайшее время, так и на перспективу во многих отраслях, особенно в аграрной из-за наличия огромного биоразнообразия, природных, пространственно-временных характеристик производства. Разрешить данные проблемы могут только технологии искусственного интеллекта (ИИ), о чем свидетельствует и международный опыт создания интеллектуальных цифровых систем [6, 7], для чего необходима структуризация и интеграция

рассмотренных факторов на основе онтологического моделирования. Как раз отсутствие таких данных называют основной проблемой ИИ [8].

При таком подходе грамотно внедряемый ИИ даст наибольший эффект и позволит осуществить максимальную межотраслевую прослеживаемость продуктов, услуг и будет снижено негативное воздействие природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду, на продукцию аграрного сектора и на самого человека. Термин прослеживаемости в эпоху ЦЭ определяет цифровой механизм, позволяющий с большой надежностью оперативно информировать всех участников некоторой цепочки деятельности, а также контрольные и прочие заинтересованные организации об изготовителе, гарантийных сроках, качестве, цене и других данных о продукции.

Поскольку сельское хозяйство тесно связано со многими отраслями народного хозяйства, зависит от успехов науки (в настоящее время в отрасли 153 научных организаций), образования (54 вуза), то на рис. 1 представлен весь огромный объем необходимой онтологической работы.

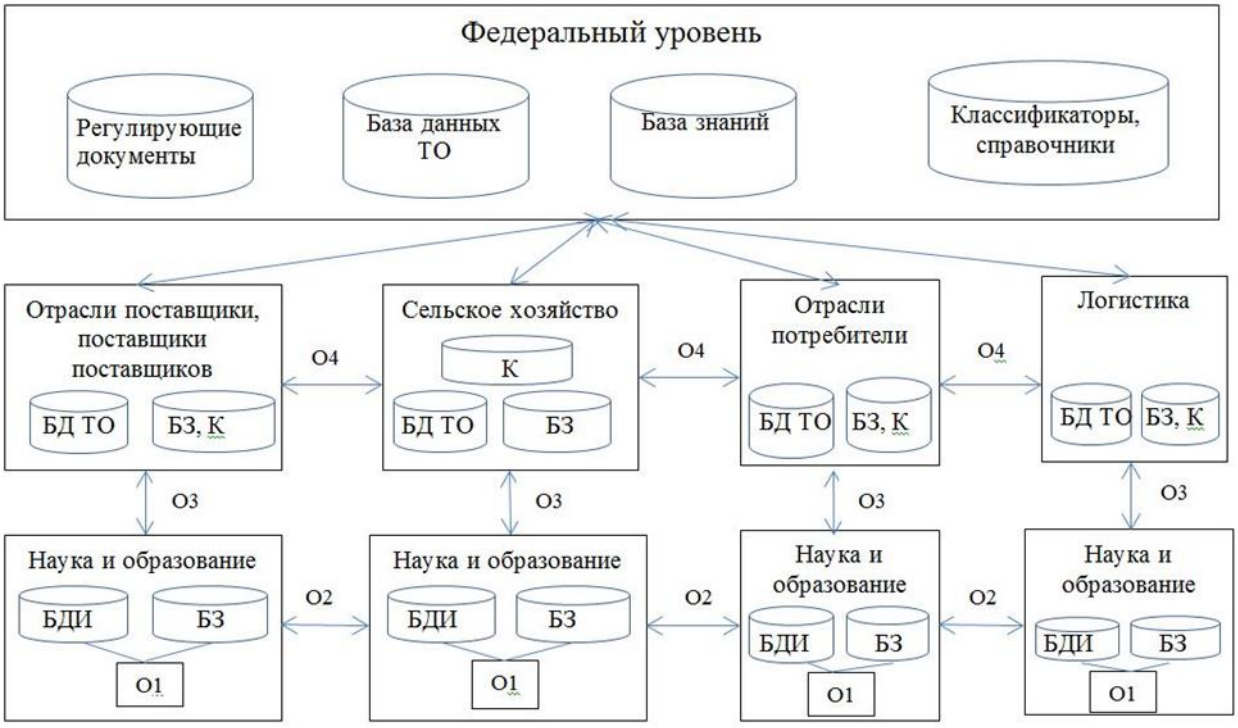


Рис. 1. Схема необходимой работы по онтологическому моделированию в стране

На рисунке расшифруем обозначения: под БДИ понимается исследовательская база данных; ТО – технологические операции, записываемые в БД; К – классификаторы, а также справочники, словари; О1 –формирование предметных онтологий отраслевых научно-образовательных организаций [9]; О2 – формирование межотраслевых предметных онтологий научных и образовательных организаций; О3 – формирование внутриотраслевых онтологий, интегрирующих науку, образование и производство; О4 – формирование межотраслевых производственных онтологий.

В России в АПК научные исследования с практическим воплощением в области онтологического моделирования начались еще в 1986 г., когда два великих ученых академики Моисеев Н.Н. и Никонов А.А. смогли убедить Горбачева М.С. о создании НИИ кибернетики АПК (ВНИИК) с целью оформления его в центр системного анализа для становления информатизации АПК на научную основу. Благодаря усилиям академиков в ядро ВНИИК вошел мощный коллектив из 50 выпускников МФТИ. К этому подтолкнуло осознание значимости в будущем массового внедрения в отрасль персональных компьютеров (ПК), что с неизбежностью потребует развития интеграционных технологий. Поэтому стратегической целью ВНИИК в этих условиях была выбрана концепция Общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством страны (ОГАС), оформленной еще в 1962г. задолго до появления ПК выдающимися советскими лидерами в области информатики Китовым А.И. и академиком Глушковым В.М., уже тогда предвидевших роль интеграции разрозненных информационных ресурсов в единое структурированное пространство. Для этого был выбран наиболее рациональный подход в условиях десятков тысяч предприятий в отрасли – разработка функционально-полных, комплексных, типовых АСУ на эталонных объектах, называемых на Западе сейчас инновационными центрами, с последующим внедрением типовых отработанных и испытанных систем на другие хозяйства и предприятия (рис. 2) [10, 11].



Рис. 2. Структурная схема информатизации эталонного предприятия

При тиражировании разрабатываемых подсистем АСУ на более, чем 1000 предприятий, столкнулись с проблемой онтологической и алгоритмической несовместимости, что требовало донастройки и кастомизации программ-

ного обеспечения на многих хозяйствах. Поэтому было принято решение о создании лаборатории онтологического моделирования с разработкой соответствующей системы автоматизированного проектирования (САПР) БД. А в растениеводстве была разработана экспертная система, с помощью которой ведущие эксперты во всех подотраслях определили единую для всех товарных предприятий информационную модель с выделением 946 онтологически единых факторов (рис. 3). Одновременно была открыта и лаборатория математической статистики для поиска зависимостей между выделенными факторами на базе так называемой сети географических опытов [12].



Рис. 3. Концептуальная модель, полученная схема онтологическим моделированием

Основные принципы ЦЭ позволили в настоящее время формализовать их в виде цифровой платформы управления (ЦПУ) экономикой, выраженные в трех цифровых стандартах, часть которых имеет универсальный межотраслевой характер (рис. 3) для большинства отраслей страны, а часть – сугубо отраслевой оттенок [3, 13, 14].

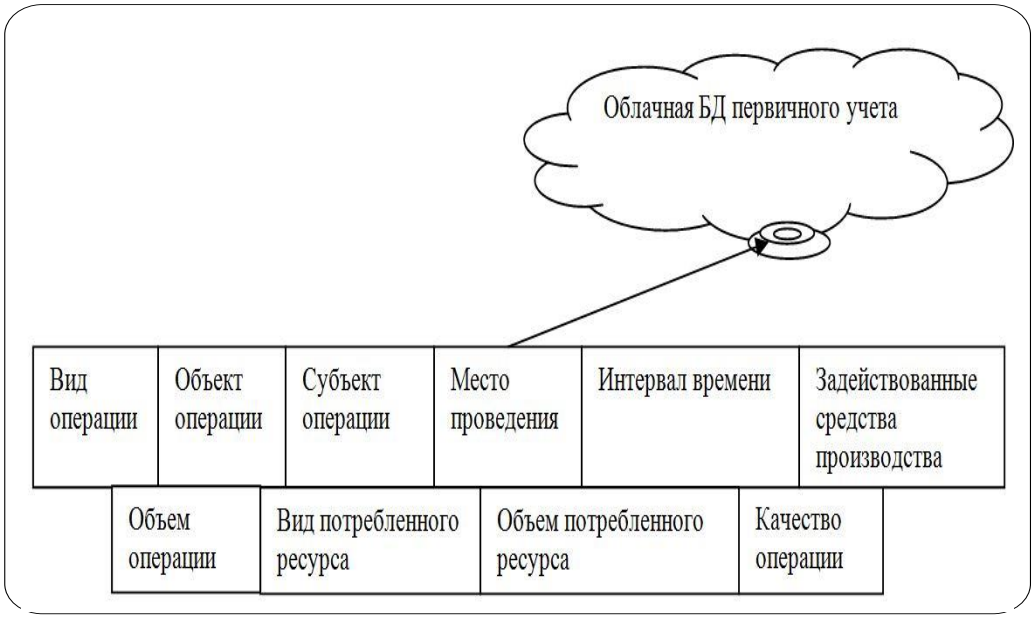


Рис. 4. Межотраслевой стандарт онтологического моделирования первичного учета

Список источников

1. Меденников В.И., Райков А.Н. Анализ опыта цифровой трансформации в мире для сельского хозяйства России // Труды III Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Тенденции развития Интернета и цифровой экономики». Симферополь: ИП Зуева Т.В., 2020. С. 57–62.

2. Milgrom P., Roberts J. The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy and Organization // American Economic Review. 1990;80(3):511–528.

3. Алексеева Н.А., Осипов А.К., Меденников В.И. и др. Экономические и управленческие проблемы землеустройства и землепользования в регионе. Ижевск: Шелест, 2022. 225 с.

4. Moore J. The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems. Harper Business, 1996. 320 p.

5. Горшков С. Введение в онтологическое моделирование / ООО «ТриниДата». 2014-2018. URL: https://trinidata.ru/files/SemanticIntro.pdf (дата обращения: 25.05.2025).

6. Reichardt M., Jurgens C. Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups // Precis Agric. 2009;10(1):73–94.

7. Verburg P.H., Schulp C.J.E. Opportunities for sustainable intensification in European agriculture // Global Environ Chang. 2018;48:43–55.

8. Галустьян А. Пять проблем, которые пока не может решить искусственный интеллект. URL: https://rb.ru/opinion/problemy-ii/ (дата обращения: 25.05.2025).

9. Зацаринный А.А., Меденников В.И., Райков А.Н. Интеграция приложений искусственного интеллекта в единую цифровую платформу АПК // Информационное общество. 2023. № 1. С. 127–138.

10. Меденников В.И., Мингалев Н.И., Желтов Н.Г. Методические рекомендации по проектированию систем информационно-вычислительного обслуживания организаций на основе распределенных баз данных на базе сетей персональных ЭВМ // Математическое обеспечение персональных ЭВМ. М.: ВНИПТИК, 1988. 76 с.

11. Меденников В.И., Мингалев Н.И. Реализация САПР распределенных БД // Модели и инструментальные средства электронизации в АПК. М.: ВНИИЭСХ, 1989. С. 99-108.

12. Романенко В. Агрохимические опыты в системе исследований геосети: прошлое, настоящее и будущее // Известия ТСХА. 2012. N 3. С. 54-61.

13. Меденников В.И. Математическая модель формирования цифровых платформ управления экономикой страны // Цифровая экономика. 2019. № 1(5). С. 25-35.

14. Меденников В.И., Микулец Ю.И. Цифровые стандарты – основа интеграции цифровых платформ АПК и других отраслей // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. 2021. № 1. С. 208-226.

Статья поступила в редакцию 17.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Меденников В.И. – д.т.н., ведущий научный сотрудник федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5:004.925.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСПРИЯТИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РЕКЛАМНЫХ БАННЕРОВ В ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Мария Олеговна Прокопенко[1]✉, Виктор Эдмундасович Янчус[2]
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия
[1]jalex2211@mail.ru✉, https://orcid.org/0009-0009-5473-4599,
[2]vic.phd.2019@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-7220-0819

Аннотация. В статье рассматривается проблема восприятия визуальных элементов рекламных баннеров в цифровом пространстве. Целью исследования является изучение влияния определенных в эксперименте факторов на скорость обнаружения рекламного баннера в цифровом пространстве вэбсайта. В ходе работы разработана методика проведения эксперимента с применением технологии айтрекинга. Методика была апробирована путем проведения предварительного тестирования с участием 10 испытуемых. Исследование выявило влияние следующих факторов: цветовое решение, коммуникатор, отвлекающий баннер, композиция и тематика сайта. Методика показала свою работоспособность и предполагает расширения эксперимента в сторону увеличения количества испытуемых.

***Ключевые слова*:** айтрекинг, цифровая среда, экспериментальная методика, визуальные элементы рекламы, цифровой мерчандайзинг.

***Для цитирования*:** Прокопенко М.О., Янчус В.Э. Исследование восприятия визуальных элементов рекламных баннеров в цифровом пространстве // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 171-177.

Современный рынок товаров и услуг характеризуется нарастающей конкуренцией. Компании ищут новые способы для привлечения клиентов, повышения эффективности своих рекламных кампаний. Одним из таких способов является мерчандайзинг – технология выкладки и размещения товаров, которая позволяет значительно увеличить продажи продукта [1]. Но в условиях цифровизации общества, у компании возникает новый вопрос о том, как эффективно продвигать себя не только на полках магазинов, но и в цифровой среде. Расширение интернет-пространства трансформирует все аспекты жизни потребителей. Корпоративные блоги, интернет-сообщества и социальные сети изменили привычный уклад жизни людей, а также их восприятие информации,

© Прокопенко М.О., Янчус В.Э., 2025

брендов, других людей и самих себя. Маркетологи не могут оставаться в стороне от этой изменяющейся бизнес-среды. Им необходимо переосмысливать стратегии ведения бизнеса, разрабатывать инновационные маркетинговые подходы и, прежде всего, собирать актуальные данные о том, что происходит в сознании и чувствах их текущих и потенциальных клиентов [2].

Так, в последние несколько лет набирает популярность цифровой мерчандайзинг, который совмещает в себе классические маркетинговые методы продвижения, с инновационными технологиями. Он включает визуальную демонстрацию и организацию товаров на веб-сайтах, размещение товаров, визуальные эффекты и креативные методы презентации и направлен на увеличение продаж через онлайн-маркетинг [3].

В исследованиях, которые связаны с цифровым мерчандайзингом, часто применяются методы окулографии позволяющие отслеживать движения глаз. Этот метод предоставляет данные о движении человеческого взора при восприятии визуальных элементов на веб-страницах. Статистический анализ параметров шаблона рассматривания наблюдаемых стимулов позволяет сделать вывод, о том, какие товары привлекают внимание и как долго потребители смотрят на определенные объекты. Полученная информация может быть использована для оптимизации цифрового мерчандайзинга и повышения его эффективности.

Данная работа направлена на выявление предпочтений пользователей в отношении визуальных и композиционных элементов, способствующих более эффективному восприятию рекламы.

В рамках проведенного эксперимента была поставлена цель – исследовать влияние определенных в исследовании факторов на скорость обнаружения рекламного баннера духов на веб-сайтах. Всего было выбрано пять факторов:

1. Фактор цвета. Цвет баннера – темный или светлый.

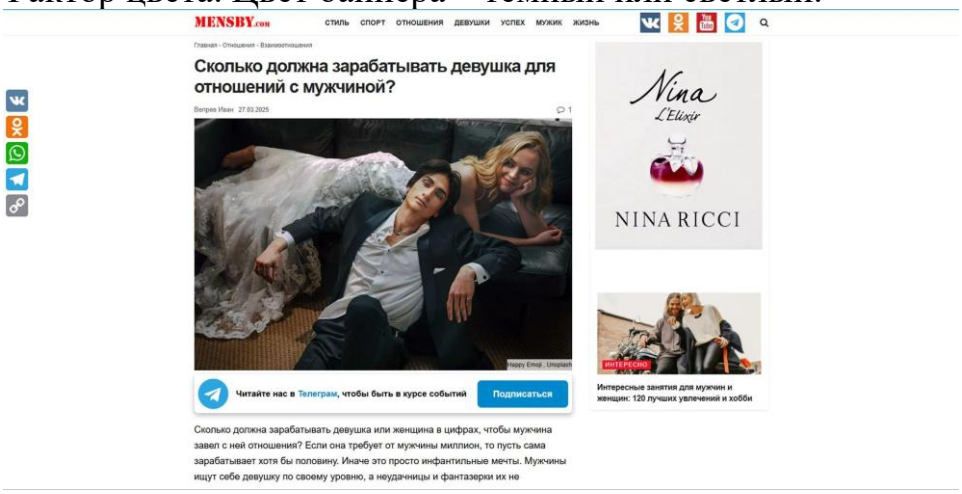


Рисунок 1: стимул “Цвет - светлый”

2. Фактор наличия коммуникатора – наличие или отсутствие.

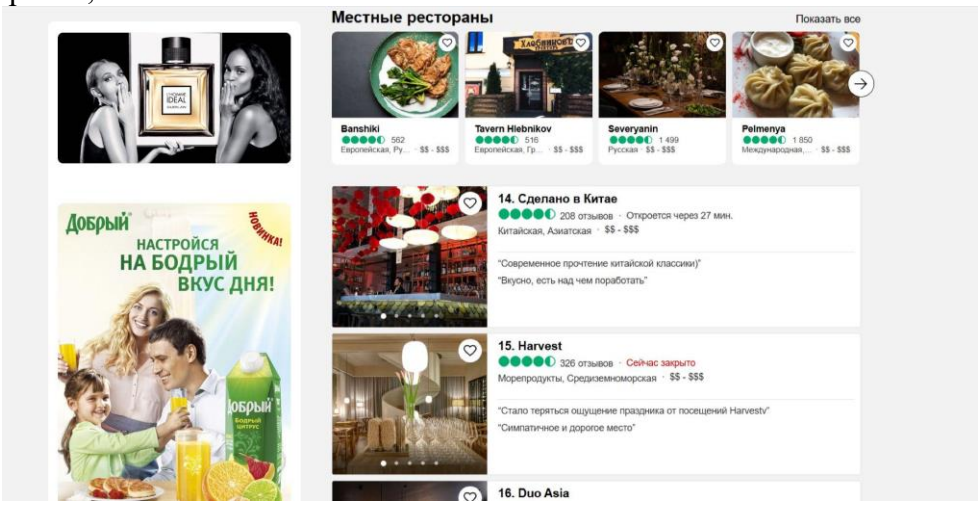


Рисунок 2: стимул “Коммуникатор - наличие”

3. Фактор наличия отвлекающего баннера. Отвлекающий баннер – наличие или отсутствие.

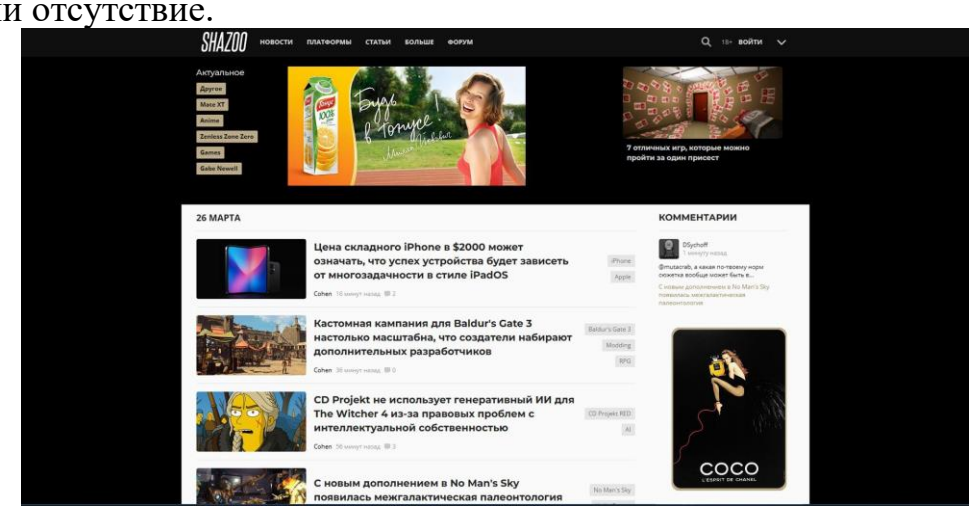


Рисунок 3: стимул “Отвлекающий баннер - наличие”

4. Фактор композиции. Композиция – справа-сверху, справа-снизу, слева-снизу, слева-сверху.

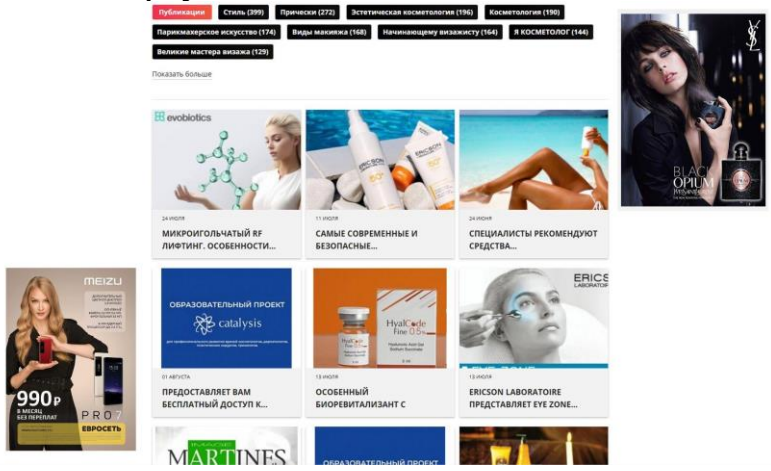


Рисунок 4: стимул “Композиция - справа-сверху”

5. Фактор тематики сайта – далекая или близкая к предмету рекламы.

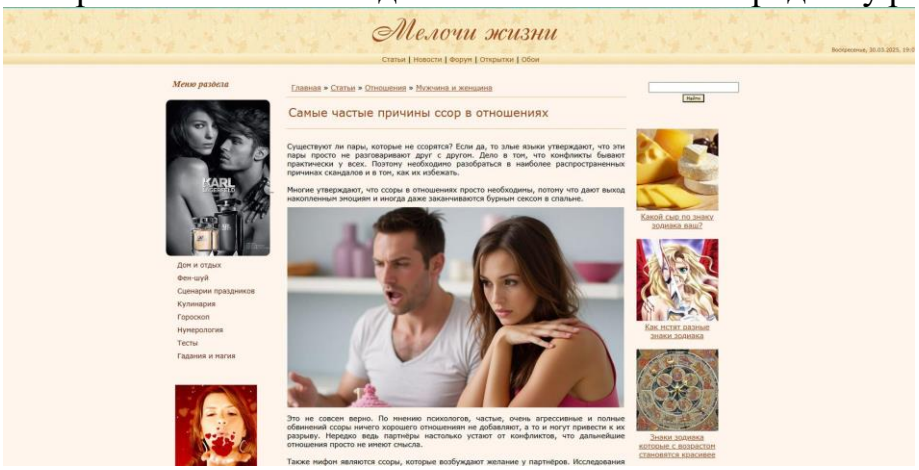


Рисунок 5: стимул “Тематика сайта - близкая”

Методика проведения эксперимента. Испытуемый в спокойном состоянии садится за компьютер, он готов к эксперименту. Ему заранее объясняют поставленную задачу - найти на сайте рекламный баннер духов и кликнуть на него мышкой. Во время эксперимента айтрекер фиксирует и отслеживает движение глаз испытуемого и передает данные на компьютер.

Эксперимент проводился с применением программно-аппаратного комплекса айтрекинга SMI RED 250 [6].

Эксперимент был проведен в лаборатории человеко-компьютерного взаимодействия СПБПУ. В предварительном тестировании приняли участие 10 человек. На основе полученных в эксперименте данных была оценена целесооброзназность дальнейшего проведения исследования.

Гипотеза эксперимента. Выбранные визуальные элементы рекламных баннеров могут оказывать влияние на скорость и частоту узнавания бренда духов.

Обработка и анализ результатов эксперимента.

Значение переменных на графиках:

Comun - коммуникатор: K1 - наличие, K0 - отсутствие;

Color - цвет: L - светлый, D - темный;

Tema - тематика сайта: DS - далекая, CL - близкая;

Ban - отвлекающий баннер: BD - отсутствие, BH - наличие;

Com - композиция: LU - слева-сверху, RD - справа-снизу, LD - слева-снизу, RU - справа-сверху.

После проведения эксперимента были сняты параметрические данные, которые были обработаны посредством дисперсионного анализа ANOVA [4]. Для анализа результатов эксперимента использовалось автоматизированный комплекс обработки экспериментальных данных STATISTICA [5]. Полученные в результате статистического анализа экспериментальных данных графики представлены на рисунках 6, 7, 8.

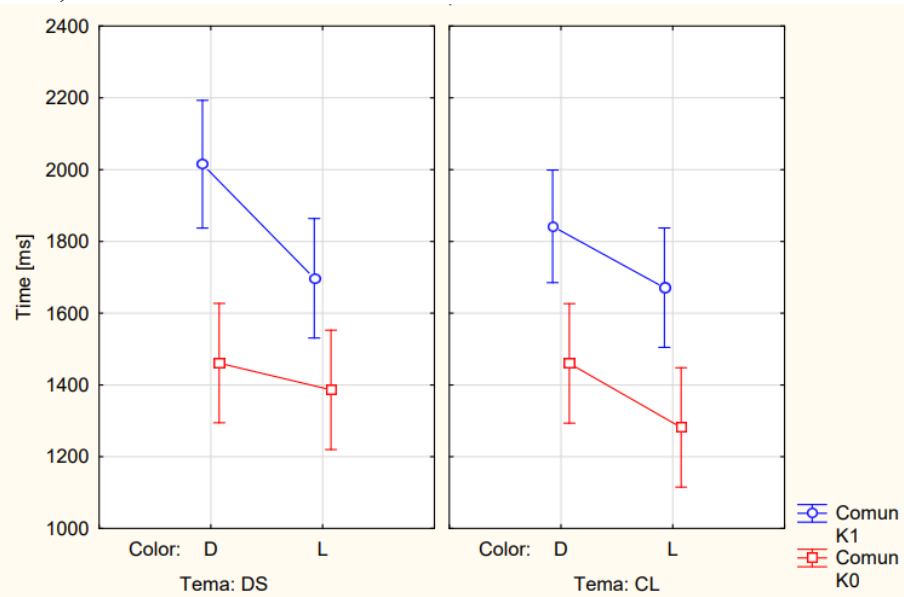


Рисунок 6. График распределения значений времени рассматривания стимула в зависимости от факторов цвета, коммуникатора и тематики сайта

На рисунке 6 мы видим влияние фактора цветового решения на скорость решения задачи испытуемым. Мы видим, что светлые баннеры испытуемые обнаруживают быстрее. Вне зависимости от тематики сайта, наличие коммуникатора значительно увеличивает время решения задачи эксперимента.

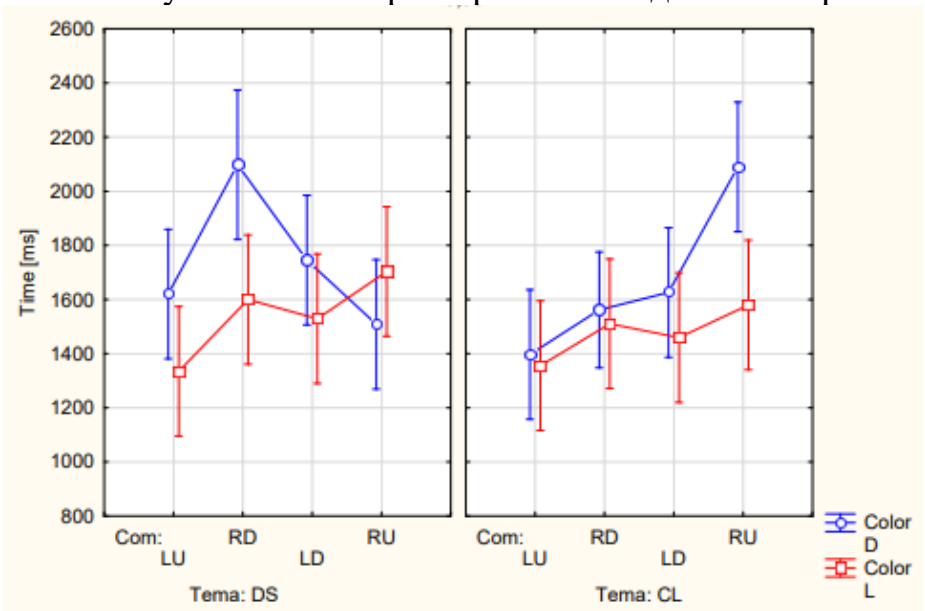


Рисунок 7. График распределения значений времени рассматривания стимула в зависимости от факторов цвета, композиции и тематики сайта

На рисунке 7 мы видим влияние фактора композиция на скорость решения задачи испытуемыми. На данный момент влияние композиции неоднозначно и для более точных результатов необходимо большее количество испытуемых.

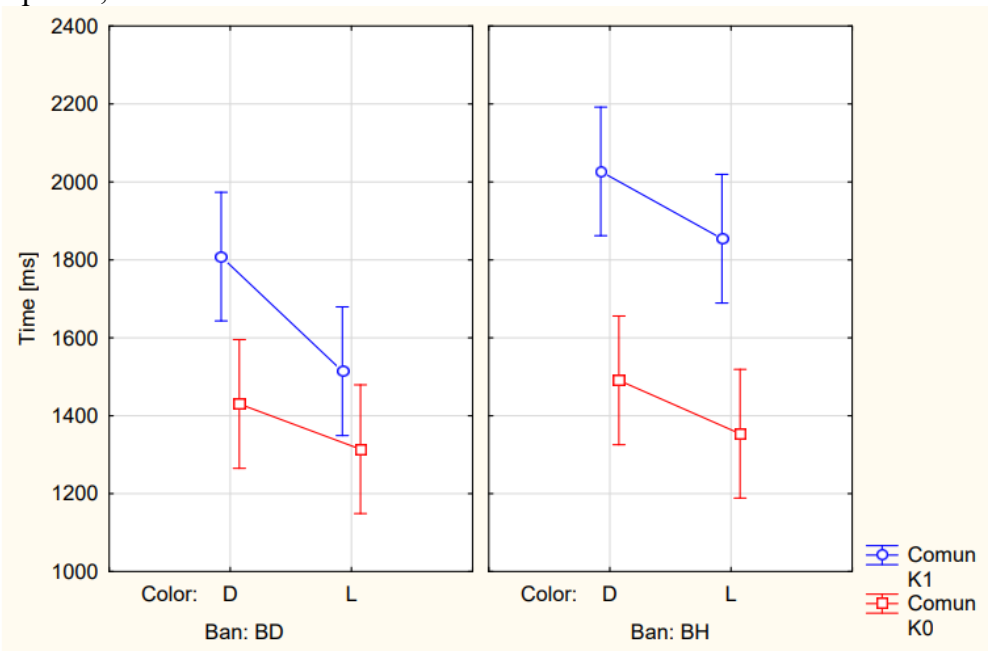


Рисунок 8. График распределения значений времени рассматривания стимула в зависимости от факторов цвета, коммуникатора и отвлекающего баннера

На рисунке 8 мы видим влияние фактора наличия коммуникатора на скорость решения задачи испытуемыми. При наличии коммуникатора задача эксперимента решается дольше. Также при наличии отвлекающего баннера скорость обнаружения искомого баннера увеличивается.

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что выбранные стимулы оказывают статистически значимое влияние на скорость считывания зрительной информации. Так, мы предполагаем, что путем увеличения числа испытуемых, мы сможем выявить закономерности шаблона рассматривания рекламных баннеров в цифровом пространстве.

Список источников

1. Кузьмичева М.Б. Мерчандайзинг - эффективный метод продаж торгового предприятия // Финансовая жизнь. 2011. № 2. С. 71-75.
2. Шадрин В.Г., Котова О.Н. Трансформация технологий маркетинга в цифровой среде // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2020. № 2 (16). С. 263-269.
3. Sharma R., Sachdeva K. Essential Elements for Digital Merchandising Portals in Retail: A Review Based Study // International Journal of Business Research and Excellence. 2022.
4. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. 512 с.
5. Боровикова В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. 288 с.

6. Краснов В.С., Коробкин Н.Э. Сравнительный анализ технических и функциональных характеристик айтрекеров // Психология здоровья и болезни: клинико-психологический подход. 2017. С. 126.

Статья поступила в редакцию 18.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Прокопенко М.О. – студент Высшей школы дизайна и архитектуры, СПбПУ.

Янчус В.Э. – к.т.н., доцент, доцент Высшей школы дизайна и архитектуры, СПбПУ.

Вклад авторов

Прокопенко М.О. - идея, сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (50%).

Янчус В.Э. - написание статьи, научное редактирование текста (50%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ФОРСАЙТ-СЕССИЯ СТУДЕНТОВ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ: ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАБОЧИХ МЕСТ

Мария Вячеславовна Прохорова[1]✉, Ольга Юрьевна Ангелова[2], Татьяна Олеговна Подольская[3]
[1, 2, 3]Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия
[1]personalgerente@mail.ru✉, http://orcid.org/0000-0001-9729-3812
[2]oangelova@mail.ru, http://orcid.org/0000-0003-0226-9583
[3]podolskaya79@yandex.ru, ORCID 0000-0001-8506-7527

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию потенциала искусственного интеллекта в проектировании рабочих мест, изучению возможных направлений его развития и преимуществ, которые способны обеспечить внедрение инновационных подходов в организацию трудового процесса. Выводы делаются на основе форсайт-сессии студентов-психологов. Кроме того, анализируются проблемы, вызванные форсированным внедрением ИИ как в профессиональную деятельность инженерного психолога, так и в образовательный процесс подготовки студентов психологических направлений.

Ключевые слова: ИИ, рабочие места, проектирование, эффективность, проблемы внедрения ИИ.

***Для цитирования*:** Прохорова М.В., Ангелова О.Ю., Подольская Т.О. Форсайт-сессия студентов психологических направлений подготовки: потенциал применения ИИ при проектировании рабочих мест // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 178-183.

Введение

Последние несколько лет ознаменовались лавинообразным ростом интереса к системам искусственного интеллекта (ИИ, AI, artificial Intelligence), которые нашли себе применение в различных сферах – от медицины и финансов до искусства и образования. В настоящий момент все ИИ-решения относятся к слабому ИИ (или узкому, Narrow AI), ориентированному на решение одной конкретной задачи. Технологии сильного ИИ (General AI) и Сверхинтеллекта (Super AI) пока не существует, но работа в этих направлениях активно ведется. Одной из сфер, в которых применение ИИ может быть полезно и эффективно, является оптимизация рабочего пространства для повышения эффективности труда сотрудников. Современные исследования показывают, что создание качественного рабочего места не возможно без учета эргономических норм и

© Прохорова М.В., Ангелова О.Ю., Подольская Т.О., 2025

правил [1, 3]. Применение интеллектуальных систем открывает уникальные перспективы для проектирования современных офисов, производственных площадок и

любых других пространств, связанных с трудовой деятельностью

человека. Современные технологические решения позволяют существенно повысить безопасность работников, сделать рабочие места более эргономичными и удобными. Опираясь на антропоцентрический подход, проектирование рабочего места предполагает, что человек в процессе выполнения своих трудовых функций должен получить максимальный комфорт, что, в свою очередь, способно обеспечить полную реализацию его личностного и профессионального потенциала. Качество рабочих мест, как отмечают исследователи [2], является значимым конкурентным преимуществом организации. Прорабатываются подходы, ориентирующие проектирование рабочего места на профстандарты и цели отдельного сотрудника, увязанные с целями предприятия в целом [6]. Важно в данном процессе учитывать все действующие нормативы и актуальные законодательные акты. В меняющемся мире часто требуется актуализация и оперативное обновление, что сложно достичь без автоматизации и цифровизации. Специалисты уже предпринимают попытки внедрения информационных технологий в деятельность организационных психологов, как в процесс проектирования рабочих мест, так и в обучение специалистов этому навыку [4, 5]. Развивая эту тенденцию, целесообразно переложить трудоемкие и рутинные задачи на ИИ, обеспечив его данными для обучения – нормативными данными, результатами научных исследований в данной сфере, архивами и библиотеками ошибок, несчастных случаев и катастроф. Но, передавая часть функций организационного психолога и проектировщика ИИ, важно планировать и понимать ряд аспектов: используемые подходы, стоимость создания и эксплуатации системы ИИ, риски и барьеры. Цель данного исследования — определить представления студентов психологических направлений подготовки о потенциале применения ИИ в проектировании рабочих мест, проанализировать последствия форсированного внедрения инструментов ИИ в деятельность психолога и образовательный процесс подготовки специалистов в сфере инженерной психологии.

Дизайн эмпирического исследования

В исследовании приняли участие 27 студентов третьего курса, изучающих психологию труда в ННГУ им.Н.И.Лобачевского. Работа шла в 5 группах, численность которых составляла от 4 до 7 человек. Отвечая на вопросы, студенты, исходя из собственных представлений, формировали форсайт-прогноз, предсказание развития будущей ситуации в сфере применения ИИ в инженерной психологии. Временные вехи устанавливались следующие: настоящее время, 2030, 2040 и 2050 г.г.

Результаты и их обсуждение

Сводные результаты форсайт-сессии по описанию функционала, реализуемого ИИ в различных сферах инженерной психологии представлены в таблице 1

Функция	Настоящее время	2030	2040	2050
Психологическая оценка персонала	Скрининг резюме и анкет, оценка soft skills и эмоционального интеллекта на основе видео- или аудиоинтервью, проведение онлайн-тестирования, анализ поведенческих паттернов кандидата	Комплексная оценка личности и профессионального потенциала на основе мультимодальных данных (видео, аудио, текст, биометрия, поведенческие паттерны), прогнозирование профессионального выгорания, лояльности, склонности к конфликтам, индивидуализация рекомендаций по развитию и адаптации сотрудника, проведение интервью и ассессмент-центров в режиме реального времени (совместно с человеком)	Постоянный цифровой мониторинг психоэмоционального состояния сотрудников на рабочем месте, проведение глубинной психодиагностики через цифровых двойников, полная автоматизация первичного психологического интервью, прогнозирование карьерного роста, рисков ухода, профессиональных и личностных кризисов, ИИ-сопровождение индивидуальных планов развития и психоэмоциональной устойчивости, Симуляция стрессовых сценариев в VR для оценки реакции, интеграция данных носимых устройств (пульс, сон) для анализа устойчивости	Полная интеграция в цикл "оценка – развитие – поддержка – профилактика – прогнозирование», проведение комплексной психодиагностики в реальном времени на основе цифровых и нейро-профилей и мгновенная адаптация к изменениям эмоционального и когнитивного состояния сотрудника, ИИ как равноправный участник командной и управленческой динамики (модератор, психолог, стратег), анализ генетических маркеров (предрасположенность к конфликтам, креативности)
проектирование рабочих мест	Анализ производственной среды, рекомендация по оптимизации рабочих процессов, мониторинг утомляемости сотрудников	Персонализированное проектирование рабочих мест на основе биометрических и психологических данных	Интеграция ИИ с нейроинтерфейсами для динамической адаптации рабочего пространства	Полная автоматизация проектирования и перенастройки рабочих мест в реальном времени

Текущий бюджет внедрении ИИ в деятельность психолога студенты оценили в сумму от 5 млн. руб., ориентируясь на стоимость предлагаемых рынку ИИ-решений (HireVue — ИИ-платформа для оценки кандидатов по видеоинтервью (hirevue.com), ErgoAnalyst - Система управления рисками травматизма на рабочем месте (https://www.ergoanalyst.com) и др.), затрат на дополнительное оборудование и обучение персонала HR и психологических служб компании. Все команды отмечают преимущества, которые дают ИИ-инструменты – ускорение процессов и ранее реагирование на изменения; нивелирование ошибок, связанных с человеческим фактором; повышение эффективности всех процессов; индивидуальный подход. В качестве барьеров для активного внедрения ИИ отмечаются: на данный момент времени - потребность в данных для обучения, возможности алгоритмических ошибок, что сказывается на степени доверия к ИИ как у специалистов, так и у рядовых сотрудников, с которыми ИИ взаимодействует; в перспективе добавляются и новые риски – проблемы с этикой, угроза тотального контроля со стороны ИИ. Тем не менее, студенты (будущие специалисты в сфере инженерной психологии) видят возможность и готовы делегировать ИИ реализацию большинства функций самостоятельно или под контролем со стороны человека. Но такое положение вещей может привести к тому, что у следующего поколения экспертов не будет того глубинного понимания всех процессов, которое проработано у специалистов, присутствующих на данный момент времени на рынке труда, которые развивали свои навыки не передавая ИИ часть рутинных функций. Уже сегодня исследователи констатируют тот факт, что активное использование инструментов ИИ несет когнитивные риски для человечества: обучение становится более поверхностным, так как появляется возможность получить результат не вникая в суть явлений; деградируют навыки рефлексии, аналитического и критического мышления [7, 8].

Для нивелирования негативных последствий необходимо найти долгосрочный баланс между интеграцией инструментов ИИ в профессиональную деятельность человека и развитием собственных навыков. Для этого целесообразно пересмотреть форматы обучения, не запрещая использование ИИ, но вводя чередование заданий с применением ИИ и без его участия; смещать акцент в обучении с правильного ответа на процесс его получения; развитие soft skills (эмоциональный интеллект, креативность, эмпатия и др.). Кроме того, нельзя игнорировать и этические вопросы возможных ошибок систем, построенных на применении ИИ, в том числе и в сфере инженерной психологии.

Заключение

Анализ показал, что студенческий форсайт совпадает с экспертными прогнозами, делая акценты на поэтапной интеграции ИИ в деятельность инженерного психолога, передачу ИИ базовых рутинных функций. Но экспертное сообщество прогнозирует более низкие темпы, так как предвидит значительные этические и правовые барьеры (в отличии от более оптимистично настроенных студентов). Кроме того, интеграция инструментов ИИ в профес-

сиональную деятельность психолога требует пересмотра и системы подготовки будущих специалистов, чтобы сохранить необходимый для безопасного использования ИИ уровень экспертности. Новая реальность сформирует потребность и в новых навыках, таких как работа в гибридных командах «человек + ИИ», специфические навыки медиации таких рабочих групп, выработку новых стандартов поведения.

Список источников

1. Костюк Л.В., Корнилова И.Л. Проблемы организации рабочих мест персонала современных предприятий // Журнал правовых и экономических исследований. 2018. № 3. С. 224-227. EDN YLVLXF.

2. Маслов Е.В. Проектирование рабочих мест с учетом их привлекательности для работников // Вестник НГУЭУ. 2014. № 4. С. 18-26. EDN RELWKU.

3. Мелконян Д.А. Планирование, организация и обслуживание рабочих мест // Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы. 2020. № 1 (32). С. 80-83. EDN TJJWNS.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017614527 Российская Федерация. Мультимедийное учебное пособие «Современные подходы к проектированию рабочих мест»: № 2016663998; заявл. 20.12.2016; опубл. 18.04.2017 / М.В. Виниченко, М.В. Брянцева, С.А. Макушкин; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный социальный университет».

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016663737. Ведение поддерживаемых и корректируемых данных модульных проектов рабочих мест: № 2016661093; заявл. 21.10.2016; опубл. 15.12.2016; заявитель общество с ограниченной ответственностью «23БЕТ.РУ».

6. Чхутиашвили Н.В. Проектирование рабочих мест как основа профессиональных стандартов работников // Аудит. 2018. № 10. С. 30-32. EDN YLEOZN.

7. Artificial Intelligence and the Future of Skills. URL: https://www.oecd.org/en/about/projects/artificial-intelligence-and-future-of-skills.html (дата обращения: 16.04.2025).

8. Gerlich, M. AI Tools in Society: Impacts on Cognitive Offloading and the Future of Critical Thinking. Societies. 2025;15:6. DOI 10.3390/soc15010006.

Статья поступила в редакцию 19.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Прохорова М.В. - к.психол.наук, доцент, доцент каф. психологии управ-

ления факультета социальных наук Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Ангелова О.Ю. - к.э.н., доцент, доцент каф. информационных технологий и инструментальных методов в экономике Института экономики Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Подольская Т.О. - к.с.н., доцент, доцент каф. управления человеческими ресурсами Института экономики Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ИИ-МОДЕЛИРОВАНИЕ: ВИКТИМОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Вадим Иванович Резюк
Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия
rezyuk.vi@gmail.com, http://orcid.org/0000-0001-6188-7141

Аннотация. В статье рассматривается ИИ-моделирование и его виктимологический аспект. Автор статьи на основе результатов соответствующего моделирования констатирует: релевантность вопросов виктимолгического характера для ИИ-моделирования; отражение в результатах ИИ-моделирования наличия специфичных викитимологических догм, вопросов и проблем.

***Ключевые слова*:** метамодерн, искусственный интеллект, ИИ-моделирование, виктимология, жертва преступления, виктимбейминг, хищение бюджетных средств.

***Для цитирования*:** Резюк В.И. ИИ-моделирование: виктимологический аспект // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 184-187.

Сфера искусственно-интеллектуального моделирования (ИИ-моделирования) постоянно и стремительно расширяется. Область социологических, юридических и иных гуманитарных наук – не исключение. Сторона внимания, связанная с жертвами преступлений, вписывается в эту тенденцию «эпохи метамодерна» [1, с. 7–9].

Таким образом, указанное обусловливает новый взгляд: рассмотрение ИИ-моделирования и его виктимологического аспекта.

Обращение внимания на виктимологию предполагает необходимость учесть следующее:

во-первых, специфику и относительную новизну виктимологии как науки, в основном сформировавшуюся в результате развития криминологии [2, с. 109];

во-вторых, наличие и специфичность викитимологических проблем (связанных с виктимблеймингом, с разграничением жертв преступлений и иных жертв, потенциальных жертв и реальных жертв, с определением жертв хищений бюджетных средств и др. [3, с. 210; 4, с. 393–402; 5, с. 463–471; 6]);

в-третьих, сложность, но одновременно высокую эффективность виктимологического предупреждения.

© Резюк В.И., 2025

Сегодня вопросы виктимологии не лишены внимания на самых разнообразных платформах и ресурсах, в том числе связанных с ИИ-моделированием.

Так, в результате ИИ-моделирования в визуализирующей форме на одной из платформ были сгенерированы изображения жертвы и жертвы преступления (рисунок 1).





Рис. 1 Изображения «Жертва» и «Жертва преступления» (сгенерировано «Fabula-AI») [7; 8].

Оценивая результат ИИ-моделирования в форме изображения, можно отметить отражение проблемы разграничения жертвы преступления и иной жертвы, отражение некоторых типичных (общих) характеристик жертв криминальных событий и др.

В результате ИИ-моделирования текстового характер на одной из платформ был сгенерирован ответ чат-бота о жертве преступления (рисунок 1).

GPT-4o Mini:

Жертва преступления — это лицо, которое пострадало в результате противоправных действий другого человека или группы людей. Жертвы могут испытывать физические, эмоциональные и финансовые последствия своих переживаний. Важно понимать, что жертвы имеют право на защиту, поддержку и компенсацию за понесённые убытки.

Существует несколько типов жертв преступлений, включая:

1. **Физические жертвы** — лица, которые получили физический вред, например, в результате нападения или ДТП.
2. **Эмоциональные жертвы** — те, кто испытывает психологические травмы, такие как посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР).
3. **Экономические жертвы** — люди, которые понесли финансовые потери из-за преступления, например, в случае кражи или мошенничества.

В разных странах существуют специальные службы и организации, которые помогают жертвам преступлений, предоставляя консультации, юридическую помощь и поддержку.

Рис. 2 Ответ чат-бота о жертве преступления (сгенерировано нейросетью «Chat GPT») [9].

Оценивая результат ИИ-моделирования в текстовой форме, можно отметить, в частности, отражение проблемы разграничения жертвы преступления и жертвы иных правонарушений, отражение актуальности вопроса помощи жертвам криминальных деяний.

Таким образом, внимание к указанным и иным продуктам ИИ-моделирования по вопросам, связанным с виктимологией, позволяет выделить следующее:

во-первых, релевантность вопросов виктимолгического характера для ИИ-моделирования;

во-вторых, отражение в результатах ИИ-моделирования наличия специфичных викитимологических догм (например, актуальность защиты жертв преступлений), вопросов и проблем (например, разграничения жертв преступлений и других жертв).

Список источников

1. Гилинский Я.И. Криминология в девиантология постмодерна. СПб.: Алетейя, 2024. 242 с.

2. Mayorov A.V. Victimology in Russia: Overviewing of the Stages of the Scientific Direction`s Development // Viktimologiya. 2021;8(2):109–120.

3. Шиенок В.П., Резюк В.И. Преступление, его жертва и мораль // Виктимология. 2024. Т. 11, № 2. С. 210–218.

4. Резюк В.И. Соотношение потенциальных и реальных жертв как виктимологическая проблема // Виктимология. 2024. Т. 11, № 3. С. 392–405. DOI 10 .47475/2411-0590-2024-11-3-392-405.

5. Резюк В.И. Виктимблейминг во взяточничестве // Виктимология. 2023. Т. 12, № 4. С. 463–473.

6. Резюк В.И. Жертва преступления как элемент поп-культуры: актуальность криминолого-виктимологического аспекта. Защита жертв преступлений в современном обществе (2025). URL: https://victimolog.ru/index.php/PVCMS/article/view/720 (дата обращения: 03.05.2025).

7. Жертва. Нейросеть FabulaAI. URL: https://fabula-ai.com/ (дата обращения: 21.02.2025).

8. Жертва преступления. Нейросеть FabulaAI. URL: https://fabula-ai.com/ (дата обращения: 21.02.2025).

9. Жертва преступления. Нейросеть Chat GPT. URL: https://pr-cy.ru/chat-gpt/?taskId=89dd0bb2eb0275dcaab696c0fc0 (дата обращения: 03.05.2025).

Статья поступила в редакцию 05.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Резюк В.И. – исследователь в области юридических наук, направление

подготовки 12.00.08 – Уголовное право и криминология; уголовно-исполнительное право БГУ (Республика Беларусь); старший преподаватель кафедры гуманитарных наук Института мировой медицины ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава РФ.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

iStock — ИСКУССТВЕННО-ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ГЕНЕРИРОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ ТЕНДЕНЦИОЗНОСТИ И АБСУРДА В ВОПРОСАХ АНТИКОРРУПЦИОННОЙ ТЕМАТИКИ

Вадим Иванович Резюк
Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия
rezyuk.vi@gmail.com, http://orcid.org/0000-0001-6188-7141

Аннотация. В статье рассматривается iStock искусственно-интеллектуальное генерирование и выделяются его проблемы тенденциозности и абсурда в вопросах антикоррупционной тематики. На основе этого автор статьи констатирует необходимость и возможность повышения качества и эффективности наглядной агитации и иных решений по антикоррупционной тематике.

***Ключевые слова*:** iStock, стоковые изображения, искусственный интеллект, коррупция, взяточничество, хищение бюджетных средств.

***Для цитирования*:** Резюк В.И. iStock — искусственно-интеллектуальное генерирование: проблемы тенденциозности и абсурда в вопросах антикоррупционной тематики // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 188-193.

Технологии визуализации, связанные со стоковыми изображениями (iStock), в последние годы находит самое широкое применение. Искусственно-интеллектуальное моделирование, связанное с созданием изображений, с одной стороны расширило и без того широкие рамки их практического внедрения и использования, но с другой стороны обнажило ряд проблем, связанных с искусственно-интеллектуальным моделированием изображений по некоторым направлениям. Представляется, что примером подобного является одностороннее, излишне банальное, граничащее с предвзятостью и необъективностью, и параллельно с этим нелогичное, нелепое, граничащее с отсутствием смысла, раскрытие вопросов антикоррупционного характера.

Указанное обусловливает рассмотрение iStock искусственно-интеллектуального генерирования и его проблем тенденциозности и абсурда в вопросах антикоррупционной тематики.

В учебно-методических, предупредительно-профилактических и иных разработках по вопросам антикоррупционной тематики находят заметное место iStock-изображения. Например, в учебно-методическом пособии для подготовки по специальности «Физическая культура» выделена наглядная агита-

© Резюк В.И., 2025

ция против коррупции в спорте, разработанная с использованием упоминаемой технологии [1, с. 187].

Искусственно-интеллектуальное моделирование обладает высоким потенциальном, существенно упрощающим процесс iStock-генерирования.

Так, одной из нейросетей было сгенерированы изображения по теме «Коррупция» (рисунок 1).



Рис. 1 Сгенерированные ИИ изображения «Коррупция» (из генератора изображений AI) [2].

Взяточничество является одной из форм коррупции [3, с. 13–16, 79–83]. В контексте темы исследования логичен интерес к результату генерирования изображений по теме «Взяточничество» (рисунок 2).



Рис. 2 Сгенерированные ИИ изображения «Взяточничество» (из генератора изображений AI) [4].

Хищение бюджетных средств – опасная и специфичная форма коррупции [3, с. 15; 5, с. 24]. Результат генерирования изображений по теме «Хищение бюджетных средств» также вызывает интерес (рисунок 3).



Рис. 3 Сгенерированные ИИ изображения «Хищение бюджетных средств» (из генератора изображений AI) [6].

Коррупция является глобальной проблемой, однако это не исключает наличие особенностей на национальном уровне. В этой связи вызывает внимание результат генерирования изображений по теме «Хищение бюджетных средств в Республике Беларусь» (рисунок 4).



Рис. 4 Сгенерированные ИИ изображения «Хищение бюджетных средств в Республике Беларусь» (из генератора изображений AI) [7].

В одном из результат генерирования изображений по теме «Хищение

бюджетных средств в Республике Беларусь» отражено слово «Emeelizetnd» [8]. Обращение к различным источникам, в том числе к различным поисковым системам, не позволило установить природу и смысл данного термина (рисунок 5).

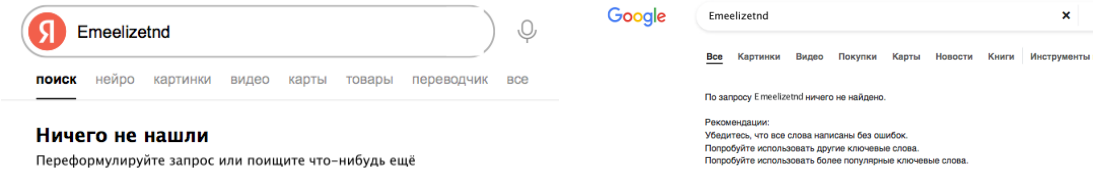


Рис. 5 Страницы результатов поисков Search engine results page (SERP) по фрагменту (тексту) сгенерированного ИИ изображения [9; 10].

Оценка представленных и иных результатов iStock искусственно-интеллектуального генерирования по антикоррупционной тематике позволяет констатировать наличие проблемы тенденциозности. Это проявляется, в частности, в одностороннем, излишне банальном, граничащем с предвзятостью и необъективностью раскрытии вопросов антикоррупционного характера, и отражается в сгенерированных изображениях в следующем:

в акценте на достаточно общих чертах (например, в чертах коррупции и связанной с ней корыстной (в денежной форме) заинтересованности) и игнорировании иных сложных и актуальных механизмов, соответствующих прогрессивному подходу (например, связанной с коррупцией «иной личной заинтересованности» (получении преимуществ, продвижение по службе и др.) [3, с. 76–87]);

в полном или частичном отсутствии разграничения отдельных форм коррупции и др.

Также оценка представленных и иных результатов iStock искусственно-интеллектуального генерирования по антикоррупционной тематике позволяет констатировать наличие проблемы абсурда. Это проявляется, в частности, в нелогичном, нелепом, граничащем с отсутствием смысла раскрытии вопросов антикоррупционного характера, и отражается в сгенерированных изображениях в следующем:

в искажениях и изображениях отсутствующего в реальности (номиналов денежных единиц и др.);

в использовании несуществующих слов, символов и др.

Указанное следует учитывать:

разработчикам соответствующих программных продуктов;

использующих iStock искусственно-интеллектуальное генерирование;

адресатам социальной рекламы;

иным потребителям продукта iStock искусственно-интеллектуального генерирования.

Таким образом, внимание к iStock искусственно-интеллектуальному генерированию и связанным с ним проблемам тенденциозности и абсурда в вопросах антикоррупционной тематики способно повысить качество и эффективность наглядной агитации и иных решений по антикоррупционной тематике, что является и необходимым, и возможным.

Список источников

1. Резюк В.И. Коррупция и ее общественная опасность: учеб.-метод. комплекс для обучающихся по специальности 1-03 02 01 «Физическая культура» / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина. Брест: БрГУ, 2021. 204 с.

2. «Коррупция» из генератора изображений AI. URL: https://ru.123rf.com/ai-image-generator/feed/коррупция/ (дата обращения: 03.05.2025).

3. Резюк В.И. Коррупция и ее общественная опасность: учеб.-метод. комплекс для обучающихся по пед. специальностям (Теория и практика в Республике Беларусь). Изд. 2-е, без изм. Саратов: Амирит, 2024. 158 с.

4. «Взяточничество» из генератора изображений AI. URL: https://ru.123rf.com/ai-image-generator/feed/взяточничество/ (дата обращения: 03.05.2025).

5. Резюк В.И., Шиенок В.П. Противодействие коррупции: учеб.-метод. пособие. Изд. 2-е, перераб. и доп. Саратов: Амирит, 2023. 276 с.

6. «Хищение бюджетных средств» из генератора изображений AI. URL: https://ru.123rf.com/ai-image-generator/feed/хищение_бюджетных_средств/ (дата обращения: 03.05.2025).

7. «Хищение бюджетных средств в Республике Беларусь» из генератора изображений AI. URL: https://ru.123rf.com/ai-image-generator/feed/хищение_бюджетных_средств_в_республике_беларусь/ (дата обращения: 03.05.2025).

8. Хищение бюджетных средств в Республике Беларусь. Нейросеть для генерации изображений. URL: https://app.fabula-ai.com/ (дата обращения: 21.02.2025).

9. Emeelizetnd. URL: https://ya.ru/search/?text=Emeelizetnd&lr=10887&search_source=yaru_desktop_common&search_domain=yaru (дата обращения: 03.05.2025).

10. Emeelizetnd. URL: https://www.google.com/search?q=Emeelizetnd&oq=Emeelizetnd&aqs=chrome..69i57j0l5.27629j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8 (дата обращения: 03.05.2025).

Статья поступила в редакцию 05.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Резюк В.И. – исследователь в области юридических наук, направление

подготовки 12.00.08 – Уголовное право и криминология; уголовно-исполнительное право БГУ (Республика Беларусь); старший преподаватель кафедры гуманитарных наук Института мировой медицины ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава РФ.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

КВАНТОВЫЙ ИНТЕРНЕТ: КОНЦЕПЦИЯ, ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ

Михаил Александрович Руденков[1]✉, Герхард Хоффманн[2]
[1, 2]РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия
[1]rudenkov.02@mail.ru✉, https://orcid.org/0009-0008-0506-2733
[2]gerdhoff@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-8911-620X

Аннотация. В статье исследуются основы и принципы работы квантового интернета, преимущества квантового интернета, включая безопасность передачи данных по протоколам квантового распределения ключей (QKD). Рассматриваются протоколы BB84 и E91, их роли в обеспечении защищённой связи. Проведен CHSH-тест для проверки безопасности каналов.

***Ключевые слова*:** квантовый интернет, кубит, квантовая запутанность, суперпозиция, квантовая криптография, квантовая телепортация, квантовые узлы, квантовые повторители, квантовые сети, безопасность передачи данных.

***Для цитирования*:** Руденков М.А., Хоффманн Г. Квантовый интернет: концепция, принципы работы // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 194-199.

Квантовый интернет представляет собой принципиально новый этап в развитии технологий и систем связи, основанный на физических законах квантовой механики. В отличие от традиционного интернета, передающего информацию в виде классических битов — нулей и единиц, квантовая сеть оперирует кубитами, которые могут находиться в состоянии суперпозиции, а также вступать в явление квантовой запутанности. Это даёт возможность не только значительно повысить уровень безопасности передачи данных, но и обеспечить принципиально иные механизмы распределения информации и вычислений.

Квантовый интернет - сеть, объединяющая квантовые компьютеры или квантовые узлы (дата-центры), которые способны выполнять вычисления, обмениваться и передавать информацию, зашифрованную в квантовых состояниях. Он не заменит привычный нам интернет - будет существовать параллельно, обеспечивая защиту данных и поддерживая распределённые квантовые вычисления. Ключевое применение квантового интернета - квантовая криптография - метод обмена ключами, гарантирующий абсолютную защиту от взлома за счёт невозможности копирования или перехвата квантовых состояний без их разрушения [1].

© Руденков М.А., Хоффманн Г., 2025

Фундаментом квантового интернета являются два ключевых явления: квантовая запутанность и суперпозиция.

Квантовая запутанность - феномен, при котором состояния двух или более частиц оказываются взаимосвязанными, даже если они разделены огромными расстояниями - явление, впервые описанное Эйнштейном, Подольским и Розеном в 1935 году. В контексте квантовых коммуникаций запутанность позволяет мгновенно передавать квантовые состояния между частицами без физического перемещения носителя, что лежит в основе квантовой телепортации [10]. Способность «перемещать» информацию на огромные расстояния имеет решающее значение для создания защищённых глобальных квантовых сетей, что также открывает пути для создания квантовых распределённых вычислений.

Суперпозиция - способность кубита находиться одновременно в нескольких состояниях до момента измерения. В отличие от классического бита, который может быть либо 0, либо 1, кубит существует в виде линейной комбинации этих состояний: $\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$, где коэффициенты α и β определяют вероятности обнаружения того или иного значения. Оно не только увеличивает информационную ёмкость квантовых систем, но и позволяет реализовать принципиально новые алгоритмы обработки данных, такие как алгоритм Шора для факторизации больших чисел [8]. Применение суперпозиции даёт возможность значительно ускорить решение многих сложных задач, включая оптимизацию, моделирование и анализ больших данных.

Классический интернет опирается на электромагнитные сигналы, передаваемые по оптоволокну или радиоканалам. Несмотря на высокую скорость современных сетей, они обладают фундаментальными ограничениями, связанными с безопасностью и вычислительной сложностью. Квантовый интернет преодолевает эти барьеры благодаря следующим особенностям:

1. Абсолютная защищённость передачи данных. В квантовых сетях любая попытка перехвата информации неизбежно изменяет состояние кубитов, что сразу обнаруживается легитимными пользователями. Данный принцип, известный как теорема о запрете клонирования, делает квантовую криптографию неуязвимой для традиционных методов взлома [7].
2. Высокая скорость обработки информации. Использование суперпозиции и квантового параллелизма позволяет одновременно анализировать множество состояний.
3. Глобальная синхронизация. Квантовая запутанность обеспечивает мгновенную корреляцию между удалёнными узлами сети, что может быть использовано для создания распределённых квантовых вычислений и синхронизации часов с беспрецедентной точностью.

Квантовый интернет использует передачу и обработку квантовой информации между удалёнными узлами, обеспечивая высокий уровень безопасности. Он работает на основе квантовых сетей, где данные передаются через фотоны или запутанные состояния, а гибридные системы сочетают квантовые

и классические технологии. Для устойчивой связи применяются квантовые каналы, повторители (усиливающие сигнал без измерения) и классические каналы, которые помогают синхронизировать узлы и поддерживать протоколы, включая квантовую телепортацию. Однако из-за потерь в каналах и внешних помех сохранить квантовые состояния сложно, что требует специальных решений.

Создание квантового интернета требует принципиально новых протоколов, обеспечивающих высокий уровень безопасности при передаче данных. В основе квантовой криптографии лежат протоколы квантового распределения ключей (QKD), обеспечивающие защищённую передачу криптографических ключей за счёт фундаментальных свойств квантовой механики. Наиболее широко исследованы и применяются два базовых протокола — BB84 и E91 [4].

Протокол BB84, предложенный Ч. Беннетом и Ж. Брассаром в 1984 году, основан на передаче одиночных фотонов, поляризованных в случайно выбранных базисах: прямом (горизонтальная/вертикальная поляризация) и диагональном (+45°/-45°). Отправитель (Алиса) случайным образом выбирает базис и состояние поляризации для каждого фотона. Получатель (Боб), в свою очередь, также случайно выбирает базис измерения. После передачи стороны обмениваются информацией о выбранных базисах, исключая результаты измерений, и формируют сырой ключ из совпавших измерений. Безопасность обеспечивается невозможностью клонирования квантовых состояний и обнаружением вмешательства через анализ ошибок. Даже частичная попытка перехвата приводит к возмущению системы и может быть выявлена статистическим методом [3,5].

Протокол E91 [6], разработанный А. Экертом в 1991 году, использует запутанные пары фотонов — ещё один ключевой феномен квантовой физики. Источник формирует пары запутанных фотонов и распределяет их между двумя сторонами. Алиса и Боб независимо выбирают базисы для измерений. После измерений они сверяют используемые базисы и, при совпадении или определённых корреляциях, формируют ключ. Преимущество E91 заключается в том, что безопасность здесь основана на нарушении неравенств Белла: любое вмешательство разрушает запутанность, и это может быть статистически зафиксировано.

В контексте квантового интернета BB84 подходит для установления защищённых соединений между ближайшими узлами сети. Его преимущество — относительная простота аппаратной реализации, поскольку он требует только источников одиночных фотонов и фотонных детекторов. Однако уязвимость к потерям в канале ограничивает возможную дальность связи.

Протокол E91, напротив, лучше адаптирован к построению распределённых сетей. За счёт использования запутанных состояний и возможности предварительного распределения запутанных пар между узлами он предоставляет гибкость в установлении защищённых соединений между произвольными точками. Сочетание этого протокола с квантовыми повторителями от-

крывает перспективы масштабирования до глобальных сетей. Одним из актуальных направлений становится разработка гибридных протоколов, совмещающих достоинства обоих подходов: например, BB84 может применяться на начальных этапах установления связи, а E91 — для масштабного распределения ключей.

E91 использует квантовую запутанность и нарушение неравенств Белла в качестве критерия безопасности.

Протокол Белла - метод проверки квантовой запутанности между двумя частицами. Он используется в квантовой криптографии и квантовых сетях для проверки безопасности связи [12].

Исследование: проверить квантовую безопасность канала связи, используя нарушение неравенств Белла (CHSH-тест) для обнаружения подслушивания [11, 12].

Суть протокола заключается в создании источником 1000 запутанных пар фотонов в состоянии:

$$|\Psi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\,01\rangle - |\,10\rangle)$$

Где один фотон направляется Алисе, а другой — Бобу. Измерения проводятся в случайных базисах, заранее согласованных между сторонами. Используются следующие углы:

$$\text{Алиса a} = 0°, \text{a}' = 45°$$

$$\text{Боб } b = 22.5°, b' = 67.5°$$

Для проверки безопасности вычисляется параметр CHSH [12]:

$$\text{S} = |\,\text{E(a, b)} - \text{E(a, b}') + \text{E(a}', \text{b}) + \text{E(a}', \text{b}')\,|$$

Если:

- S>2 - **запутанность подтверждена**, канал безопасен.
- S≤2 - **Ева вмешивалась** или есть шумы.

Расчеты:

1. $E(a, b) = E(0°, 22.5°) = -cos(2(0\text{^}\circ - 22.5\text{^}\circ)) = -cos(45\text{^}\circ) = -\sqrt{2}/2 \approx -0.7071 \approx -0.71$
2. $E(a, b') = E(0°, 67.5°) = -\cos\big(2(0° - 67.5°)\big) = -\cos(135°) = -\big(-\sqrt{2}/2\big) = \sqrt{2}/2 \approx 0.7071 \approx 0.71$
3. $E(a', b) = E(45°, 22.5°) = -\cos\big(2(45° - 22.5°)\big) = -\cos(45°) = -\sqrt{2}/2 \approx -0.7071 \approx -0.71$
4. $E(a', b') = E(45°, 67.5°) = = -\cos\big(2(45° - 67.5°)\big) = -\cos(-45°) = -\cos(45°) = -\sqrt{2}/2 \approx -0.7071 \approx -0.71$
5. $\text{S} = |\,\text{E(a, b)} - \text{E(a, b}') + \text{E(a}', \text{b}) + \text{E(a}', \text{b}')\,| = |\,-0.71 - 0.71 + (-0.71) + (-0.71)\,| = |\,-2.84\,| \sim 2.83$

$$\text{S} = 2.83$$

Такое значение подтверждает наличие запутанности и, соответственно, отсутствие вмешательства. Если же наблюдается снижение до $\text{S} = 1.9$, значит

произошел перехват ~20% фотонов. При этом вероятность того, что вмешательство останется незамеченным при n=1000, стремится к нулю:

$$P_{\text{ошибки}=(\frac{3}{4})^n \sim 10^{-23}}$$

Использование неравенств Белла, через CHSH-тест, обеспечивает строгий и физически обоснованный способ проверки квантовой безопасности. Протокол E91 обладает важным преимуществом - он обеспечивает прямое доказательство безопасности через фундаментальные квантовые принципы, в частности, через нарушение неравенств Белла. Однако его практическая реализация требует поддержания высококачественных запутанных состояний, что технически сложнее по сравнению с протоколом BB84.

Квантовый интернет — одно из наиболее перспективных направлений развития современной науки и технологий, обещающее радикально повысить уровень защищённости передачи информации

Практическая реализация квантового интернета уже демонстрируется в таких проектах, как китайская спутниковая сеть Micius, успешно осуществившая квантовую телепортацию на расстояние 1200 км [13], и европейская инициатива Quantum Internet Alliance [14], развивающая городские квантовые сети на базе оптоволокна. Данные достижения подтверждают реальность внедрения квантовых коммуникаций в ближайшем будущем.

Список источников

1. Pirandola S. et al. Advances in quantum teleportation // Nature Photonics. 2015;9:614-652.
2. Kaye Ph., Laflamme R., Mosca M. An Introduction to Quantum Computing. Oxford University Press, 2007. 287 p. ISBN 0-19-857000-7.
3. Nielsen M.A., Chang I.L. Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press, 2010. 704 p. ISBN 978-1-107-00217-3.
4. Van Assche G. Quantum Cryptography and Secret-Key Distillation. Cambridge University Press. 276 p. ISBN 978-0-521-86485-5.
5. Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием, Брянск, 4–6 июня 2024 года. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. 481 с. ISBN 978-5-907958-06-7. EDN FVBETG.
6. Kuzmenko A., Kondratenko S., Dergachev K., Spasennikov V. Ergonomic support for logo development based on deep learning // CEUR Workshop Proceedings: 30, Saint Petersburg, 22–25 сентября 2020 года. Saint Petersburg, 2020. EDN SAIXJG.
7. Pirandola S., Laurenza R., Ottaviani C., Banchi L. Fundamental Limits of repeaterless Quantum Communications // Nature Communications. 2017;8:15043.
8. Bennett C.H., Brassard G. Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing // Theoretical Computer Science. 2014;560:7-11.

9. Gisin N., Thew R.T. Quantum communication // Nature Communications. 2007;1(3).

10. Liao S.-K. et al. Satellite-to-ground quantum key distribution // Nature. 2017;549:43-47.

11. CHSH inequality // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/CHSH_inequality (дата обращения: 02.04.2025).

12. Ekert A.K. Quantum cryptography based on Bell's theorem // Physical Review Letters. 1991;67(6):661–663. DOI 10.1103/physrevlett.67.661.

13. Спутник квантовой связи Quantum Science Satellite (QSS), QUESS – Micius. URL: https://vpk.name/library/f/micius.html?utm_source (дата обращения: 02.04.2025).

14. Quantum Internet Alliance (QIA). URL: https://quantuminternetalliance.org/?utm_source (дата обращения: 02.04.2025).

Статья поступила в редакцию 14.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Руденков М.А. - студент кафедры «Безопасность информационных технологий», направление подготовки 10.05.04 – Информационно-аналитические системы безопасности РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина.

Хоффманн Г. - студент кафедры «Безопасность информационных технологий», направление подготовки 10.05.04 – Информационно-аналитические системы безопасности РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина.

Вклад авторов

Руденков М.А. - идея, сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (50%).

Хоффманн Г. - сбор материала, обработка материала, частичное написание статьи (50%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ЭРГОНОМИКА ЦИФРОВЫХ РАБОЧИХ ПРОСТРАНСТВ: КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ

Сергей Федорович Сергеев[1]✉, Дана Андрюса Жураускас[2]
[1, 2]Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия
[1]s.f.sergeev@spbu.ru✉, http://orcid.org/0000-0002-6677-8320
[2]danochkastark@ya.ru, http://orcid.org/0009-0001-8376-3075

Аннотация. Рассматриваются эргономические аспекты проектирования и особенности цифровых рабочих пространств. Вводятся основные понятия и определения, проведен анализ актуальных проблем эргономики цифровых рабочих пространств. Разработаны научно обоснованные подходы и принципы к их оптимизации в условиях цифровой трансформации экономики. Рассмотрены основные технологии и классы цифровых рабочих пространств использующие технологии дистанционного взаимодействия.

***Ключевые слова*:** цифровые рабочие пространства, эргономика, информационные технологии, дистанционное взаимодействие.

***Для цитирования*:** Сергеев С.Ф., Жураускас Д.А. Эргономика цифровых рабочих пространств // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 200-207.

Интенсивное развитие компьютерных технологий и расширение круга пользователей технологиями ИИ повышают актуальность исследований в области эргономики цифровых рабочих пространств. Как научно-практическая дисциплина, эргономика изучает взаимодействие человека с элементами рабочей среды и средствами управления техникой, включая оборудование и условия труда, с целью повышения эффективности и безопасности трудовой деятельности [1]. Особый класс взаимодействий в эргономике представляют цифровые взаимодействия в рамках компьютеризированных (цифровых) рабочих мест. Оператор в них работает одновременно в физической среде пользовательского интерфейса и в виртуальном мире, генерируемом в виртуальной компоненте интерфейса. Реализуется иммерсивная рабочая среда [2, 3] погружающая пользователя в искусственный виртуальный мир, в котором и проходит деятельность пользователя.

В современной трудовой практике можно выделить категорию цифровых рабочих мест, включающих цифровое пространство, представляющее собой виртуальную среду для взаимодействия работника с социальными сетями и облачными сервисами и системы пользовательского интерфейса. Цифровое

© Сергеев С.Ф., Жураускас Д.А., 2025

рабочее место – это профессиональная среда пользователя, оснащенная специализированными инструментами, в том числе программными средствами, обеспечивающими коммуникацию и

управление процессом решения профессиональных задач. Цифровизированное рабочее место предполагает дополнение традиционного физического рабочего места цифровыми технологиями, компьютерами и специализированным программным обеспечением. Это расширение понятия автоматизированного рабочего места, которое характеризуется использованием технологий, частично или полностью заменяющих человеческий труд, включая роботизированные системы и автоматизацию рутинных операций. Различия между этими концепциями заключаются в степени интеграции технологий и их привязке к физическому рабочему месту.

Эргономика цифровых рабочих пространств решает комплекс задач, направленных на оптимизацию взаимодействия пользователей с компьютерными технологиями. Ключевые практические аспекты дисциплины включают проектирование интуитивно понятных пользовательских интерфейсов, минимизацию физической и когнитивной нагрузки, а также поддержание социальной связанности в условиях виртуальной поддержки и сотрудничества.

Однако переход на цифровые форматы работы сопровождается рядом проблем. Среди физических и медицинских аспектов отмечаются последствия не эргономичной организации рабочего места, приводящие к мышечно-скелетным нарушениям и заболеваниям. Психологические вопросы включают борьбу с профессиональной изоляцией и информационной перегрузкой [4]. В этой связи особую важность приобретают базовые требования к современным цифровым рабочим пространствам: обеспечение физического комфорта, снижение умственного напряжения и адаптация интерфейсов к особенностям человеческого восприятия.

Настоящее исследование посвящено ключевым аспектам эргономики цифровых рабочих пространств и разработке научно обоснованных подходов к их оптимизации в условиях цифровой трансформации общества.

1. Эргономика цифровых рабочих пространств

Цифровое рабочее пространство, будучи интегральным элементом современной рабочей среды, охватывает широкий спектр факторов, которые способствуют эффективности и удобству пользователей. Для полноценного анализа и оптимизации таких пространств необходимо учитывать две основные компоненты: физическую эргономику рабочего места и субъективное восприятие виртуального рабочего цифрового пространства.

Физическая эргономика рабочего места охватывает все элементы, связанные с физическим взаимодействием пользователя с его рабочей средой. Включает в себя эргономичное расположение оборудования, мониторов, клавиатур, манипуляторов и других устройств ввода, которые должны быть размещены таким образом, чтобы минимизировать физическое напряжение на различные части тела пользователя. Кроме того, важны параметры освещения, уровень шума и температура в рабочей зоне, которые должны соответствовать

установленным стандартам безопасности и комфорта, чтобы предотвратить возможные здоровьесберегающие проблемы, такие как зрительное утомление, стресс, боли в спине и другие виды дискомфорта [5].

Субъективная компонента цифрового рабочего пространства касается восприятия оператором его работы в данной среде как удобной, эффективной и поддерживающей. Этот аспект включает в себя оценку интерфейсов, пользовательского дизайна, а также доступность и функциональность необходимых инструментов и ресурсов. Эффективность субъективной компоненты деятельности пользователя также определяется способностью системы адаптироваться к меняющимся условиям работы и индивидуальным предпочтениям и состояниям пользователя. Включает в себя гибкость в настройках интерфейса, интуитивность использования и доступность технической поддержки. Важным фактором является создание у пользователя состояния психологического комфорта и безопасности, что способствует повышению мотивации, вовлеченности и общей удовлетворенности рабочим процессом [6].

Анализ и интеграция физической и субъективной компонент цифрового рабочего пространства требуют систематического подхода к дизайну и его непрерывного улучшения, чтобы обеспечить не только соответствие современным требованиям к эргономике, но и создать оптимальные условия для максимальной продуктивности и комфорта пользователей.

1.1. Виртуальные рабочие места

Виртуальные рабочие места (ВРМ) представляют собой инновационные технологические решения, целью которых является создание комфортной среды для осуществления трудовой деятельности в виртуальном пространстве, не ограниченном географическими или временными рамками [7]. Это рабочие платформы, разработанные на базе облачных технологий и специализированных программных решений. Они обеспечивают сотрудникам доступ к корпоративным ресурсам, инструментам и приложениям из любой точки мира и с использованием различных цифровых устройств, включая персональные компьютеры, ноутбуки, планшеты и мобильные телефоны.

Основными преимуществами ВРМ являются увеличение гибкости и мобильности трудовых процессов, повышение производительности и эффективности работы, а также улучшение баланса между профессиональной и личной жизнью сотрудников. Благодаря возможности работать удаленно, сотрудники могут выбирать оптимальное время и место для осуществления своих трудовых обязанностей, что способствует улучшению их работоспособности и удовлетворенности от работы.

Тем не менее, внедрение ВРМ также сопряжено с рядом вызовов и проблем, среди которых наиболее значимыми являются вопросы безопасности информации, эффективного управления удаленными командами, а также поддержания эффективной коммуникации и сотрудничества в виртуальной среде. Для решения этих проблем необходимо разработать комплексные стратегии и методы, включающие в себя обеспечение высокого уровня защиты данных, использование специализированных инструментов для управления проектами

и командами, а также организацию регулярных онлайн-встреч и обучающих сессий.

Виртуальные рабочие места представляют собой важный элемент современных производственных и бизнес-инфраструктур, который позволяет компаниям адаптироваться к изменяющимся условиям рынка, повышать эффективность своей деятельности и обеспечивать высокий уровень комфорта и удовлетворенности у своих сотрудников. Они становятся неотъемлемой частью стратегии развития современного предприятия и способствуют его конкурентоспособности и успеху.

1.2. Облачные платформы для совместной работы

Облачные платформы для совместной работы представляют собой высокоэффективные онлайн-сервисы, разработанные для обеспечения коллаборации и сотрудничества между членами команды, работающими удаленно или находящимися географически в разных местах. Эти платформы предоставляют обширный набор инструментов, включая средства коммуникации, совместной работы над документами, управления проектами и задачами, а также интеграцию с другими бизнес-приложениями и сервисами [8]. В настоящее время основными поставщиками облачной инфраструктуры считаются Amazon, Google и Microsoft. У каждой из компаний имеется целая линейка предоставляемых услуг. Перечислим некоторые из наиболее распространенных и востребованных в настоящее время облачных платформ для совместной работы:

1. *Microsoft Teams* — это полноценная платформа для командной работы, включающая в себя чаты, видеоконференции, облачное хранилище файлов, интеграцию с приложениями Microsoft Office и другими сервисами. Она обеспечивает широкие возможности для совместной работы над документами, обсуждения проектов и синхронизации задач [9].
2. *Slack* — это инновационная облачная платформа, основанная на чатах, которая предоставляет командам множество инструментов для организации коммуникации и совместной работы. В Slack можно создавать каналы для обсуждения проектов, обмениваться файлами, интегрировать сторонние приложения и автоматизировать рабочие процессы [10].
3. *Asana* — это мощный инструмент для управления проектами, предоставляющий возможность создания задач, назначения ответственных, установки сроков и отслеживания прогресса выполнения работ. Платформа обеспечивает прозрачность и эффективность в управлении проектами, а также позволяет сотрудникам совместно работать над общими задачами [11].
4. *Google Workspace* предоставляет широкий спектр инструментов для совместной работы, включая электронную почту Gmail, документы, таблицы, презентации, календарь и многое другое. Пользователи могут совместно работать над документами в реальном времени, обмениваться комментариями и идеями, что значительно увеличивает эффективность рабочих процессов [12].

5. Платформа *Zoom* предоставляет возможность проведения видеоконференций и онлайн-встреч с участием большого числа участников. Она позволяет организовывать рабочие совещания, обсуждать важные вопросы и принимать решения в режиме реального времени, что способствует улучшению коммуникации и сотрудничества в рамках команды или организации [13].

Данные облачные платформы представляют собой инновационные решения, ориентированные на повышение производительности, эффективности и коммуникации в организации, и широко используются компаниями различного масштаба и профиля деятельности.

1.3. Системы управления проектами

Системы Управления Проектами (СУП) представляют собой комплексные программные решения, разработанные для систематизации, планирования, организации и контроля всех аспектов и стадий выполнения проектов. Они играют ключевую роль в эффективной организации, обеспечивая управление ресурсами, временем, задачами и бюджетом проекта. Основные функциональные возможности СУП включают в себя планирование и структурирование проекта, управление ресурсами, установление сроков и контроль над временем, отчетность и аналитика, а также возможность коллаборации и коммуникации внутри проектной группы.

Примеры популярных СУП включают в себя *Agile, Scrum, Lean, Microsoft Project, Trello, Jira, Kanban* и *Monday.com*. [14]. Эти инновационные инструменты способны существенно повысить эффективность и результативность реализации проектов в организациях любого масштаба и профиля деятельности, обеспечивая управление всеми аспектами проектной деятельности единым и интегрированным способом. Проектирование сложных сетевых систем координации и управления представляет собой сложную проблему координации деятельности человека в эрготехнической среде, что требует перехода к методологии постнеклассической эргономики учитывающей процессы самоорганизации в процессах производственной коммуникации и содействия [15]. Возникают симбиотические формы организации взаимодействия пользователя с содержанием и элементами рабочей среды [16].

1.4. Эргономические аспекты дистанционного обучения и работы

Дистанционное обучение и работа становятся все более распространенными в современном обществе, и эргономика цифровых рабочих пространств приобретает в данном контексте особое значение [17].

Организация рабочего места играет центральную роль в эргономике цифровых рабочих пространств при дистанционном обучении и работе специфика которых связана с различными рабочими местами и социальными условиями деятельности у всех участников коммуникации. Данная проблема ведет к нарушениям коммуникации и снижению эффективности дистанционной деятельности. Однако и здесь необходимо выполнение базовых требований эргономики: правильную расстановку монитора, клавиатуры и мыши, обеспечение оптимального освещения и выбор правильной мебели.

Управление временем и перерывами также является важным аспектом

эргономики дистанционных цифровых рабочих пространств. Длительное пребывание перед экраном может привести к усталости глаз и мышц, а также к снижению концентрации и производительности. Планомерные перерывы, а также выполнение специальных упражнений для глаз и тела помогают снять напряжение и восстановить энергию.

Помимо физических аспектов, эргономика цифровых рабочих пространств также обращает внимание на психологические аспекты дистанционного обучения и работы. Отсутствие прямого контакта с коллегами или учителями, а также ощущение изоляции, могут негативно сказаться на психическом состоянии человека. Поэтому важно создать условия для социального взаимодействия, например, через проведение онлайн-встреч, обсуждения в групповых чатах или организацию виртуальных кофе-брейков.

2. Выводы и рекомендации

Анализ эргономических проблем, характерных для цифровых рабочих пространств, учитывая их влияние на эффективность работы и обучения позволяет сделать следующие выводы и рекомендации.

Необходимо уделить особое внимание организации рабочего места с учетом принципов эргономики, включая оптимизацию физического рабочего места (расположения монитора, выбор комфортного и поддерживающего кресла, обеспечение правильного освещения рабочей зоны) и виртуальной рабочей среды, в которой осуществляется когнитивная и исполнительская деятельность пользователя.

Четкое определение требований промсанитарии, временных рамок работы и отдыха критически важно для предотвращения переутомления и сохранения психоэмоционального здоровья пользователя. Рекомендуется строго придерживаться установленного графика работы и отдыха. Для предотвращения чувства изоляции и одиночества важно поддерживать внешнюю активную коммуникацию и социальное взаимодействие с коллегами. Этого можно достичь через регулярные видеоконференции, общение в онлайн-чатах и участие в виртуальных мероприятиях. Для предотвращения проблем с техникой и программным обеспечением необходимо регулярно обновлять и обслуживать компьютерное оборудование, а также иметь запасные варианты подключения к сети интернет. Следует уделять особое внимание защите конфиденциальной информации путем использования надежных методов шифрования данных и установки современных систем защиты информации. Рекомендуется разрабатывать интерфейсы программного обеспечения и веб-платформ, которые учитывают разнообразие потребностей пользователей, включая людей с ограниченными возможностями.

Предоставление качественного обучающего контента и оперативной технической поддержки способствует успешной адаптации к цифровой среде и повышает уровень производительности. Для улучшения коммуникации рекомендуется использовать средства связи с высоким качеством звука и изображения, а также проводить регулярные тренинги по эффективному виртуальному общению. Важно регулярно проводить физические упражнения, делать

перерывы на растяжку и следить за правильной осанкой для предотвращения развития физических проблем, связанных с длительным пребыванием в цифровом рабочем пространстве.

Учитывая рассмотренные выше рекомендации и принципы организации деятельности в цифровых рабочих пространствах можно эффективно решать проблемы, связанные с работой и обучением в виртуальных обучающих и профессиональных средах, обеспечить комфортное и продуктивное взаимодействие человека с цифровой средой.

Список источников

1. Сергеев С.Ф. Введение в когнитивную эргономику и инженерную психологию: учебное пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. 256 с.

2. Сергеев С.Ф. Эргономика иммерсивных сред: методология, теория, практика: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора психологических наук / С.-Петерб. гос. ун-т. Санкт-Петербург, 2010.

3. Сергеев С.Ф. Методология проектирования тренажеров с иммерсивными обучающими средами // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2011. № 1 (71). С. 109-114.

4.Белова О.Л., Панин В.И., Рудченко П.В. и др. Организация рабочего места для удаленной работы в современных условиях // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2023. № 4 (66). С. 80-84. DOI 10.12737/2305 7807 2023 12 3 80 84.

5. ГОСТ 12.2.032–78. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. Введ. 1979–01–01. Москва, 1978. 7 с.

6. Сергеев С.Ф. Юзабилити-тестирование интерфейсов информационных систем в гуманитарных науках и искусстве: учебное пособие. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2012. 86 с.

7. Никитенко М.С., Кизилов С.А., Игнатова А.Ю. и др. Виртуализация рабочего места оператора и решение текущих задач её интерфейсной реализации // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2020. № 6. С. 232–235.

8. Батура Т.В., Мурзин Ф.А., Семич Д.Ф. Облачные технологии: основные понятия, задачи и тенденции развития // Программные продукты, системы и алгоритмы. 2014. № 1. С.1–22.

9. Microsoft (2018) Welcome to Microsoft Teams [online] Available at. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/microsoftteams/teams-overview [Accessed 15 March 2019].

10. Johnson H.A. Slack. J Med Libr Assoc. 2018 Jan;106(1):148–51. DOI 10.5195/jmla.2018.315.

11. Официальный сайт Asana. URL: https://asana.com/.

12. Santos W.L., Ferrete A.A.S.S., Vasconcelos A.D. O Google Workspace

for Education no ensino remoto emergencial em Jeremoabo-BA. *Revista Tempos E Espaços Em Educação*. 2024;*17*(36):e19633. DOI 10.20952/revtee.v17i36.19633.

13. Turk V. Zoom took over the world. This is what will happen next. 2020. Wired. URL: https://www.wired.co.uk/article/future-of-zoom.

14. Кущенко А.О., Любина О.Н., Филатов В.В. Сравнительный анализ современных методов управления проектами промышленного предприятия // Коммерция и сервис: проблемы и перспективы развития: сборник материалов по итогам Всероссийского конкурса на лучшую научно-исследовательскую работу студентов. М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2021. С. 123–130.

15. Сергеев С.Ф. Инженерно-психологическое проектирование сложных эрготехнических сред: методология и технологии // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики / под ред. В.А. Бодрова, А.Л. Журавлева. М.: Институт психологии РАН, 2009. Вып. 1. С. 429–449.

16. Сергеев С.Ф. Интеллектные симбионты организованных техногенных средств управления подвижными объектами // Мехатроника, автоматизация, управление. 2013. № 9. С. 30–36.

17. Сергеев С.Ф. Дистанционное обучение: pro et contra // Школьные технологии. 2021. № 1. С. 8–13.

Статья поступила в редакцию 14.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Сергеев С.Ф. – д.пс.н., профессор кафедры «Информационные системы в искусстве и гуманитарных науках» Санкт-Петербургского государственного университета.

Жураускас Д.А. – бакалавр факультета искусств Санкт-Петербургского государственного университета.

Вклад авторов: равный.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 519: 001.891

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЗАДАЧАХ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА В ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Мария Игоревна Застенская [1]✉, Сергей Федорович Сергеев [2]
Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия
[1] mzastenskaya@mail.ru✉, http://orcid.org/0009-0004-8360-819
[2]s.f.sergeev@spbu.ru, http://orcid.org/0000-0002-6677-8320

Аннотация. Распознавание рукописных символов (HCR) приобретает особое значение в условиях цифровизации и интенсивного развития эргатических систем. Рассматриваются современные подходы к HCR, включая предварительную обработку изображений, сегментацию, извлечение признаков и классификацию. Особое внимание уделено методам глубокого обучения, сверточным (CNN), рекуррентным (RNN, LSTM) и капсульным нейронным сетям, а также гибридным моделям с использованием GMM-HMM. Показаны различия содержания понятий «опознание» и «распознание» в контексте человеческого и машинного восприятия текста. Отдельный раздел посвящен постобработке и использованию языковых моделей для повышения точности распознавания. В рамках человеко-ориентированного подхода к разработке OCR-систем, рассматриваются стратегии повышения надежности HCR-систем, включая выбор эффективных признаков, структурный анализ, использование ансамблей моделей и методов коррекции ошибок.

Ключевые слова: распознавание рукописного текста, оптическое распознавание символов (OCR), глубокое обучение, сверточные нейронные сети (CNN), предварительная обработка изображений, сегментация символов, языковое моделирование, структурный анализ текста.

Для цитирования: Застенская М.И., Сергеев С.Ф. Искусственный интеллект в задачах оптического распознавания рукописного текста в эргатических системах // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 208-215.

Введение

В условиях стремительного развития информационных технологий и повсеместной цифровизации человеко-машинных систем возрастает значимость точного распознавания и обработки рукописного текста. Распознавание рукописного текста (HTR) как подраздел оптического распознавания символов

© Застенская М.И., Сергеев С.Ф., 2025

(OCR), фокусируется на преобразовании рукописного контента в машиночитаемый текст, что находит применение в различных сферах человеческой деятельности, в том числе в составе эргатических и социотехнических систем [1], включая обработку рукописных текстов, порождаемых действующими в них акторами.

Традиционные методы распознавания текста основаны на ручном выделении признаков, что требует значительных усилий и часто оказывалось неэффективным при работе с вариациями почерка, шрифтов и зашумленными сканами. В последнее десятилетие созданы инструменты для автоматического анализа и преобразования рукописных и печатных документов в электронный формат на базе технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (ML). В работах ряда авторов (Memon J., Sami M., Khan R.A., Uddin и др.) [2–4], в указанном направлении проведен обширный и систематизированный обзор литературы. Показано, что для повышения точности систем оптического распознавания символов (OCR) возможно применение методов ML и обработки изображений с использованием сверточных нейронных сетей (CNN), рекуррентных нейронных сетей (RNN), а также сетей долгой краткосрочной памяти (LSTM) [5–7].

В данной работе мы фокусируемся на представлении о распознавании текста как части человеко-ориентированного процесса, в котором образы символов связываются с осмысленным контентом, а взаимодействие пользователя с системой – с его задачами, опытом и ожиданиями. Такой взгляд позволяет переосмыслить критерии эффективности OCR-систем. Например, не всегда максимальная точность распознавания обеспечивает наилучший результат в реальных условиях использования.

В контексте обработки текста необходимо различать два ключевых процесса – опознание и распознание. Опознание представляет собой когнитивный процесс сличения образа с эталонами, сохраненными в памяти, что позволяет идентифицировать знакомые объекты или символы [8]. Машинное же опознание включает алгоритмическую обработку и анализ визуальных данных для их сопоставления с заранее обученными моделями. Термин «распознание» чаще используется в технических и когнитивных областях для описания процессов анализа, синтеза и классификации входной информации, он не охватывает непосредственно ее идентификацию. Это различие между опознанием и распознанием важно учитывать при разработке систем для автоматической обработки текста, таких как распознавание рукописных символов.

Распознавание рукописных символов (HCR) может быть реализовано в онлайн и офлайн формах. Онлайн-режим преобразует движения пера (штрихи) цифровой ручки в список координат, тогда как офлайн-режим использует символ в виде отсканированного изображения. Наиболее сложным аспектом HCR является учет разнообразия почерков разных людей [9]. В течение длительного времени для офлайн-HCR применялись традиционные методы машинного

обучения [10]. Офлайн-HCR сначала обучается на наборе символов (отсканированных изображений), а затем получает на вход новое изображение символа. Система должна суметь правильно его распознать [11].

Этапы обработки и распознавания символов в системах HCR

Реализация методов машинного обучения, используемых в HCR, осуществляется поэтапно с выделением этапов предварительной обработки, сегментации, извлечения признаков и классификации.

Предварительная обработка является начальным этапом подготовки изображения символа к дальнейшему анализу. Включает операции бинаризация (разделения пикселей на принадлежащие символу и оставшиеся) и скелетизация (утоньшения бинарного представления) [12]. После отделения объектов переднего плана (что является частью предварительной обработки), приступают к сегментации текстовой области [13].

На этапе сегментации текст делят на более мелкие единицы, строки, слова или символы. В работе Болотова Ю.А., Спицына В.Г., Осиной П.М. рассматриваются различные подходы к сегментации, включая методы, ограничивающиеся выделением строк без последующей детальной сегментации на слова и символы до этапа распознавания. В случае неудовлетворительных результатов распознавания предполагается возможность возврата к этапу сегментации [13].

Извлечение признаков происходит на основе обработанного изображения. Одним из базовых методов является преобразование расстояний (Distance Transform, DT), при котором каждому белому пикселю присваивается значение расстояния до ближайшего черного пикселя. Несмотря на простоту, данный подход страдает от неполного кодирования информации о форме, что ограничивает его дискриминационные возможности [14]. Для преодоления этого ограничения предложено направленное распределение расстояний (Directed Distance Distribution, DDD). Этот метод учитывает расстояния в восьми направлениях для каждого пикселя – как белого, так и черного. Таким образом, достигается более полное представление глобальной формы символов. DDD позволяет учитывать контекст пикселя в пределах его локального направления, что особенно важно для сложных шрифтов и рукописного текста. Применение мозаичного разбиение карты к признакам DDD или DT, позволяет повысить их дискриминационную способность.

Также используются градиентные признаки, такие как AGD (Average Gradient Distribution) и CGD (Contour-based Gradient Distribution). AGD анализирует распределение градиентов по всей области изображения, в то время как CGD фокусируется на области, прилегающей к границам символов. Последний метод основан на бинаризации карты градиентных величин с использованием среднего значения в качестве порога, что позволяет локализовать важные контурные элементы символов. CGD во многом соответствует подходу, предложенному Srikantan G., Lam S.W., Srihari S.N. [15], и демонстрирует повышенную чувствительность к локальным изгибам.

Альтернативой пиксельным признакам являются структурные модели, в которых символы представляются не в виде векторов признаков, а как графы, состоящие из ключевых точек и связывающих их геометрических примитивов [12]. Такие представления сохраняют топологическую и геометрическую структуру символов и особенно полезны в условиях искажений и вариативности начертания.

Центральным этапом структурного анализа является скелетизация, для которой применяются алгоритмы Зонга-Суня и Ву-Цая [12]. Последовательное использование этих алгоритмов позволяет избежать потери топологической информации и неоднозначности в интерпретации скелета.

Классификация участков бинарного изображения выполняется с использованием шаблонов расположения соседних пикселей, сгруппированных в α-, β- и γ-классы [13]. Эти группы позволяют надежно выявлять ключевые точки, изгибы и пересечения, являющиеся опорными точками для построения графовой модели символа.

Связи между ключевыми точками формируются через составные ребра, определяемые модифицированным алгоритмом Ли, что обеспечивает корректное восстановление внутренней структуры символа [12]. Использование механизма классификации (искусственных нейронных сетей или классификаторов) является одним из подходов к решению задачи распознавания.

Использование нейронных сетей в задачах распознавания текста

После предварительной обработки изображение чаще всего подается на вход нейронной сети для распознавания. Современные методы оптического распознавания символов (OCR) активно опираются на разнообразные архитектуры нейронных сетей. Сверточные нейронные сети (CNN) применяются как основной механизм выделения признаков и классификации символов, таких как буквы и цифры [16].

Для работы с последовательными данными, в частности с рукописным текстом, часто используются рекуррентные нейронные сети (RNN), включая модификации с долговременно-кратковременной памятью (LSTM) и с минимизированным числом параметров (GRU). Такие архитектуры обеспечивают сохранение и передачу информации о предыдущих символах, что важно при декодировании длинных текстов [17].

Относительно новым решением является использование капсульных сетей, которые привлекают внимание за счет своей способности моделировать пространственные отношения между признаками. Одной из характерных особенностей таких сетей является функция squash, нормализующая выходные значения [Alqaralleh]. Помимо них, глубокие нейронные сети (DNN) обучаются с применением метода обратного распространения ошибки (BP), часто после предварительного без учителя или дискриминативного обучения [7].

В ряде систем реализуется гибридный подход, совмещающий нейросетевые методы и статистические модели, такие как Гауссовы смешанные мо-

дели в связке со скрытыми марковскими моделями (GMM-HMM). Такие системы обучаются на символьных классах, а порядок состояний при распознавании определяется с помощью алгоритма Витерби [18].

Постобработка результатов и языковое моделирование

Качественное распознавание текста невозможно без этапа постобработки, в особенности при работе с результатами OCR. Языковые модели широко используются для автоматической коррекции ошибок, возникающих на этапе первичного распознавания [19]. Применяется комбинированная функция оценки, учитывающая вероятность появления слова в языке и вероятность конкретной ошибки распознавания, причём в качестве вспомогательного инструмента могут использоваться тематические модели, такие как Latent Dirichlet Allocation.

Лингвистические признаки, включая соответствие словарю, частотность, биграммные сочетания и наличие неалфавитных элементов, служат индикаторами возможных ошибок. Их анализ в совокупности с метриками, такими как расстояние Левенштейна или наибольшая общая подпоследовательность (LCS), позволяет отбирать кандидатов на исправление.

Интерес также представляет стратегия комбинирования декодеров. Использование одновременно декодера на основе CTC (Connectionist Temporal Classification) и механизма внимания, совместно с языковой моделью, позволяет повысить итоговое качество распознавания текста [20].

Факторы, влияющие на качество распознавания, и стратегии повышения точности

Один из ключевых факторов, определяющих успех OCR, – качество входных данных. Исследования показывают, что для надежного распознавания требуется обеспечить точность оцифрованных документов, превышающую 80–90% [21]. Важную роль имеет предварительная обработка изображений. К ней относятся нормализация размера, медианная фильтрация, скелетизация и устранение плоских окончаний, что способствует улучшению извлечения символов из фонового контекста [12].

Значительное внимание уделяется сегментации и анализу структуры документа, включая определение текстовых блоков, таблиц и изображений, а также корректировку наклона строк. Для этих целей предлагаются алгоритмы, основанные, например, на диаграммах Вороного, показывающие высокую точность в сравнении с другими методами [13].

Еще одной стратегией повышения надежности распознавания является применение ансамблей моделей. Подход с множественными классификаторами позволяет учитывать выводы независимых «экспертов», а итоговое решение принимается с учётом уровня уверенности, либо при наличии согласованности между ними [22].

Выбор признаков также существенно влияет на результат. Согласно экспериментальным данным, использование признаков DDD, плиточного представления и изображений в оттенках серого позволяет добиться лучшей производительности по сравнению с бинарными изображениями [14].

Выводы

Представленный анализ литературных источников демонстрирует комплексность задачи OCR, требующую интеграции различных методов: эффективного выделения признаков, применения современных архитектур нейронных сетей (CNN, RNN, LSTM, Attention), тщательной предварительной и постобработки, а также использования языковых моделей для улучшения точности. Прогресс в области достигается за счет разработки более информативных признаков (DDD), оптимизации алгоритмов (скелетизация, сегментация), использования мощных глубоких нейронных сетей и комбинации различных моделей. Качество входных данных и адекватная предварительная обработка играют критическую роль в достижении высокой точности распознавания, особенно для рукописного текста с его высокой вариативностью.

Список источников

1. Сергеев С.Ф. Введение в когнитивную эргономику и инженерную психологию: учебное пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. 256 с. ISBN 978-5-9729-2005-1.

2. Memon J., Sami M., Khan R.A., Uddin M. Handwritten Optical Character Recognition (OCR): A Comprehensive Systematic Literature Review (SLR) // IEEE Access. 2020:142642–142668.

3. Awel M.A., Abidi A.I. Review on Optical Character Recognition // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). 2019.

4. Singh S. Optical Character Recognition Techniques: A Survey // Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences. 2013.

5. Messina R., Louradour J. Segmentation-free handwritten Chinese text recognition with LSTM-RNN // Proc. of the 13th Int. Conf. on Document Analysis and Recognition (ICDAR). 2015:171–175.

6. Ptucha R., Petroski Such F., Pillai S., Brockler F., Singh V., Hutkowski P. Intelligent character recognition using fully convolutional neural networks // Pattern Recognition. 2019. P. 604–613.

7. Dessai B., Patil A. A Deep Learning Approach for Optical Character Recognition of Handwritten Devanagari Script // Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICICT). 2019.

8. Зинченко Т.П. Опознание и кодирование. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981. 184 с.

9. Kannan R. J., Prabhakar R., Suresh R. M. Off-line cursive handwritten Tamil character recognition // Proc. 2008 Int. Conf. on Security Technology, Sanya, China. 2008:159–164.

10. El-Sawy A., Loey M., El-Bakry H. Arabic handwritten characters recognition using convolutional neural network // WSEAS Transactions on Computers. 2017;5:11–19.

11. Zhang X.Y., Bengio Y., Liu C. L. Online and offline handwritten Chinese character recognition: A comprehensive study and new benchmark // Pattern Recognition. 2017;61:348–360.

12. Хаустов П.А. Алгоритмы распознавания рукописных символов на основе построения структурных моделей // Компьютерная оптика. 2017. Т. 41, № 1. С. 67–78. DOI 10.18287/2412-6179-2017-41-1-67-78.

13. Болотова Ю.А., Спицын В.Г., Осина П.М. Обзор алгоритмов детектирования текстовых областей на изображениях и видеозаписях // Компьютерная оптика. 2017. Т. 41, № 3. С. 441–445.

14. Oh I.-S., Suen C. Y. Distance features for neural network-based recognition of handwritten characters // Pattern Recognition. 1998;32(1):71–88.

15. Srikantan G., Lam S. W., Srihari S. N. Gradient-based contour encoding for character recognition // Pattern Recognition. 1996;29(7):1147–1160.

16. Glick J., Miller K. Recognizing Handwritten Characters // Insect Classification with Hierarchical Deep Convolutional Neural Networks. Convolutional Neural Networks for Visual Recognition (CS231N), Stanford University.

17. Li R. A review of neural networks in handwritten character recognition // Proc. of the 6th Int. Conf. on Computing and Data Science. 2024. P. 169–174. DOI 10.54254/2755-2721/92/20241736.

18. Alqaralleh B. A. Y., Aldhaban F., A-Matarneh F. M., AIQaralleh E.A. Automated handwriting recognition and speech synthesizer for indigenous language processing // Computers, Materials & Continua. 2022;72(2):3943–3966. DOI 10.32604/cmc.2022.026531.

19. Nguyen T. T. H., Jatowt A., Coustaty M., Doucet A. Survey of Post-OCR Processing Approaches // ACM Computing Surveys. 2021;54(6):124. 37 p. DOI 10.1145/3453476.

20. Анисимович К.В., Журавлев А.А. Оптическое распознавание символов посредством комбинации моделей нейронных сетей: патент RU 2768211 C1 / ООО «Аби Продакшн». 2022. Бюл. № 9. 32 с.

21. Van Strien D., Beelen K., Coll Ardanuy M., McGillivray B., Hosseini K., Colavizza G. Assessing the Impact of OCR Quality on Downstream NLP Tasks. arXiv preprint. 2021. DOI 10.48550/arXiv.2103.12295.

22. Rahman A. F. R., Fairhurst M. C. Multiple classifier decision combination strategies for character recognition: A review // International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR). 2003;5(4):166–194. DOI 10.1007/s10032-002-0090-8.

Статья поступила в редакцию 14.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Застенская М.И. – бакалавр факультета искусств Санкт-Петербургского государственного университета.

Сергеев С.Ф. – д.пс.н., профессор кафедры «Информационные системы в искусстве и гуманитарных науках» Санкт-Петербургского государственного университета.

Вклад авторов: равный.

Конфликт интересов отсутствует.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ЭМПАТИЯ В ДИЗАЙНЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ СИСТЕМ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

Сергей Федорович Сергеев[1]✉, Анастасия Игоревна Кирпичева[2]
[1, 2]Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия
[1]s.f.sergeev@spbu.ru✉, http://orcid.org/0000-0002-6677-8320
[2]kirpicheva.anastasia@gmail.com, http://orcid.org/009-0002-9019-3768

Аннотация. Показана роль эмпатии в UX-дизайне пользовательских интерфейсов сложных систем с искусственным интеллектом. Подчеркивается, что учет эмпатии возникающей в пользователе позволяет дизайнерам глубже понимать потребности и эмоции пользователей, создавая интуитивные и удобные для них диалоговые интерфейсные решения. Рассматриваются базовые методы эмпатического анализа, такие как интервью, карты пользовательских путей, анализ диалогов, возникающих при коммуникации пользователя и ИИ интерфейса. Анализируются примеры успешного применения эмпатии в пользовательских интерфейсах, отмечены возникающие проблемы инженерно-психологического плана при создании систем с искусственным интеллектом.

***Ключевые слова*:** анализ пользовательского поведения, интерфейсы, оптимизация интерфейса, пользовательский опыт, эмоциональный дизайн, эмпатия.

***Для цитирования*:** Сергеев С.Ф., Кирпичева А.И. Эмпатия в дизайне пользовательских интерфейсов систем с искусственным интеллектом // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 216-222.

Введение

Цифровые системы пользовательского интерфейса играют ключевую роль в повседневной жизни современных людей, предоставляя широкий спектр возможностей для их взаимодействия с информационной средой при решении типовых задач обеспечения жизнедеятельности. Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) позволяет расширить возможности управления за счет введения интерактивной коммуникационной составляющей превращающей взаимодействие в форму диалоговой коммуникации человека и искусственного агента. Однако, несмотря на технологические достижения, многие пользовательские интерфейсы остаются алгоритмически сложными и неудобными для пользователей. Это приводит к эмоциональному

© Сергеев С.Ф., Кирпичева А.И., 2025

напряжению, фрустрации, общему снижению продуктивности и отказу от использования продукта.

Одной из центральных задач UX-дизайна является создание интерфейсов, которые не только имеют хороший функционал, но и учитывают потребности, эмоции и ожидания пользователей [1]. В данном контексте рассматриваемая в настоящей статье эмпатия проектировщика и пользователя становится важным инструментом, позволяющим дизайнерам глубже

понять запросы аудитории и проектировать интерфейсы, которые действительно отвечают её запросам.

Роль эмпатии в дизайне интерфейсов отмечают многие исследователи. В частности, в работе М.О. Ничипоровича и Б.Н. Улюмджиева [2], показано, что эмпатия, как способность ставить себя на место другого, является ключевым элементом при обеспечении взаимопонимания между дизайнером и пользователем. Для создания эффективных и привлекательных продуктов необходимо глубоко понять опыт пользователей, их чувства и потребности, что помогает дизайнерам разрабатывать решения, ориентированные на человеческие ценности и реальные проблемы.

В свою очередь Е.В. Васильева и Э.Р. Хисюков [3] в своей работе подчеркивают, что основная цель UCD (User-Centred Design – «дизайн, ориентированный на пользователя») – создать продукт, который будет востребованным и функционально полезным для конкретной целевой группы пользователей, иметь интуитивно понятный и дружелюбный интерфейс программного продукта или сервиса, вызывающий доверие и ощущение комфорта во время работы.

Актуальность изучения эмпатии в дизайне пользовательского опыта обусловлена растущей конкуренцией на рынке цифровых продуктов. Успех интерфейса определяется не только его техническими характеристиками, но и тем, насколько полно он способен удовлетворить эмоциональные и когнитивные потребности пользователя. Эмпатия помогает дизайнерам преодолеть барьеры между разработчиком и конечным пользователем, создавая интуитивно понятные пользователям системы. Использование систем ИИ позволяет также перейти к интерфейсам, реализующим ориентирующую коммуникацию между пользователем и системой интерфейса реализующего искусственного собеседника, агента коммуникации. Данный агент может реализовывать некоторую личность, отражаемую в характерных формах диалога и истории общения. Вопрос межличностного общения искусственного и естественного собеседников в процессе решения пользовательской задачи является нетривиальной задачей решение, которой становится элементом проектирования пользовательской среды интерфейса [4].

В работе У. Хадсона (W. Hudson) [5], показано, что различия в уровнях эмпатии и систематизации между мужчинами и женщинами оказывают значительное влияние на дизайн пользовательских интерфейсов. Для успешного создания интерактивных систем необходимо учитывать важность данного различия наряду с техническими возможностями интерфейса. Учет гендерных

особенностей обеспечивает более тесное взаимодействие между разработчиками и пользователями.

Об эмоциях пользователей и эмоциональном дизайне пишет В.А. Козлова [6]. Основная мысль автора заключается в том, что эмоциональный дизайн является ключевым фактором разработки цифровых продуктов, так как он не только сочетает функциональные и эстетические элементы, но и активно учитывает эмоциональные потребности пользователей, что может быть использовано в целях улучшения их взаимодействия и повышения удовлетворенности через создание положительных эмоциональных реакций.

Способность дизайнера поставить себя на место пользователя, понять его чувства, мотивацию и потребности должна проявляется на всех этапах проектирования: от исследования целевой аудитории до тестирования прототипов. В связи с внедрением систем поддержки с ИИ целесообразно проведение тестовых диалогов с ИИ интерфейса для создания актуальных историй пользователей и построения пользовательских сценариев, чтобы глубже понять контекст и форму возникающих взаимодействий. В результате интерфейсы с ИИ позволяют пользователю адаптироваться к реальным условиям использования и создают положительный пользовательский опыт.

Эмпатия в классическом проектировании по мнению М.Л. Соколова является ключевым системообразующим фактором, элементом в процессе разработки дизайна интерфейса, позволяя учитывать разнообразие потребностей и особенностей пользователей, что особенно важно для реализации функций универсальности и междисциплинарности, направленных на создание гармоничного и доступного интерфейса для всех пользователей, включая людей с ограниченными возможностями [7].

О роли эмпатии в дизайн-мышлении в своей работе пишут также Д.Ю. Хомутский и Г.С. Андреев [8] основная мысль рассуждений которых заключается в том, что эмпатия, как ключевой элемент дизайн-мышления, играет критическую роль в глубоком понимании потребностей и ожиданий потребителей, улучшая взаимодействие в команде, работающей над одним проектом, и способствуя созданию инновационных решений для сложных задач. Ее игнорирование может негативно сказаться на эффективности дизайнерских процессов и разработке продуктов.

Развитие цифровых технологий с использованием ИИ характеризуется возрастающим вниманием к человеко-ориентированному подходу в проектировании интерфейсов [9]. В этом контексте эмпатия приобретает особую значимость как ключевой фактор создания эффективного пользовательского опыта генерируемого в процессе совместной деятельности человека и машины. Анализ существующих исследований позволяет выделить несколько ключевых аспектов понимания роли эмпатии в дизайне в рамках данного подхода.

Так с точки зрения проектировщиков эмпатия выступает не просто вспомогательным инструментом, а является фундаментальным навыком, позволя-

ющим дизайнерам проникать в глубинные потребности пользователей, способствует формированию эмоциональной связи с пользователем. Выявлена прямая корреляция между уровнем эмпатии дизайнеров и качеством пользовательского опыта, реализованного в создаваемых ими продуктах [5].

Практический интерес представляют методы для реализации эмпатического подхода в практической деятельности дизайнеров. В работе Г.Р. Катасоновой и А.Д. Сотникова [10] анализируется применение карт эмпатии как инструмента визуализации пользовательских потребностей и эмоциональных состояний. Это анализ дополняется Л.В. Мочаловой и И.Ю. Мамедовой [11] которые демонстрируют в рамках юзабилити-тестирования эффективность сочетания качественных методов, таких как глубинные интервью, с количественными подходами. Однако М.Л. Соколова [7] отмечает, что существующие методики зачастую не учитывают специфику работы с пользователями, имеющими ограниченные возможности, что создает существенный пробел в исследованиях инклюзивного дизайна.

Перспективные тенденции UX/UI-дизайна, включая развитие голосовых интерфейсов и AR/VR-технологий, анализируются Н.А. Мироновой [12]. Автор подчеркивает возрастающую роль эмпатического подхода при создании новых типов интерфейсов. В анализе О.В. Тахтаровой [13] обращено внимание на важный аспект – недостаточную разработанность образовательных программ, направленных на системное развитие эмпатических навыков у дизайнеров, что ограничивает потенциал человеко-ориентированного подхода в цифровом дизайне.

Несмотря на большое количество исследований, посвященных эмпатии в дизайне, можно выявить несколько пробелов. Во-первых, остается нерешенной проблема баланса между эмпатической вовлеченностью и необходимой объективностью дизайнера [14]. Во-вторых, показано, что недостаточно изучены кросс-культурные аспекты эмпатии [15], что особенно актуально в условиях глобализации цифровых продуктов. В-третьих, требует дальнейшей разработки вопрос интеграции эмпатических методов в современные Agile-процессы разработки цифровых продуктов.

На основании проведенного анализа можно сформулировать следующую гипотезу: системное применение эмпатии на всех этапах UX-исследований и проектирования и эксплуатации способствует созданию более эффективных цифровых интерфейсов, однако требует разработки четких методик, позволяющих минимизировать потенциальные когнитивные искажения и вероятностный характер диалога пользователя с ИИ.

Эмпатия в дизайне и применении цифровых интерфейсов с ИИ представляет собой сложное явление, выходящее за рамки простого понимания потребностей пользователя. Это диалоговый инструмент, дающий дизайнеру возможность не только идентифицировать явные запросы, но и предугадывать скрытые потребности пользователей.

Процесс UX-исследований с учетом эмпатии представляет собой после-

довательность взаимосвязанных этапов. Начальным этапом является разработка User Personazha, где на основе демографических, поведенческих и психологических данных создается собирательный образ целевого пользователя. Следующим шагом выступает построение Customer Journey Map – визуальное отображение пути пользователя с акцентом на его эмоциональное состояние в каждой точке взаимодействия с продуктом.

Например, при разработке банковских приложений учет тревоги пожилых пользователей из-за цифрового мошенничества приводит к упрощению интерфейсов, введению дополнительных подсказок и ступенчатой верификации операций. Другим примером может служить эмоциональный дизайн, где эмпатия реализуется через визуальные и интерактивные решения реализуемые генеративным ИИ.

Для создания грамотного дизайна цифрового интерфейса необходимо проведение UX-тестирования диалоговых компонент интерфейса с ИИ с учетом эмпатии. Возникающие истории диалогов при взаимодействии представителей референтных выборок пользователей с ИИ помогают понять эмоциональное состояние пользователя в рабочих ситуациях. Анализ поведения пользователей, включающий замер времени выполнения задач, количество ошибок и эмоциональные реакции, предоставляет ценные данные для совершенствования интерфейса.

Однако работа с эмпатией в дизайне интерфейсов связана с рядом проблем. Одной из наиболее распространенных является отражение собственных эмоций – когда дизайнеры ошибочно приписывают пользователям свои собственные предпочтения и модели поведения и неверно интерпретируют возникающие коммуникации пользователя с ИИ. Другой серьезной проблемой становится перенасыщение значимыми данными, когда избыток информации о пользовательских эмоциях затрудняет выработку четких дизайн-решений.

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о перспективности системного применения эмпатии в дизайне цифровых интерфейсов с ИИ.

Развитие данного направления требует дальнейшего теоретического осмысления и практической разработки вопросов коммуникации пользователя с ИИ интерфейса.

Список источников

1. Сергеев С.Ф. Методы тестирования и оптимизации интерфейсов информационных систем: учебное пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2013. 148 с.
2. Ничипорович М.О., Улюмджиева Б.Н. Роль эмпатии в дизайне интерфейсов // Роль и место информационных технологий в современной науке: сборник статей международной научно-практической конференции (16 января 2018 года, г. Волгоград): в 2 ч. Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2018. Ч. 2. С. 262–264.
3. Васильева Е.В., Хисюков Э.Р. Исследование пользовательского опыта взаимодействия различных целевых аудиторий с интерфейсом портала // E-management. 2023. Т. 6, № 2. С. 61–72.

4. Сергеев С.Ф. Введение в когнитивную эргономику и инженерную психологию: учебное пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. 256 с.

5. Hudson W. Reduced Empathizing Skills Increase Challenges for User-Centered Design // Proceedings of ACM CHI 2009 Conference on Human Factors in Computing Systems. 2009, p. 1327-1330. DOI 10.1145/1518701.1518901.

6. Козлова В.А. Эмоциональный дизайн: исследование психологии восприятия // Инновационные научные исследования 2024: сборник материалов LIV международной очно-заочной научно-практической конференции (30 октября 2024 г.): в 2 т. М.: Изд-во НИЦ «Империя», 2024. Т. 1. С. 146–149.

7. Соколова М.Л. Роль эмпатии в дизайне // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2018. № 2. С. 31–32.

8. Хомутский Д.Ю., Андреев Г.С. Эмпатия как один из ключевых элементов процесса дизайн-мышления // Инициативы XXI века. 2015. № 4. С. 4–6.

9. Сергеев С.Ф. Психологические аспекты проблемы искусственного интеллекта // Организационная психология и психология труда. 2020. Т. 5, № 4. С. 33–53. / Институт психологии Российской академии наук. DOI 10.38098/ipran.opwp.2020.17.4.002.

10. Катасонова Г.Р., Сотников А.Д. Инструменты разработки дизайнерских решений // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии. 2017. № 1. С. 54–57.

11. Мочалова Л.В., Мамедова И.Ю. Методы исследования пользовательского опыта в разработке дизайна интерфейса // Технологии и качество. 2023. № 2 (60). С. 55–61. DOI 10.34216/2587-6147-2023-2-60-55-61.

12. Миронова Н.А. Тренды UX/UI дизайна // Современный дизайн и проблемы высшей школы дизайна: сборник материалов 6-й международной научно-практической конференции (май-июнь 2020 г.) / под общ. редакцией О.Г. Яцюк. М.: Союз дизайнеров России, АНО ВО «Национальный институт дизайна», 2020. С. 66–71.

13. Тахтарова, О.В. Эмпатия и рефлексия как основы дизайн-мышления // Молодой ученый. 2020. № 47 (337). С. 66–71.

14. Петрик Е.А., Фомин Д.А., Архипова И.С. Проектирование программного интерфейса на основе опыта пользователей // Программная инженерия: современные тенденции развития и применения (ПИ-2020): сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 30-летию создания кафедры программной инженерии. Курск: Юго-Западный гос. ун-т, 2020. С. 77–82.

15. Гафаров Х.С. Дизайн-мышление: предыстория и история становления // Человек в социокультурном измерении. 2020. № 2. С. 57–62.

Статья поступила в редакцию 14.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Сергеев С.Ф. – д.пс.н., профессор кафедры «Информационные системы в искусстве и гуманитарных науках» Санкт-Петербургского государственного университета.

Кирпичева А.И. – бакалавр факультета искусств Санкт-Петербургского государственного университета.

Вклад авторов: равный.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5:004.031.42

ЯЗЫКОВЫЕ КОРПУСА КАК СЛАБОФОРМАЛИЗОВАННЫЕ КОГНИТИВНЫЕ СИСТЕМЫ

Никита Дмитриевич Костыгов [1]✉, Сергей Федорович Сергеев [2]
Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия
[1]witbore@gmail.com✉, http://orcid.org/0009-0009-2675-6942
[2]s.f.sergeev@spbu.ru, http://orcid.org/0000-0002-6677-8320

Аннотация. Показано значение языковых корпусов в прикладной лингвистике и искусственном интеллекте. Языковые корпуса представлены авторами как гибкие когнитивные системы, объединяющие тексты, аннотацию и аналитические инструменты. Отмечается значительный разрыв между богатыми ресурсами для популярных и их недостаток для малых и мертвых языков, что требует неклассической методологии функционирования языковых систем и стандартизации.

Ключевые слова: языковые корпуса, слабо формализованные когнитивные системы, переносимость инструментов, стандартизация, языковая система.

Для цитирования: Костыгов Н.Д., Сергеев С.Ф. Языковые корпуса как слабоформализованные когнитивные системы // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 223-230.

Развитие технологий больших языковых моделей (LLM – Large Language Model) усилило интерес к корпусной лингвистике, которая занимает центральное место в современных исследованиях по обработке и применению естественного языка в искусственных системах. Языковые корпуса, служат основой для разработки приложений машинного перевода, искусственного интеллекта (ИИ), синтаксического разбора текстов, автоматической генерации и извлечения информации, обеспечивая исследователей и разработчиков эргатических систем и систем ИИ качественными текстовыми данными [1].

Несмотря на прогресс в создании корпусов для широко распространённых языков, таких как английский, китайский, испанский и русский, существует известный дефицит корпусных ресурсов для малых и мертвых языков, характеризующихся ограниченным объемом текстового материала и низким уровнем стандартизации, что ограничивает их использование в лингвистических системах.

© Костыгов Н.Д., Сергеев С.Ф. , 2025

Языковая система может быть представлена как когнитивная конструкция, позволяющая порождать произвольные тексты, смысл которых может быть понят и воспроизведён другим носителем языка этой же системы. В этом контексте язык может быть описан как слабо структурированная когнитивная модель – система, способная порождать новые тексты из имплицитно содержащегося в ней множества вариантов.

Данная система допускает многочисленные варианты и траектории интерпретаций, смысл которых возникает в носителе языка в процессе восприятия сообщения, индуцируется с учетом его жизненного опыта и когнитивного контекста. Формальная структура языка при этом выступает как ограничитель ложных выводов и интерпретаций, так как любое связное высказывание, построенное в рамках данной языковой системы, априори имеет когнитивный смысл для её носителя.

Таким образом, языковые корпуса функционируют как слабо формализованные когнитивные системы, в которых технические и теоретические компоненты языка взаимодействуют с изменчивыми интерпретациями пользователя в процессе осуществления им познавательной деятельности. При этом важно понимать, что язык является не статичной формальной конструкцией, а образует вместе с когнитивной системой носителя динамическую симбиотическую систему. Владение языком проявляется как непрерывное изменение его структуры, подстройка создаваемого текста под индивидуальные и социальные смысловые содержания носителя.

Важным фактором существования данной системы является замкнутость и семантическая полнота, что особенно критично для мёртвых языков, в которых может быть утрачена часть формальной системы – например, вследствие ограниченного словаря или разрушенной грамматической структуры. При утрате культуры, породившей язык, корпус теряет когнитивную живость и превращается в мертвую формальную систему, пригодную лишь для внешнего формального анализа. Лингвистические корпуса отражают культуру, в рамках которой они возникли и функционировали. С этой точки зрения корпуса можно рассматривать как элементы когнитивной системы носителя языка, обладающие определённой самостоятельностью. Язык в корпусе – это редуцированная форма жизни языка, в которой сохранены потенции к порождению смысла, хотя и в ограниченном виде. Свойства языка отражать и порождать новое знание в его носителе позволяют отнести языковые системы к когнитивным – то есть познающим системам. Возникает закономерный вопрос: что произойдёт с тем или иным языком, возникшим в ходе культурной эволюции человечества, если его носители окажутся в языковых средах, создаваемых искусственным интеллектом? Как будет функционировать языковой корпус, порождённый техногенной культурой, и какие формы смысла будут индуцироваться в такой системе?

Анализ данных вопросов требует учета неустойчивости внутренних границ и неоднородности методов описания, что позволяет избежать чрезмерной

абсолютизации формальных решений и подчеркивает необходимость понятийной точности при работе с инструментами, где семантическое и формальное тесно переплетены. Языковой корпус в этом свете – это не просто совокупность текстов, но и основа существования динамической структуры, объединяющей тексты, схемы их аннотации и инструменты анализа в условиях методической и технологической вариативности. По аналогии с квантовомеханическими системами, корпус содержит в себе в форме суперпозиции потенциальное множество всех возможных состояний языка – его смысловых, формальных и культурных аспектов, актуализируемых при взаимодействии с носителями. В процессе взаимодействия с языком носитель преобразует его форму, адаптируя ее к собственному опыту.

Языковой корпус систематически собирается и размечается по определённым принципам, при этом его организация может допускать множественные трактовки и неполную согласованность аннотаций, что отражает когнитивную и интерпретационную природу языкового материала. Корпус поддерживается средствами поиска и анализа и текстов и включает морфологическую, синтаксическую, семантическую и другие уровни разметки, предназначенные для выявления структурных и функциональных характеристик языка [2]. Наиболее часто для задач машинного перевода и контрастивного анализа используются параллельные корпуса – специальный тип корпуса, содержащий тексты на двух или более языках, выровненные по сегментам (предложениям или параграфам) для задач машинного перевода и контрастивного анализа [4], [11], [17].

Построение корпуса – процесс разработки корпуса, включающий выбор и сбор репрезентативного текстового материала, его предобработку, аннотацию и техническую интеграцию.

Основные этапы построения корпуса:

- сегментация – разбиение потока символов на осмысленные единицы (слова, фразы) с учетом принципа композиционности;
- токенизация – извлечение минимальных единиц текста (токенов) для последующей разметки;
- разметка (аннотация) – присвоение токенам морфологических, синтаксических, семантических и других меток;
- нормализация – приведение форм текстов к единому стандарту (регистру, шрифту, упрощенной/традиционной графике);
- валидация качества – проверка согласованности аннотаций между разными авторами и инструментами;
- интеграция метаданных – включение информации о жанре, дате, авторе и других атрибутах для облегчения поиска и анализа [2].

Высокая вариативность методов и задач, стоящих перед корпусной лингвистикой, обусловлена разнообразием корпусных ресурсов, различающихся по структуре, функциям и степени формализации. Это разнообразие охватывает широкий спектр – от синтаксически размеченных корпусов, под-

держивающих детальный анализ структур [7], до специализированных параллельных коллекций для машинного перевода и контрастивного изучения, мультимодальных наборов для анализа древних письменностей [5], [6], а также диахронических коллекций для изучения языковых изменений во времени [8].

В этих ресурсах особенно заметны ограничения, связанные с уровнями формализации. Например, неустойчивость границ слова в китайских текстах [2], [10] и трудности аннотирования художественной литературы [7] демонстрируют, что схемы аннотации и методы сегментации отражают когнитивные допущения исследователей.

Невозможность полной формализации проявляется в неоднородности разметки: систематические расхождения при сегментации слов, стандартизации грамматических меток и синтаксической аннотации [2], [9], [13], что приводят к снижению переносимости инструментов и моделей между корпусами. Даже самые совершенные токенизаторы и автоматические аннотаторы испытывают трудности при обработке данных вне контекста их обучающего корпуса, в то время как согласованность между аннотаторами и стабильность схемы остаются ожидающими решение задачами [5], [13], [18].

Вышеперечисленные проблемы порождают необходимость систематизации и классификации корпусных ресурсов. Такое разделение позволяет глубже понять методологические и прикладные аспекты их создания и использования. Так в корпусной лингвистике различают популярные языки, для которых доступен обширный объем текстов и развитая инфраструктура обработки и малоресурсные языки, характеризующиеся недостатком материалов и отсутствием стандартов аннотации.

Корпуса популярных языков (китайский, русский) обладают значительным объемом текстовых данных и хорошо отработанными средствами обработки. В китайском сегменте сочетаются обширные параллельные и синтаксические коллекции, где стандартизация разметки и сегментации оказывает ключевое влияние на пригодность корпуса для различных задач [2], [4], [7], [9], [11], [13]. Русские и англоязычные корпуса, базирующиеся на новостных и научно-публицистических текстах, демонстрируют устойчивые методики морфологической и синтаксической аннотации, что обеспечивает высокую воспроизводимость и переносимость инструментов [7, 8]. Однако и здесь встречаются проблемы с жанровым балансом и семантической разметкой, особенно при переходе от формального к разговорному стилю.

Корпуса малоресурсных языков (удмуртский, коми и др.) страдают от дефицита корпусного материала и отсутствия единых методик аннотации. В таких проектах ключевую роль играет адаптация токенизаторов и теггеров, часто требующая ручного вмешательства на каждом этапе от сегментации до валидации качества [3], [12], [17–30]. Отсутствие репрезентативных текстов усложняет оценку эффективности автоматических моделей и ограничивает применение универсальных алгоритмов.

По способу представления текста корпуса делятся на алфавитные системы и иероглифические системы. В алфавитных языках (русский, английский, корейский) слова разделены пробелами, что упрощает сегментацию и токенизацию с применением словарных и статистических методов [7], [12], [17].

В иероглифических языках (китайский, японский) отсутствие явных разделителей вынуждает использовать алгоритмы композиционального анализа и контекстуальной сегментации. Автоматические сегментаторы китайских корпусов часто демонстрируют расхождения в определении границ слов [2], [10], [14], а в японских корпусах добавляется необходимость учитывать кана и кандзи, что требует гибридных решения и ручной верификации.

По тематическому охвату корпуса классифицируются как общие и специализированные Общие корпуса включающие разнообразные жанры, ориентированы на многоцелевые исследования и требуют соблюдения жанрового баланса и единообразия в аннотации [7–9].

Специализированные корпуса ориентированы на узкие предметные области: религиозные корпуса [3], лингводидактические коллекции [2], маркетинговые фоносемантические наборы [16], а также диахронические и мультимодальные проекты для изучения древних письменностей [5], [6], [8]. Эти ресурсы требуют глубокого экспертного участия, разработки специфичных таксономий и междисциплинарного взаимодействия для точной разметки.

Заключение

В ходе исследования подтверждена фундаментальная идея о том, что язык представляет собой слабо формализованную когнитивную систему, в которой смысл не существует как прямой, фиксированный атрибут текста, а возникает в результате активного процесса его интерпретации носителем языка. Языковые корпуса функционируют как динамические когнитивно-технические системы, отражающие внутреннюю сложность, вариативность и неоднородность языковых границ, что предъявляет особые требования к методологии их построения и анализа, где необходимо учитывать не только формальные свойства текста, но и когнитивные, культурные и прагматические контексты.

Несмотря на прогресс в разработке корпусов для распространённых языков, остаются неразрешёнными задачи, связанные с малоресурсными, устаревшими и исчезающими языками. Ограниченность доступного корпусного материала, отсутствие единых стандартов и снижение «когнитивной живости» текстов, вызванное утратой социокультурного контекста, подтверждают тезис о том, что корпус – это всегда редуцированная, частично утраченная репрезентация живого языка. При этом потенциал порождения смысла в корпусах сохраняется, но реализуется в сжатом и контекстуально ограниченном виде, что требует продвинутых методов реконструкции и моделей для его раскрытия.

Выявленные неоднородность и разнообразие методов сегментации, аннотирования и нормализации текстов указывают на фундаментальное ограничение формальных схем как универсального инструмента описания языка. Язык как когнитивная модель оказывается более пластичным, контекстуально

зависимым и вариативным, чтобы быть полностью зафиксированным единой формальной системой. Следовательно, корпусная лингвистика должна отказаться от «универсализма» в пользу адаптивного, гибкого и культурно ориентированного подхода, учитывающего специфику каждого языка и его социокультурной среды.

В эпоху цифровой трансформации и интенсивного внедрения искусственного интеллекта особенно актуален вопрос о трансформации самой природы языковых систем и корпусов. Взаимодействие человека и машины порождает новые формы смыслообразования и коммуникации, которые не укладываются в традиционные рамки, что открывает перспективы для междисциплинарных исследований, способных развить методологию, сохраняющую когнитивную полноту языка, расширяя возможности корпусов как инструментов познания, образования и сохранения культуры.

Только такой комплексный подход позволит создать гибкие, адаптивные, культурно и когнитивно чувствительные корпусные ресурсы, способные не просто фиксировать язык, но и отражать его динамику и смысловую глубину в условиях быстро меняющегося цифрового мира.

Список источников

1. Сергеев С.Ф. Введение в когнитивную эргономику и инженерную психологию: учебное пособие. Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. ISBN 978-5-9729-2005-1.
2. Лу И. Принципы создания корпусов китайского языка // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2016. № 181. С. 22–29.
3. Bingenheimer M. The digital archive of Buddhist temple gazetteers and Named Entity Recognition (NER) in classical Chinese // Lingua Sinica. 2015;1:1-19. DOI 10.1186/s40655-015-0007-3.
4. Chang B. Chinese-English parallel corpus construction and its application // Proceedings of the 18th Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation. 2004. P. 283-290.
5. Chen Y. et al. Multi-Modal Multi-Granularity Tokenizer for Chu Bamboo Slips // Proceedings of the 31st International Conference on Computational Linguistics. 2025. P. 6201-6211.
6. Demattè P. The origins of Chinese writing: The neolithic evidence // Cambridge Archaeological Journal. 2010;20(2):211-228.
7. Hu H. et al. Building a treebank for Chinese literature for translation studies // Proceedings of the 19th international workshop on treebanks and linguistic theories. 2020. P. 18-30.
8. Hu X., Williamson N., McLaughlin J. Sheffield corpus of Chinese for diachronic linguistic study1 // Literary and Linguistic Computing. 2005;20(3):281-293.

9. Huang C. R., Chen K. A Chinese corpus for linguistic research // COLING 1992. V. 4: The 14th International Conference on Computational Linguistics. 1992.

10. Lee J. S. Y. A classical Chinese corpus with nested part-of-speech tags // Proceedings of the 6th Workshop on Language Technology for Cultural Heritage, Social Sciences, and Humanities. 2012. P. 75-84.

11. Liu Z., Yuan Y., Liu C. Designing and Building of a Hong Lou Meng Chinese-English Parallel Corpus and its Web-Based Query System // 2009 WRI World Congress on Software Engineering. IEEE, 2009. V. 1. P. 357-361.

12. Moon H. et al. Exploiting hanja-based resources in processing Korean historic documents written by common literati // IEEE Access. 2024. DOI 10.1109/ACCESS.2024.3390181.

13. Xue N., Chiou F. D., Palmer M. Building a large-scale annotated Chinese corpus // COLING 2002: The 19th International Conference on Computational Linguistics. 2002.

14. Pae H. K. Chinese, Japanese, and Korean writing systems: All East-Asian but different scripts // Script Effects as the Hidden Drive of the Mind, Cognition, and Culture. 2020;21:75-92. DOI 10.1007/978-3-030-55152-0_5.

15. Sturgeon D. Chinese Text Project: A dynamic digital library of premodern Chinese // Digital Scholarship in the Humanities. 2021;36(Supplement_1):i101-i112. DOI 10.1093/llc/fqz046.

16. Zhang Y. et al. Building an annotated Japanese Chinese parallel corpus–a part of nict multilingual corpora // Proceedings of Machine Translation Summit X: Papers. 2005. P. 71-78.

17. Zhang H., Bian Z., Ma J., Xue F. Study on the evolution and development of the Chinese language and writing system // Transactions on Social Science, Education and Humanities Research. 2024;11:804–808. DOI 10.62051/gha8d115.

18. Zhou S., Chen Q., Wang X. HIT-OR3C: an opening recognition corpus for Chinese characters // Proceedings of the 9th IAPR International Workshop on document analysis systems. 2010. P. 223-230.

19. Iskander Z., Yusup A. Research on the Construction of Low-Resource Parallel Corpus Based on Translation Plug-in Technology. 2024. DOI 10.38007/IJECMR.2024.050115.

20. Maekawa K. et al. Design, Compilation, and Preliminary Analyses of Balanced Corpus of Contemporary Written Japanese. LREC. 2010.

21. Arkhangelskiy T. Corpora of social media in minority Uralic languages. Proceedings of the Fifth International Workshop on Computational Linguistics for Uralic Languages. 2019. P. 125-140.

22. Arkhangelskiy T., Serdobolskaya N., Usacheva M. Corpus-oriented lexicographic database for Beserman Udmurt // Acta Linguistica Academica. 2017;64(3):397-415.

23. Arkhangelskiy T., Medvedeva M. Developing Morphologically Annotated Corpora for Minority Languages of Russia. CLiF. 2016:1-6.

24. Сиразитдинов З.А., Садыков Т.С. О создании национальных корпусов тюркских языков //Alatoo Academic Studies. 2021. № 2. P. 245-255.

25. Mus N., Metzger R. Toward a corpus of Tundra Nenets: stages and challenges in building a corpus // Proceedings of the Workshop on Computational Methods for Endangered Languages. 2021;2:4-9.

26. Ubaleht I., Raudalainen T. K. Development of the Siberian Ingrian Finnish Speech Corpus // Proceedings of the Fifth Workshop on the Use of Computational Methods in the Study of Endangered Languages. 2022:1-4.

27. Karahóğa R. J. et al. Morphologically annotated corpora of Pomak // Proceedings of the Fifth Workshop on the Use of Computational Methods in the Study of Endangered Languages. 2022:179-186.

28. Arkhangelskiy T., Ferger A., Hedeland H. Uralic multimedia corpora: ISO/TEI corpus data in the project INEL // Proceedings of the Fifth International Workshop on Computational Linguistics for Uralic Languages. 2019. P. 115-124.

29. Hassan Y., Saleh A., Tijjani A. Y. Groundwater dynamics in the Komaduga-Yobe basin: modeling 20 years of historical trends to forecast future scenarios (2020–2040) // Academia Environmental Sciences and Sustainability. 2025;2(1).

30. Jauhiainen H., Jauhiainen T., Lindén K. Building web corpora for minority languages // Proceedings of the 12th Web as Corpus Workshop. 2020. P. 23-32.

Статья поступила в редакцию 22.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Костыгов Н.Д. – бакалавр факультета искусств Санкт-Петербургского государственного университета.

Сергеев С.Ф. – д.пс.н., профессор кафедры «Информационные системы в искусстве и гуманитарных науках» Санкт-Петербургского государственного университета.

Вклад авторов: равный.

Конфликт интересов отсутствует.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 378:004

ЭРГОДИЗАЙН ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ ГЕНЕРАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ

Сергей Федорович Сергеев[1]✉, Екатерина Игоревна Рыженкова [2]
[1, 2]Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия
[1]s.f.sergeev@spbu.ru✉, http://orcid.org/0000-0002-6677-8320
[2]onefgin2002@mail.ru, http://orcid.org/0009-0009-4956-066X

Аннотация. Проведены сравнительный анализ пользовательских интерфейсов популярных больших языковых генеративных моделей (LLM): ChatGPT, DeepSeek и Gemini и оценка их соответствия стандартам юзабилити. Рассматриваются особенности алгоритмов их взаимодействия с пользователями, функциональные возможности, поддержка мультимодальных режимов и универсального дизайна. Предлагаются рекомендации по улучшению юзабилити интерфейсов чат-ботов генеративных систем искусственного интеллекта (ИИ).

Ключевые слова: эргодизайн, пользовательский интерфейс, юзабилити, генеративные нейронные сети, большие языковые модели, ChatGPT, Gemini, DeepSeek.

Для цитирования: Сергеев С.Ф., Рыженкова Е.И. Эргодизайн пользовательских интерфейсов больших языковых генеративных моделей // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 231-239.

Введение

Наблюдаемый в настоящее время прогресс в области технологий ИИ связан прежде всего с интенсивным развитием и внедрением технологий больших генеративных языковых моделей (Large Language Models, LLMs), таких как GPT-4 (OpenAI, 2023), Claude 3 (Anthropic, 2024), Gemini 1.5 (Google DeepMind, 2024), LLaMA 3 (Meta, 2024), DeepSeek (DeepSeek, 2024) и других. Большие генеративные языковые модели – это нейросетевые архитектуры, обученные на масштабных текстовых корпусах, способные генерировать по запросу связные тексты, отвечать на вопросы, вести диалог, писать код, генерировать изображения и выполнять многие другие задачи обработки естественного языка во всех его формах и отношениях.

Каждая генеративная модель для пользователя в общем случае представ

© Сергеев С.Ф., Рыженкова Е.И., 2025

лена в виде пользовательского интерфейса и собственно языковой модели. Под интерфейсом нами понимается совокупность визуальных, голосовых и иных средств взаимодействия пользователя с моделью, включая чат-интерфейсы, голосовые ассистенты, системы IDE-интеграции и прочее позволяющие создать взаимную коммуникацию человека с генеративной моделью. Наиболее популярны в настоящее время интерфейсы в форме чат-бота, пользовательские свойства которого рассматриваются в настоящей работе. Другие виды интерфейсов LLMs: голосовые ассистенты, плагины и расширения для браузеров, интеграции в текстовые редакторы (например, в IDE), API-интерфейсы, мобильные и настольные приложения, а также интерфейсы дополненной и виртуальной реальности представляют отдельный исследовательский интерес, выходящий за пределы объема статьи.

Роль юзабилити в дизайне LLMs

Количество пользователей генеративных моделей растет экспоненциально, вовлекая в сферу пользователей сотни миллионов человек, не обладающих специальным образованием и опытом в области компьютерных технологий. Например, ChatGPT (OpenAI) имеет более 600 миллионов новых ежемесячных пользователей. В 2024 году количество посещений сайта превысило 40 миллиардов. Такая популярность генеративных моделей ставит вопрос о пользовательских свойствах интерфейсов, удовлетворяет ли интерфейс текущих моделей требованиям юзабилити, а если нет то, как бы мог выглядеть интерфейс, им удовлетворяющим? Юзабилити – это научно-прикладное направление инженерной психологии и эргономики, служащее повышению эффективности, продуктивности и удобства пользования инструментами деятельности [1]. Это пользовательские свойства продукта, при наличии которых потребитель имеет возможность применить конечный продукт по назначению. Согласно ISO 9241-11, юзабилити характеризуется как «степень, с которой продукт может быть использован определёнными пользователями для достижения поставленных целей с эффективностью, продуктивностью и удовлетворенностью в заданном контексте использования» [2, с. 2].

В контексте генеративных моделей юзабилити играет ключевую роль, так как интерфейсы моделей должны обеспечивать интуитивное диалоговое взаимодействие, минимизировать ошибки и адаптироваться к разнообразным пользовательским сценариям.

Юзабилити интерфейсов оценивается по способности пользователей достигать целей, например, получать точные ответы или генерировать корректный код в IDE. *Эффективность* взаимодействия измеряется количеством успешно выполненных задач, а продуктивность – временем и количеством ошибок. Для генеративных моделей это значит, что интерфейс должен минимизировать время на ввод запросов, обработку и представление результатов в заданных формах. *Удовлетворенность* зависит от удобства навигации, читаемости текста и визуального дизайна. Например, использование правила «7±2» (число Миллера) для ограничения количества элементов меню и «хлебных крошек» (навигационные подсказки) упрощает взаимодействие [3, с. 746]. Для

чат-ботов это может выражаться в понятных вариантах ответов и возможности легко корректировать запросы. Универсальность интерфейса LLMs для слабовидящих пользователей может быть реализована за счет включения голосовых модальностей или поддержку считывания жестов. Интерфейс должен обеспечить естественность, согласованность и дружественность по отношению к пользователю.

Естественный интерфейс не вынуждает пользователя существенно изменять привычные для него способы решения задачи.

Согласованность позволяет пользователям применять имеющиеся навыки при работе с новым интерфейсом, осваивать его элементы быстрее, и благодаря этому фокусировать внимание на решаемой задаче.

Для соблюдения дружественности на каждом этапе работы интерфейс должен разрешать только соответствующий набор действий и предупреждать пользователей о тех ситуациях, где они могут повредить системе или данным. Пользователь должен иметь возможность без последствий отменить или исправить выполненные действия.

Для оценки юзабилити интерфейса применяются методы юзабилити-тестирования [4]. Выделены основные вопросы, на которые должно давать ответы тестирование: Понятны ли названия разделов интерфейса оцениваемой программы и подписи на кнопках? Возможно, некоторые из них воспринимаются легче, чем другие? Осмысленно ли информация разбита на категории? Расположены ли информационные элементы в тех местах, где их ожидают найти потребители? Легко ли новые пользователи находят базовые элементы интерфейса? Понятны ли инструкции? Могут ли потребители эффективно решать конкретные задачи? Ошибаются ли они? При выполнении каких шагов? Как часто?

Цель настоящей работы – проанализировать элементы эргодизайна интерфейсов популярных генеративных моделей: GPT-4, DeepSeek, Gemini и их версий, выявить проблемы взаимодействия и предложить направления по их улучшению в соответствии с принципами универсального дизайна и стандартами ISO.

Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) позволяет расширить эффективность интеллектного симбиоза за счет реализации интерактивной коммуникационной составляющей превращающей взаимодействие в форму диалоговой коммуникации между человеком пользователем и искусственным агентом [5]. Однако, несмотря на технологические достижения, многие пользовательские интерфейсы LLMs остаются алгоритмически сложными и неудобными для пользователей, что приводит к эмоциональному напряжению, фрустрации, общему снижению продуктивности и отказу от использования продукта.

Основные пользовательские свойства интерфейсов LLMs моделей

Типовые функции, реализуемые в генеративных языковых моделях (таблица 1) связаны с реализацией алгоритмов запросов и документирования ответов.

Таблица 1

Типовые функции в LLMs

Функция	ChatGPT (OpenAI)	DeepSeek	Gemini (Google)
Тип интерфейса	диалоговый	диалоговый	диалоговый
Мультимодальность	текст, изображения, аудио	текст	текст, изображения, аудио, видео
Голосовой ввод/вывод	поддерживается	не поддерживается	поддерживается (голосовой ассистент)
Поиск в интернете	Доступен в платных версиях	есть бесплатно	Есть (интеграция Google поиском)
Работа с файлами	PDF, TXT и др.	документы до 50-100 МБ	Поддержка анализа документов и изображений
Агент-режим	есть (автономные действия на сайтах)	нет	Нет (но есть интеграция с сервисами Google)
Режим рассуждений	доступен в GPT-4o	DeepSeek-R1 с пошаговыми объяснениями	В Gemini 2.0 Pro с расширенным контекстом
Поддержка API	есть	есть	есть

1.1. GPT-4

В ChatGPT взаимодействие с пользователем осуществляется через интерактивный чат, где модель обрабатывает текстовые, голосовые и визуальные запросы, предоставляя развернутые ответы [6].

Эволюция моделей GPT сопровождалась не только увеличением контекста и производительности, но и развитием пользовательского интерфейса: с GPT-3.5 появился публичный чат-интерфейс – ChatGPT, сделав ИИ доступным широкой аудитории. В следующих версиях происходит развитие этого интерфейса путем добавления новых функций в каждой новой версии, начиная от ввода только текста и кончая голосовым вводом и выводом в реальном времени, с прикреплением изображений, видео, с продвинутым поиском в чатах.

Элементы дизайна интерфейса GPT-4o приведены в таблице 2. Они повторяются во многих современных генеративных моделях и служат эталоном для проектирования новых вариантов интерфейсов и алгоритмов работы с моделями.

Таблица 2

Элементы дизайна интерфейса GPT-4o

Элемент интерфейса	Описание
Поле ввода	Находится внизу экрана, поддерживает ввод текста, кода, а также голосовых команд и изображений
Голосовой ввод / аудио чат	Интеграция микрофона. Реакция в режиме реального времени, с эмоциональными интонациями и естественным голосом
Загрузка изображений	Можно отправить одну или несколько картинок – GPT-4o анализирует их и отвечает с учетом визуального контекста
Мгновенный отклик	Новый движок делает ответы почти мгновенными (минимальная задержка при вводе)
История чатов	Отображает список предыдущих разговоров, с возможностью переименования и поиска
Режимы общения	Возможность переключения между режимами: «Только текст», «Голос», «Изображения».
Выбор модели	ChatGPT позволяет выбирать между GPT-4o, GPT-4 и GPT-3.5. GPT-4o – по умолчанию с мая 2025.
Рабочие инструменты	Подписчики ChatGPT Plus имеют доступ к бету-коду, веб-браузеру, анализу данных и памяти
Поддержка файлов	Можно загружать документы (PDF, CSV и др.) и задавать вопросы к ним напрямую
Контекстная память	Модель может «запоминать» интересы пользователя, стиль общения, имена и прошлые обсуждения (опционально)
Темы оформления	Светлая и темная тема, а также адаптивная под систему пользователя
Форматирование ответа	Поддержка Markdown, блоков кода, таблиц, ссылок и эмодзи. Удобно для разработчиков и аналитиков

1.2. DeepSeek

Эволюция моделей DeepSeek сопровождалась постепенным расширение функционала для пользователей (таблица 3). Если ранние версии были чисто исследовательскими и доступными лишь разработчикам, то с DeepSeek-V1

(2022) пользователю стал доступен интерфейс. Он развивается с каждой новой моделью [7].

Таблица 3

Элементы дизайна интерфейса DeepSeek

Элемент интерфейса	Описание
Поле ввода	Расположено в нижней части, поддерживает ввод текста, кода и формул. Поддерживает многострочный ввод и Markdown
Кнопка отправки	Иконка «Send» (стрелка) справа от поля ввода. Возможна отправка через Shift+Enter
История чатов	Слева список предыдущих диалогов. Поддержка поиска по истории и переименования чатов
Ответы модели	Основная область чата в центре, поддерживает форматирование (код, списки, ссылки, заголовки)
Поддержка кода	Форматирование с подсветкой синтаксиса. Есть кнопка "Copy" рядом с блоком кода
Генерация по шагам (в Math/Coder)	Возможна покомандная генерация с пояснениями. Особенно в режиме DeepSeek Math
Контроль версий/версии ответа	В некоторых версиях можно получить несколько попыток ответа или обновить результат
Выбор модели	Возможность выбрать между DeepSeek Chat / Coder / Math
Кнопки взаимодействия	«Regenerate», «Stop», «Clear», кнопка оценки ответа
Темная тема / Светлая тема	Переключается в настройках. Поддерживает адаптацию под систему
Импорт кода/файлов (в некоторых режимах)	Поддержка загрузки файлов или анализа кода в режиме Coder (в будущем)

1.3. Gemini

Эволюция моделей Gemini [8] демонстрирует стремительное развитие интерфейса – от базовой мультимодальности в Gemini 1.0 (текст, изображения) до интерактивных функций в Gemini 2.5, таких как Live API для голосового взаимодействия и адаптивное управление задачами (таблица 4).

Таблица 4

Элементы дизайна интерфейса Gemini (версия апрель 2025)

Элемент интерфейса	Описание

Поле ввода	Основное текстовое поле в нижней части экрана. Пользователь вводит запрос, задаёт вопросы или вставляет ссылки, изображения, код и т.д.
Кнопка отправки	Значок отправки (обычно "стрелка") справа от текстового поля
История чатов	Слева расположено меню с предыдущими диалогами. Названия чатов формируются автоматически по теме запроса
Ответ модели	Отображается по центру, над полем ввода. Ответ может быть в виде текста, кода, изображений или ссылок
Кнопки действия под ответом	«Скопировать», «Задать уточняющий вопрос», «Удалить» — помогают взаимодействовать с результатом
Варианты ответа	Gemini часто предлагает несколько версий ответа (варианты), между которыми можно переключаться
Голосовой ввод (на мобильных приложениях)	Позволяет надиктовать запрос
Импорт из Google Workspace	Интеграция с Gmail, Docs, Sheets и др. – позволяет анализировать содержимое документов или создавать их на основе запроса
Работа с изображениями	Можно загрузить изображение, и Gemini его проанализирует (в версии с Gemini 1.5 Pro)
Поддержка кода и визуализаций	Генерирует код с подсветкой синтаксиса, иногда с пояснениями, графиками и диаграммами

Несмотря на активное развитие и улучшение интерфейсов, у представленных моделей можно выделить ряд юзабилити-проблем:

– *неоднозначность и сложность некоторых функций*. Цель некоторых режимов может быть не сразу понятна пользователю. Например, в ChatGPT разница в опциях «Проведите глубокое исследование» или «Думай дольше» совсем не очевидна. Аналогично, «DeepThink (R1)» в DeepSeek или «Deep Research» в Gemini могут быть не до конца прозрачными без подробных инструкций;

– *ограниченность свободы ввода* в чат-интерфейсе: Большинство моделей используют чат-интерфейс, который, достаточно сильно ограничивает пользователя. Хотя иконки внутри поля ввода расширяют возможности, этого не всегда может быть достаточно;

– *проблемы с контекстом и памятью*. Несмотря на наличие «контекстной памяти» у моделей, она может быть не всегда достаточной для сложных и длительных бесед. Модель «забывает» предыдущие детали или теряет нить разговора, что требует повторного ввода информации;

– *скудный визуальный дизайн*. Помимо наличия светлой и темной темы, нет возможности как-то настроить стиль под себя, шрифты или расположения элементов довольно ограничены;

– *отсутствие четких навигационных подсказок* для ряда функций. Примером может служить правило «7±2» и «хлебные крошки» для упрощения взаимодействия. Не всегда очевидно, как получить эти нужный ответ или как скорректировать запрос не путем нового ввода, а через модификацию уже существующего.

– *ограниченность поддержки* универсального дизайна. Например, специальные версии интерфейсов для слабовидящих или считывание жестов недостаточно развиты, что ограничивает доступность для людей с ограниченными возможностями;

– *не очевидное расположение информационных элементов*. Важно, чтобы информационные элементы были расположены в тех местах, где их ожидают найти потребители. Так, например, из всех моделей в ChatGPT наиболее сложно поменять тему интерфейса, что может быть проблемой для некоторых пользователей;

– *проблемы с эффективностью и продуктивностью*. Эффективность измеряется количеством успешно выполненных задач, а продуктивность — временем и количеством ошибок. Если интерфейс требует множества итераций для получения желаемого результата или пользователи часто совершают ошибки из-за непонятности инструкций, то это снижает продуктивность. Довольно часто пользователю приходится переформулировать запросы или ждать их длительной обработки.

Заключение

Современные LLM (такие как GPT-4o, Gemini 1.5, Claude 4 и другие) активно развиваются, предлагая пользователям новые возможности. Ключевые инновации, связанные с улучшенной генерацией текста – более естественные диалоги, стилизация под авторов, автоматическое исправление логики. Мультимодальность ведет к улучшенному распознаванию эмоций, созданию коротких видео роликов, имитации дикторского голоса. Возникают технологии адаптации под уровень пользователя с объяснением сложных тем простыми словами, создание индивидуальных учебных планов, создание лаконичных ответов. Указанное приведет к появлению новых дизайн форм интерфейсов, что требует внимания и проведение работ в области юзабилити интерфейсов генеративных моделей.

Список источников

1. Сергеев С.Ф. Курс лекций по инженерной психологии и эргономике. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2008. 172 с. ISBN 978-5-288-04640-7.

2. ГОСТ Р ISO 9241-11-2010. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT).

Часть 11. Руководство по обеспечению пригодности использования. М.: Стандартинформ, 2011.

3. Лайкова А.А. Юзабилити сайта: принципы и методы оценки // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. Секция «Фундаментальные и прикладные проблемы гуманитарных наук». 2016. № 2. С. 745–747.

4. Сергеев С.Ф. Методы тестирования и оптимизации интерфейсов информационных систем: учебное пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2013. 148 с. ISBN 978-5-8465-1495-9.

5. Сергеев С.Ф. Интеллектный техносимбиоз в сложных человеко-машинных системах // Эргодизайн. 2021. № 1 (11). С. 70–76. DOI 10.30987/2658-4026-2021-1-70-76.

6. OpenAI. GPT-4 Technical Report. 2023. URL: https://openai.com/research/gpt-4 (дата обращения: 16.04.2025).

7. DeepSeek. Model Overview and Roadmap. 2024. URL: https://www.deepseek.com (дата обращения: 16.04.2025).

8. Google DeepMind. Gemini 1.5. Technical Overview. 2024. URL: https://deepmind.google/technologies/gemini/ (дата обращения: 16.04.2025).

Статья поступила в редакцию 14.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Сергеев С.Ф. – д.пс.н., профессор кафедры «Информационные системы в искусстве и гуманитарных науках» Санкт-Петербургского государственного университета.

Рыженкова Е.И. – бакалавр факультета искусств Санкт-Петербургского государственного университета.

Вклад авторов: равный.

Конфликт интересов отсутствует

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

СЕМАНТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КОДОВОЙ БАЗЫ ДЛЯ РАБОТЫ С БОЛЬШИМИ ЯЗЫКОВЫМИ МОДЕЛЯМИ

Федор Владимирович Сергеев
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия
feqofeqo1@gmail.com, http://orcid.org/0009-0003-8041-769X

Аннотация. Работа посвящена проблеме ограниченного контекстного окна больших языковых моделей при работе с крупными кодовыми базами. Предлагается подход к преодолению данного ограничения через построение семантического представления проекта. Описывается архитектура системы, формирующая иерархическую JSON-структуру, содержащую информацию о файлах, функциях и их описаниях. Обозначен алгоритм разбиения больших файлов с сохранением структуры кода, позволяющий языковым моделям более эффективно работать с масштабными проектами.

***Ключевые слова*:** большие языковые модели, искусственный интеллект, интеллектуальные системы.

***Для цитирования*:** Сергеев Ф.В. Семантическое представление кодовой базы для работы с большими языковыми моделями // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 240-243.

Разработка и поддержка программного обеспечения в современных условиях характеризуется стремительно растущей сложностью кодовых баз проектов. Большие языковые модели обладают потенциалом для автоматизации задач анализа кода, написания тестов, рефакторинга и модификации кода, однако их применение к крупномасштабным проектам сталкивается с фундаментальной проблемой – ограничением размера контекстного окна. Контекстное окно представляет собой объем информации, которую модель может эффективно обрабатывать одновременно, и фиксированный размер контекста препятствует анализу и пониманию сложной архитектуры и взаимосвязей в крупных проектах.

Эта проблема обусловлена архитектурными особенностями языковых моделей, основанных на механизмах внимания, требующих значительных вычислительных ресурсов при увеличении размера контекстного окна [1]. Простое увеличение контекста приводит к экспоненциальному росту потребляемых ресурсов, что делает невозможным работу с крупными кодовыми базами. Вследствие этого, для эффективного использования языковых моделей при работе с большими проектами необходим поиск альтернативных подходов, поз-

© Сергеев Ф.В., 2025

воляющих преодолеть ограничение контекста и предоставлять модели необходимую информацию в структурированном и понятном виде.

Настоящая работа направлена на решение этой задачи посредством создания интеллектуальной системы, использующей семантическое представление кода как метод организации контекста. Данный подход заключается в построении иерархической структуры, отражающей взаимосвязи между файлами, функциями, классами и другими элементами кодовой базы, а также предоставлении краткого описания назначения каждого элемента. Семантическое представление позволяет модели интеллектуально выбирать необходимые компоненты кода для обработки конкретного запроса, минимизируя объем передаваемой информации и снижая зависимость от размера контекстного окна.

Основным компонентом разработанной системы является движок анализа проекта, ответственный за построение семантического представления кода. Данный движок реализован на языке Python и выполняет рекурсивный обход директорий проекта, определяя поддерживаемые типы файлов, включая PHP, JavaScript, Python, C++ и др. При обнаружении исходного кода, выполняется его обработка для извлечения информации о функциях, классах и других элементах структуры.

Результат анализа представляется в виде JSON-структуры, которая включает информацию о структуре каталогов, списках функций и классов, их кратких описаниях, а также метаданных файлов. Ключевой особенностью данной структуры является иерархичность, отражающая организацию кодовой базы. Каждый файл и каталог имеет дочерние элементы, представляющие собой файлы и подкаталоги, что обеспечивает эффективную навигацию и возможность выбора необходимых компонентов кода.

Для обработки больших файлов, превышающих лимит контекста модели, применяется алгоритм разбиения на части с сохранением логической структуры. Этот алгоритм идентифицирует границы функций и разделяет файл на фрагменты, соответствующие максимальному размеру контекстного окна. При разбиении файла на части обеспечивается сохранение целостности функций, что упрощает их последующую обработку и понимание.

Пример JSON структуры:

```
{
  "path": "original/project/path",
  "name": "project_name",
  "is_large": boolean,
  "total_files": number,
  "structure": {
    "relative/path": {
      "directories": ["subfolder1", "subfolder2"],
      "files": [
        {
          "name": "filename.ext",
```

```
            "path": "relative/path/filename.ext",
            "functions": [
              {"name": "functionName", "description": "function purpose"},
              ...
            ],
            "summary": "file description",
            "is_chunk": boolean,
            "original_file": "original.ext" (if is_chunk),
            "token_count": number
          },
          ...
        ]
      },
      ...
    },
    "file_chunks": {
      "original.ext": ["original-1.ext", "original-2.ext"],
      ...
    },
    "folder_hierarchy": {
      "relative/path": {
        "subfolders": ["subfolder1", "subfolder2"],
        "file_count": number
      },
      ...
    }
}
```

В представленной структуре structure отражает иерархию файлов и каталогов, files содержит информацию о функциях и описаниях, file_chunks содержит имена фрагментов в случае разделения файла на части, а folder_hierarchy предоставляет информацию о структуре каталогов и количестве файлов. Для обеспечения наглядности и удобства навигации, каждый элемент структуры имеет метаданные, включая имя, путь, описание и другие характеристики [2].

Предложенная методология построения семантического представления кодовой базы позволяет создавать сжатую сводку по всему проекту, на основе которой в дальнейшем может быть разработана система, в которой модель будет самостоятельно выбирать элементы проекта, необходимые для выполнения запроса пользователя.

Список источников

1. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A.N. Attention Is All You Need. arXiv:1706.03762, 2023.

2. Сергеев С.Ф., Спасенников В.В. Направления развития инженерной психологии (технические науки): по материалам конференции «Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках (Брянск, 2024) // Современное состояние и перспективы развития психологии труда и организационной психологии: материалы IV международной научно-практической конференции, Москва, 17–18 октября 2024 года. Москва: Институт психологии РАН, 2024. С. 824-843. EDN QMVLUZ.

Статья поступила в редакцию 24.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Сергеев Ф.В. - магистрант кафедры «Информационные системы», направление подготовки 09.04.02 – Информационные системы и технологии ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АДАПТИВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ МОЩНОСТИ GPU ДЛЯ МАЙНИНГА

Роман Сергеевич Слепухин [1]✉, Дмитрий Игоревич Копелиович [2]
[1, 2]Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия
[1]roman.slepuhin01@gmail.com✉, http://orcid.org/0009-0000-5872-1271
[2]dkopeliovich@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-4095-7029

Аннотация. Исследованы автоматизированные системы настройки GPU для майнинга PoW на примере NVIDIA RTX 3070. Применение OC Scanner, NiceHash OCTune и HiveOS Autotune повысило хешрейт на 15 % и снизило энергопотребление на 20–25%, увеличив энергоэффективность до 50 %. Описаны эвристические автотюнинговые алгоритмы, автоматический выбор алгоритма майнинга и когнитивные интерфейсы. Результаты подтверждают, что интеллектуальные технологии оптимизации параметров GPU улучшают производительность и стабильность майнинга, закладывая основу для автономного ML-управления фермами.

***Ключевые слова*:** майнинг криптовалют, оптимизация мощности GPU, интеллектуальные системы, автотюнинг, энергоэффективность, когнитивные интерфейсы.

***Для цитирования*:** Слепухин Р.С., Копелиович Д.И. Применение интеллектуальных технологий в адаптивной оптимизации мощности GPU для майнинга // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 244-247.

Майнинг PoW на GPU требует больших объёмов энергии, что снижает рентабельность процессов [1]. Ручная настройка частот, напряжения и Power Limit сложна и часто приводит к нестабильности работы оборудования [2]. Автотюнинг и ИИ-инструменты (OC Scanner, OCTune, AutoSwitch) в реальном времени адаптируют параметры GPU для повышения энергоэффективности и надёжности майнинга [3, 4]. В данном исследовании анализируются хешрейт, энергопотребление и эффективность RTX 3070 в стандартном и оптимизированном режимах.

Интеллектуальные методы адаптивной оптимизации GPU. Автоматизированный разгон выполняет стресс-тест и подбирает максимальную стабильную частоту ядра без участия пользователя. OC Scanner в MSI Afterburner, реализуя алгоритм NVIDIA, пошагово повышает частоту и тестирует стабильность, строит V/F-кривую и одним кликом применяет оптимальный разгон,

© Слепухин Р.С., Копелиович Д.И., 2025

обеспечивая запас устойчивости и минимальные риски сбоев [3]. Авто-undervolting снижает напряжение GPU при сохранении частоты, уменьшая энергопотребление и тепловыделение. Инструменты NiceHash OCTune и T-Rex Miner динамически подбирают минимальное напряжение по VF-кривой или в режиме целевой мощности, что позволяет сократить потребление на 20–30 % без потери хешрейта при снижении

напряжения на ~ 20% [4][2]. В эксперименте уменьшили потребление с

225 W до 180 W и при одновременном разгоне памяти повысили эффективность майнинга с 100 % до 147 % [2]. Автотюнинг и эвристические алгоритмы реализуют итеративный поиск оптимальных настроек GPU (частоты, напряжение, Power Limit) по целевым метрикам (MH/s, MH/W) и сигналам стабильности (ошибки, тепловыделение) [4]. В NiceHash QuickMiner режим Auto-Tune снижает TDP и мониторит эффективность, автоматически останавливая оптимизацию при ухудшении хешрейта, что позволяет найти «точку перегиба» без вмешательства пользователя [4]. HiveOS при превышении порога температуры переключает профили разгона, снижая частоты и напряжение для предотвращения перегрева и сбоев [7]. Эти эвристики не только повышают энергоэффективность, но и устраняют ошибки ручных настроек. Авто-выбор алгоритма оптимизирует работу фермы: NiceHash Profit Switching сравнивает доходность алгоритмов с учётом курса и хешрейта и в реальном времени переключает GPU на самый выгодный вариант, учитывая энергоэффективность [4]. Awesome Miner позволяет задавать пороги (например, не переключаться, если выгода <5 %) для предотвращения лишней турбулентности при малых колебаниях прибыли [6]. Таким образом, авто-выбор снимает с оператора задачу постоянного мониторинга и ручного переключения, обеспечивая максимальное использование оборудования и энергоресурсов.

ML-подходы к настройке GPU. Методы обучения с подкреплением и байесовская оптимизация могут автоматически искать оптимальные сочетания частоты, напряжения и Power Limit с учётом нелинейных зависимостей и разброса характеристик чипов [10]. Модели на основе телеметрии (температур, ошибок) способны прогнозировать стабильные точки V/F-кривой, ускоряя автотюнинг [8, 10]. Уже сегодня первичные ML-элементы внедряются в драйверах NVIDIA: функции Reflex и авторазгон используют динамическое управление частотами на основе телеметрии, приближаясь к самообучающимся системам [9].

Пример оптимизации мощности: NVIDIA RTX 3070. Для оценки производительности RTX 3070 (Ampere, 8 ГБ GDDR6, TDP ≈ 220 W) при майнинге Ethash сравнивали два режима [5]:

- Stock: 100 % Power Limit, буст-ядер ≈ 1730 МГц, память 14 Гбит/с.
- Оптимизированный: Power Limit 60–70 % + автотюнинг частоты памяти (OC Scanner, NiceHash OCTune, HiveOS Autotune) [4].

Режим	Хешрейт (MH/s)	Потребление (W)	MH/W
Stock	52	150	0,35
Оптимизированный	60	120	0,50

Примечание: результаты варьируются в зависимости от экземпляра и условий [5].

Рост энергоэффективности на 40–50 % достигнут за счёт разгона памяти (≈ +15 % хешрейта) [11] и снижения Power Limit (–20–25 % потребления). Аналогичные данные: 61,8 MH/s при 117 W [12].

Оптимизированный режим помимо экономии энергии снижает тепловыделение (120 W vs. 150 W), что уменьшает риск перегрева и продлевает срок службы карт [2]. Автотюнинг удерживает параметры в безопасной зоне, предотвращая краши и зависания за счёт автоматических откатов при нестабильности [3]. Интеллектуальная система также регулирует охлаждение: HiveOS Autotune поддерживает целевую температуру (например, 50 °C), автоматически увеличивая обороты вентиляторов или снижая нагрузку при перегреве без участия оператора [7]. На RTX 3070 автотюнер OCTune снизил частоту ядра до 1100–1200 MHz и напряжение, разогнав память до ≈ 16 Gbps, что увеличило хешрейт на ≈ 15 % без потери стабильности [4][11]. OC Scanner автоматически подбирает безопасные частоты ядра, а профили Medium/High предотвращают сбои [3][4]; HiveOS Autotune поддерживает целевую температуру (50 °C), регулируя вентиляторы и нагрузку [7]. Real-time дашборды с «one-click» автотюнингом упрощают оптимизацию и снижают ошибки пользователя [4]. Совокупность этих методов сокращает энергопотребление на десятки процентов и обеспечивает долгосрочную стабильность майнинга.

Интеллектуальные методы автотюнинга и когнитивные интерфейсы повышают энергоэффективность майнинга RTX 3070 на 40–50 % и одновременно улучшают стабильность работы оборудования [2][4][5][11]. Авторазгон и авто-undervolting находят оптимальные частоты и напряжения, устраняя критические сбои и снижая тепловыделение [3][7]. Автоматическое переключение алгоритмов и «one-click» профили упрощают управление фермой, освобождая оператора от ручного мониторинга и снижая требования к квалификации [4][6]. Эти решения демонстрируют успешную интеграцию ИИ в майнинг и закладывают основу для будущих полностью автономных ферм с предиктивным управлением [8][9][10].

Список источников

1. U.S. Energy Information Administration (EIA). Tracking electricity consumption from U.S. cryptocurrency mining operations. 2024. URL: https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=61364 (дата обращения: 20.05.2025).

2. Ullah S. S., Bourouis S., Iqbal J., Bharany S., Gundaboina L. A Novel Optimization for GPU Mining Using Overclocking and Undervolting // Sustainability. 2022;14(14):8708. DOI 10.3390/su14148708.

3. Linda. How to Use MSI Afterburner OC Scanner to Boost GPU Performance // MiniTool Partition Wizard Blog. 2024. URL: https://www.partitionwizard.com/partitionmanager/msi-afterburner-oc-scanner.html (дата обращения: 20.05.2025).

4. NiceHash. Introducing NiceHash QuickMiner (OCTune) // NiceHash Blog. 2021. URL: https://www.nicehash.com/blog/post/introducing-nicehash-quickminer (дата обращения: 20.05.2025).

5. Minerstat. Nvidia RTX 3070 Mining Calculator – Minerstat Hardware Profiles. URL: https://minerstat.com/hardware/nvidia-rtx-3070 (дата обращения: 20.05.2025).

6. Awesome Miner Documentation. Profit Switching Introduction – GPU and CPU Mining. URL: https://support.awesomeminer.com/support/solutions/articles/35000085714-profit-switching-introduction (дата обращения: 20.05.2025).

7. Hiveon. Autotune – HiveOS Firmware Guide. 2023. URL: https://hiveos.farm/docs/autotune (дата обращения: 20.05.2025).

8. Wang Y., Hao M., He H. et al. DRLCap: Runtime GPU Frequency Capping With Deep Reinforcement Learning // IEEE Transactions on Sustainable Computing. 2024. DOI 10.1109/TSUSC.2024.3362697.

9. NVIDIA Developer. NVIDIA Reflex: Dynamic GPU Performance Optimization. URL: https://developer.nvidia.com/reflex (дата обращения: 20.05.2025).

10. Snoek J., Larochelle H., Adams R. P. Practical Bayesian Optimization of Machine Learning Algorithms // Advances in Neural Information Processing Systems. 2012;2951–2960.

11. Tom’s Hardware. NVIDIA GeForce RTX 3070 Mining and Overclocking Performance. 2024. URL: https://www.tomshardware.com/reviews/rtx-3070-mining-overclocking (дата обращения: 20.05.2025).

12. MiningClub.info. NVIDIA RTX 3070: Mining Benchmarks. URL: https://miningclub.info/mining/nvidia-rtx-3070/ (дата обращения: 20.05.2025).

Статья поступила в редакцию 19.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Слепухин Р.С. – студент кафедры «ИиПО» ФГБОУ ВО «БГТУ».
Копелиович Д.И. – к.т.н, доцент кафедры «ИиПО» ФГБОУ ВО «БГТУ».

Вклад авторов

Слепухин Р.С. - идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи.

Копелиович Д.И. - помощь в сборе материала, консультирование.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

МЕТОД АДАПТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ВНЕШНИХ ПИЛОТОВ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Игорь Георгиевич Сохин
АО «Научно-исследовательский институт авиационного оборудования», Жуковский (Московская область), Россия
isokhin@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0006-4312-4312

Аннотация. В Стратегии развития беспилотной авиации РФ одним из ключевых направлений является подготовка кадров и, в частности, внешних пилотов. В настоящее время наблюдается "разрыв компетенций", когда квалификация специалистов отрасли не соответствует ожиданиям потребителей услуг беспилотных авиационных систем. Создание эффективной системы подготовки внешних пилотов беспилотных авиационных систем критически важная проблема. В статье анализируется эффективность традиционного подхода к подготовке пилотов, сформулированы его недостатки. Как альтернатива рассматривается метод адаптивного моделирования компетенций (АМК-метод), который был разработан для управления состояниями подготовленности космонавтов в процессе их тренажерной подготовки. Предлагается использовать АМК-метод в качестве научно-методической основы АСУ ТП – автоматизированной системы управления технологическими процессами подготовки внешних пилотов.

***Ключевые слова*:** АМК-метод, адаптивное управление, байесовский вывод, беспилотная авиационная система, БАС, вероятностное программирование, внешний пилот, качество деятельности, компетентность, моделирование компетенций, нештатная ситуация, оператор, профессиональная подготовленность, статистическое моделирование.

***Для цитирования*:** Сохин И.Г. Метод адаптивного моделирования компетенций внешних пилотов беспилотных авиационных систем // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 248-254.

Актуальность проблемы создания эффективной системы подготовки внешних пилотов БАС

С 1 января 2024 года в России запущен национальный проект «Беспилотные авиационные системы» (далее — БАС), который определяет ключевые

© Сохин И.Г., 2025

приоритеты развития беспилотной авиации как минимум до 2030 года. В соответствии с базовым сценарием Стратегии развития беспилотной авиации Российской Федерации [1] планируется к 2030 году увеличить объем российского рынка беспилотных авиационных систем до более 1 млн. единиц, количество сертифицированных типов БАС различного назначения до 30 единиц.

В рамках Стратегии одним из ключевых направлением развития БАС является подготовка кадров для беспилотной авиации. К 2030 году планируется увеличить количество специалистов в сфере БАС, находящихся в

цифровом реестре сертифицированных кадров, до 1,1 млн. человек. Однако, в Стратегии отмечается, что настоящее время создаются зоны "разрыва компетенций" - квалификация пилотов не соответствует ожидаемым потребностям потребителей услуг БАС. Поставлена задача создания системы непрерывного образования специалистов сферы беспилотных авиационных систем и подтверждения их квалификации.

Особенно остро стоит проблема подготовки операторов легких БАС и *внешних пилотов*, управляющих БАС весом более 30 кг. Далее для упрощения изложения все категории наземных операторов, пилотирующих БАС, будем называть *внешними пилотами.* Ключевой спецификой БАС, как эргатической системы, является перемещение пилота из кабины воздушного судна на землю. Контроль полета и состояние автоматизированных бортовых систем БАС внешние пилоты осуществляют удаленно, присутствуя на борту лишь виртуально. Кроме того, передача бортовым системам БАС ряда рутинных функций получения, обработки, анализа полетной информации, автоматического выполнения управляющих команд неуклонно приводит к смещению акцентов в деятельности внешних пилотов в сторону борьбы с нештатными ситуациями. Эти обстоятельства следуют учитывать при создании перспективной системы подготовки внешних пилотов.

Таким образом, специфика управления БАС в совокупности с потребностями отрасли в большом количестве квалифицированных пилотов делают актуальной проблему создания эффективной системы подготовки и сертификации внешних пилотов для гарантированного достижения требуемого *качества* их *профессиональной подготовленности*.

Анализ традиционного подхода к подготовке пилотов

Деятельность внешних пилотов во многом подобна деятельности летного состава. Поэтому перспективная система подготовки внешних пилотов должна опираться на существующую научно-методическую базу подготовки летчиков.

Научно-обоснованная методология подготовки летного состава основана на формировании адекватного, устойчивого *образа полета* и готовности действовать в незнакомых *нештатных ситуациях* [2-4]. На практике это достигается за счет постепенного нарастания сложности тренировочных заданий путем ввода разнообразных нештатных ситуаций, связанных с неопределенностью информации, новизной, необходимостью принятия ответственных альтернативных решений в режиме реального времени.

В рамках традиционного подхода система управления подготовкой пилотов представлена классом моделей «вход-выход» с ограниченной обратной связью по текущему состоянию подготовленности обучаемых. Подобные модели динамических систем характеризуют только внешнее поведение обучаемых и описываются следующим кортежем:

$$\Sigma^1 =< T, U, Y, \Omega_c, \Gamma >, \qquad (1)$$

где: T – упорядоченное множество моментов времени (тренировок); U – множество значений входных величин (тренировочных заданий); Y - множество значений выходных величин (результатов действий пилота); Ω_c – пространство функций $u(t)$, описывающих допустимые входные воздействия; Γ - пространство функций $y(t)$, описывающих изменение по времени выходных величин.

Недостатки традиционного подхода:

1. Закон управления подготовкой задан априорно программой заданий на каждую тренировку. Поэтому адаптивное управление подготовкой по состояниям их подготовленности невозможно.
2. При многообразии условий выполнения полетных операций и представления множества нештатных ситуаций, что характерно для обучения пилотов, практически невозможно получить статистические оценки их подготовленности из-за недостаточности однородных статистических данных.
3. В силу причин, указанных в п.2, требования к качеству подготовки пилотов не могут быть заданы количественно, например, в виде вероятностей безошибочного выполнения полетных заданий. Как следствие, результаты подготовленности пилотов могут не удовлетворять ожидания заказчиков.
4. Сертификация пилотов производится по результатам его деятельности на экзамене, на котором обучаемому предъявляется ограниченная выборка тренировочных заданий. В результате полученная квалификация пилота может не соответствовать фактическому уровню его подготовленности.

Таким образом, традиционный подход к управлению подготовкой оказываются неэффективными для подготовки и сертификации внешних пилотов, т.к. он не способен в полной мере гарантировать достижение необходимого *качества* их *профессиональной подготовленности*.

Альтернативный подход к управлению подготовкой пилотов: метод адаптивного моделирования компетенций операторов (АМК-метод)

Для преодоления недостатков традиционного подхода к управлению системой тренажерной подготовки космонавтов автором статьи был предложен альтернативный *метод адаптивного моделирования компетенциями* (АМК-метод) операторов.

Под *адаптивным моделированием состояний компетенций* операторов понимается формализованный процесс, включающий создание структурированной системы компетенций операторов с заданием соответствующих метрик и построение математических моделей, необходимых для адаптивного управления состояниями компетенций в ходе подготовки.

Теоретически АМК-метод основан на переходе от традиционной динамической системы «вход-выход» к динамической системе с внутренними пространствами состояний «вход-состояние компетенций оператора-выход:

$$\Sigma^2 =< T, U, Y, X, \Omega_c, \Gamma, \psi, \phi >. \qquad (2)$$

В (2) в дополнение к (1) используются следующие обозначения: X - множество переменных величин, характеризующих состояние компетенций оператора; ψ – переходная функция, характеризующая зависимость элементов множества состояний X от входных величин U и прежнего состояния; ϕ – выходная функция, характеризующая зависимость элементов множества выходов Y от входной величины и состояния.

Особенностью систем в пространстве состояний, в отличие от моделей «вход-выход», является принципиальная возможность оторванности (абстрактности) структуры и переменных модели от наблюдаемых величин в реальном мире. Реализация сложных вычислительных процедур АМК-метода в современных условиях может быть обеспечена технологиями статистического анализа больших данных (Data Science) и искусственного интеллекта. Подробнее с АМК-методом можно ознакомиться в публикациях [6-11].

На основе АМК-метода появляется возможность получения статистических оценок состояния компетенций экипажей и прогнозных оценок вероятности успешного выполнения полетных заданий. По сути, это означает создание цифрового двойника экипажа, который может использоваться для совершенствования как процессов подготовки, так и процессов обеспечения безопасности и надежности космических полетов в целом.

Например, оценка каждой компетенции может быть представлена как функция распределения $F\big(X_i(t)\big) = P\big(U = U_u^\alpha, Y = S_j\big)$ вероятности ошибок, причиной которых явилась недостаточность данной компетенции, по уровням сложности задания U_u^α и критичности исходов S_j. На рис.1 представлен пример временного среза оценки отдельно взятой компетенции экипажа.

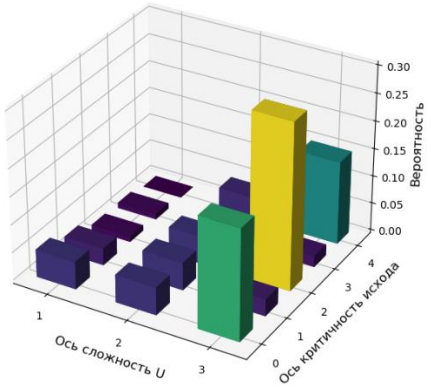


Рис. 1. Временной срез оценки компетенции экипажа

Рекомендации по применению и реализации АМК-метода для подготовки внешних пилотов БАС

На основе АМК-метода может быть создана АСУ ПВП - автоматизированная система управления подготовкой внешних пилотов БАС, ориентированная на непрерывное улучшение процессов как практического, так и теоретического обучения. Цикл непрерывного улучшения процессов подготовки представлен на рис. 2.



Рис 2. Цикл непрерывного улучшения процессов подготовки

Технологические решения по созданию АСУ ПВП на базе АМК-метода являются адаптируемыми к различным программам подготовки и масштабируемыми как в ширину, так и в глубину. Масштабирование в ширину означает возможность целевой подготовки для управления различными типами БАС, для решения конкретных задач и достижения определенных уровней квалификации пилотов. Масштабирование по глубине предполагает расширение функционала системы управления подготовкой пилотов и точности (достоверности) оценок их подготовленности за счет применения более совершенных технологий искусственного интеллекта.

Имеется множество вариантов реализации АМК-метода в целях создания АСУ ПВП. Все зависит структур данных и способов их обработки. Самый простой вариант решения, когда все оценки делаются инструкторами «вручную» и затем выполняется статистическая обработка полученных данных. Для этого достаточно использования таблиц Excel (как было апробировано в Центре подготовки космонавтов). Для представления более сложных структур данных потребуется использование различных библиотек для Python, таких как Pandas, NumPy, Matplotlib и других [12]. Структурированное представление данных – самый важный этап в использовании искусственного интеллекта. Если задача сведена к датасету – она наполовину решена. Потому что дальше понятно, что делать - формировать признаки, обучать модель, валидировать качество модели. Это уже не искусство, а просто сложная техническая задача. Для статистического анализа имеются разнообразные методы статистического моделирования от классической частотной статистики до машинного обучения, содержащиеся в библиотеках Statsmodels, SciPy, Scikit-learn, TensorFlow и других. Перспективным для реализации АМК-метода представляется байе-

совское направление статистического моделирования и вероятностного машинного обучения [13]. Байесовский вывод, который позволяет обновлять вероятности гипотез о состояниях компетенций пилота по мере поступления новых данных в ходе тренировок, имеет преимущества при малых (недостаточно больших) данных. Для построения сложных байесовских моделей и вероятностного программирования на Python используется мощная библиотека PyMC.

Общий вывод

Применение АМК-метода с опорой на использование современных технологий искусственного интеллекта позволяет создать эффективную автоматизированную систему управления подготовкой внешних пилотов БАС, обеспечивающую управляемость процесса достижения требуемого, количественно заданного, качества профессиональной подготовленности обучаемых.

Моделирование компетенций помогает структурировать обучение, а статистический анализ — оптимизировать его на основе данных. Сочетание моделирования компетенций и статистического анализа превращает подготовку внешних пилотов БАС в наукоемкий процесс, где:

- каждый навык формализован и измерим;
- обучение персонализируется на основе данных;
- риски ошибок прогнозируются и минимизируются.

Список источников

1. Стратегия развития беспилотной авиации РФ на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года.
2. Пушкин В.Н. Оперативное мышление в больших системах. М., 1965. 376 с.
3. Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А. Образ в системе психической регуляции деятельности. М.: Наука, 1986. 176 с.
4. Пономаренко В.А., Завалова Н.Д. Практическая психология. Проблемы безопасности летного труда. М.: Наука, 1994. 208 с.
5. Картамышев П.В., Игнатович М.В., Оркин А.И. Методика летного обучения. М.: Транспорт, 1987. 279 с.
6. Патент на изобретение № 2599135. Способ адаптивного управления тренажерной подготовкой операторов сложных систем. Авторы: Долгов П.П., Саев В.Н., Сохин И.Г., Суворова Т.А. Зарегистрировано в Гос. реестре изобретений РФ 12.09.2016.
7. Сохин И.Г. Моделирование состояний компетентности космонавтов в процессе тренажерной подготовки // Космонавтика и ракетостроение. 2011. Т. 65, № 4. С. 180-185.
8. Сохин И.Г. Адаптивно-компетентностный подход к решению проблемы управления качеством подготовки космонавтов в интересах гарантированного обеспечения заданного уровня безопасности и надежности космических полетов // Пилотируемые полеты в космос. 2012. № 1 (3). С. 36-48.

9. Сохин И.Г. Адаптивное управление тренажерной подготовкой космонавтов в интересах гарантированного обеспечения безопасности космических полетов // Труды 12 Всероссийского совещания по проблемам управления. Москва: ИПУ РАН, 2014. С. 9131-9139. ISBN 978-5-91450-151-5.

10. Сохин И.Г. Метод адаптивного управления тренажерной подготовкой космонавтов по состоянию их операторских компетенций // Труды международной научно-практической конференции «Психология труда, инженерная психология и эргономика 2014», 3-5 июля 2014 г., Санкт-Петербург. С. 333-340.

11. Сохин И.Г. Моделирование процессов тренажерной подготовки летных экипажей в интересах гарантированного обеспечения безопасности полетов // Научный вестник МГТУ ГА. 2014. № 204 (6). С. 85-89.

12. Уэс Маккинни. Python и анализ данных. Первичная обработка данных с применением pandas, NumPy и Jupiter / пер. с англ. А.А. Слинкина. 3-е изд. М.: МК Пресс, 2023. 536 с.

13. Кэмерон Дэвидсон-Пилон. Вероятностное программирование и байесовские методы для хакеров. URL: https://dataorigami.net/Probabilistic-Programming-and-Bayesian-Methods-for-Hackers/ (дата обращения: 09.04.2025).

Статья поступила в редакцию 16.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Сохин И.Г. – д.т.н., доцент, действительный член Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, главный научный сотрудник АО «Научно-исследовательский институт авиационного оборудования», международный идентификационный номер автора: Author-ID-РИНЦ 580-916.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ СОСТОЯНИЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ОПЕРАТОРОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Игорь Георгиевич Сохин
АО «Научно-исследовательский институт авиационного оборудования», Жуковский (Московская область), Россия
isokhin@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0006-4312-4312

Аннотация. В статье предлагается новый взгляд на подготовку операторов интеллектуальных мобильных роботов. Доказывается несостоятельность традиционного подхода к управлению подготовкой операторов, взаимодействующих с системами искусственного интеллекта. Как альтернатива рассматривается оригинальный метод адаптивного моделирования компетенций (АМК-метод) операторов. Даются рекомендации по применению и реализации АМК-метода для управления подготовкой операторов интеллектуальных мобильных роботов.

***Ключевые слова*:** АМК-метод, адаптивное моделирование компетенций, байесовский вывод, вероятностное программирование, качество деятельности, компетентность, мобильный робот, нештатная ситуация, оператор, профессиональная подготовленность, статистическое моделирование.

***Для цитирования*:** Сохин И.Г. Статистическое моделирование продуктивных состояний компетентности операторов интеллектуальных мобильных роботов // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 255-262.

Актуальность проблемы совершенствования подготовки операторов интеллектуальных мобильных роботов

Внедрение технологий искусственного интеллекта в эргатические системы различного назначения сопряжено с возникновением ряд новых актуальных методологических проблем взаимодействия человека-оператора с системами искусственного интеллекта. Одной из таких проблем является необходимость трансформации системы подготовки операторов, управляющих интеллектуальными мобильными роботами (далее - ИМР). Здесь под мобильным роботом понимается широкий класс роботов, способных к перемещению в пространстве. К ним, в частности, относятся современные пилотируемые и ав-

© Сохин И.Г., 2025

томатические космические аппараты, авиационные, водные, железнодорожные, автомобильные и другие автоматизированные транспортные системы. Ключевой спецификой деятельности операторов ИМР в эргатической системе, в которой многие управленческие функции переданы роботу, по-видимому, станет смещение акцентов в сторону борьбы с нештатными ситуациями.

Подобное происходило с подготовкой космонавтов при переходе от аналоговых систем управления космическими аппаратами к цифровым. Этот

переход сопровождался существенным усложнением алгоритмов управления и, как следствие, возрастанием разнообразия откликов системы на различные ситуации. И хотя цифровые системы управления были существенно интеллектуальнее аналоговых и обеспечивали высокую степень автоматизации процессов, система подготовки космонавтов была переориентирована на обнаружении и парировании множества нештатных ситуаций, связанных с неправильным функционированием автоматики [1].

Научно-обоснованная методология подготовки летного состава и космонавтов основана на формировании адекватного, устойчивого *образа полета* и готовности действовать в незнакомых *нештатных ситуациях* [2-5]. На практике это достигается за счет постепенного нарастания сложности тренировочных заданий путем ввода разнообразных нештатных ситуаций, связанных с неопределенностью информации, новизной, необходимостью принятия ответственных альтернативных решений в режиме реального времени. К сожалению, реализуя данную методологию на практике, в рамках традиционного подхода к управлению подготовкой операторов невозможно получать статистические оценки качества подготовленности операторов. Тем самым не обеспечивается гарантия качества подготовки операторов к действиям в нештатных ситуациях.

Анализ традиционного подхода к управлению подготовкой операторов

1. В рамках традиционного подхода система управления подготовкой операторов представлена классом моделей «вход-выход» с ограниченной обратной связью по текущему состоянию подготовленности обучаемых. Подобные модели динамических систем характеризуют только внешнее поведение обучаемых и описываются следующим кортежем:

$$\Sigma^1 =< T, U, Y, \Omega_c, \Gamma >, \qquad (1)$$

где: T – упорядоченное множество моментов времени (тренировок); U – множество значений входных величин (тренировочных заданий); Y - множество значений выходных величин (результатов действий пилота); Ω_c – пространство функций $u(t)$, описывающих допустимые входные воздействия; Γ - пространство функций $y(t)$, описывающих изменение по времени выходных величин.

Главной особенностью традиционного подхода является рассмотрение человека-оператора как «черного ящика», у которого отсутствует внутренняя структура. Поэтому понятия качества деятельности и качество подготовлен-

ности (компетентности) оператора отождествляются. В действительности, качество деятельности и качество подготовленности хотя и взаимосвязаны, но не тождественны. Первое понятие характеризует результат деятельности, а второе – свойства самого оператора. Для пояснения приведем определения этих понятий.

Качество деятельности – совокупность существенных свойств деятельности оператора, обеспечивающих достижение поставленной цели в заданных условиях [6].

Профессионализм (компетентность) специалиста – совокупность свойств специалиста – личностных и квалификационных (знания, навыки, умения), определяющих успешность его профессиональной деятельности [6].

В результате отождествления понятий в процессе управления отсутствует обратная связь между наблюдаемыми оценками результатов деятельности оператора и оценками внутренних состояний его компетентности.

Недостатки традиционного подхода:

5. Закон управления подготовкой задан априорно программой заданий на каждую тренировку. Поэтому адаптивное управление подготовкой по состояниям их подготовленности невозможно.

6. При многообразии условий выполнения полетных операций и представления множества нештатных ситуаций, что характерно для обучения операторов, практически невозможно получить статистические оценки их подготовленности из-за недостаточности однородных статистических данных.

7. В силу причин, указанных в п.2, требования к качеству подготовки операторов не могут быть заданы количественно, например, в виде вероятностей безошибочного выполнения полетных заданий с учетом возможных нештатных ситуаций. Как следствие, результаты подготовленности операторов могут не удовлетворять ожидания заказчиков.

8. Сертификация операторов производится по результатам его деятельности на экзамене, на котором обучаемому предъявляется ограниченная выборка тренировочных заданий. В результате полученная квалификация оператора может не соответствовать фактическому уровню его подготовленности.

Таким образом, традиционный подход к управлению подготовкой оказывается неэффективным для подготовки и сертификации операторов ИМР, т.к. он не способен в полной мере гарантировать достижение необходимого *качества* их *профессиональной подготовленности* в отношении действий в нештатных ситуациях. В связи с этим в настоящее время возникают зоны "разрыва компетенций", когда темпы внедрения технологий искусственного интеллекта опережают возможности существующих систем подготовки операторов.

Альтернативный подход: метод адаптивного моделирования компетенций операторов (АМК-метод)

Для преодоления недостатков традиционного подхода к управлению системой тренажерной подготовки космонавтов автором статьи был предложен

альтернативный *метод адаптивного моделирования компетенциями* (АМК-метод) операторов.

Под *адаптивным моделированием состояний компетенций* операторов понимается формализованный процесс, включающий создание структурированной системы компетенций операторов с заданием соответствующих метрик и построение математических моделей, необходимых для адаптивного управления состояниями компетенций в ходе подготовки.

Теоретически АМК-метод основан на переходе от традиционной динамической системы «вход-выход» к динамической системе с внутренними пространствами состояний «вход-состояние компетенций оператора-выход:

$$\Sigma^2 =< T, U, Y, X, \Omega_c, \Gamma, \psi, \phi >. \qquad (2)$$

В (2) в дополнение к (1) используются следующие обозначения: $X = F(U,Y)$ - множество переменных величин, характеризующих состояние компетенций оператора; $\psi : U \to X$ – переходная функция, характеризующая зависимость элементов множества состояний X от входных величин U и прежнего состояния; $\varphi : U \times X \to Y$ – выходная функция, характеризующая зависимость элементов множества выходов Y от входной величины и состояния.

Особенностью систем в пространстве состояний, в отличие от моделей «вход-выход», является принципиальная возможность оторванности (абстрактности) структуры и переменных модели от наблюдаемых величин в реальном мире. Реализация сложных вычислительных процедур АМК-метода в современных условиях может быть обеспечена технологиями статистического анализа больших данных (Data Science) и искусственного интеллекта. Подробнее с АМК-методом можно ознакомиться в публикациях [7-12].

На основе АМК-метода появляется возможность получения статистических оценок состояния компетенций операторов и прогнозных оценок вероятности успешного выполнения полетных заданий. По сути, это означает создание цифрового двойника оператора, который может использоваться для совершенствования как процессов его подготовки, так и процессов обеспечения безопасности и надежности его практической деятельности в целом.

Например, оценка каждой компетенции может быть представлена как функция распределения $F\big(X_i(t)\big) = P\big(U = U_u^{\alpha}, Y = S_j\big)$ вероятности ошибок, причиной которых явилась недостаточность данной компетенции, по уровням сложности задания U_u^{α} и критичности исходов S_j. На рис.1 представлен пример временного среза оценки отдельно взятой компетенции оператора.

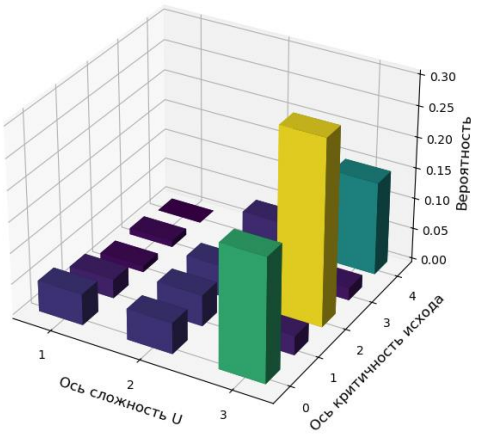


Рис. 1. Временной срез оценок компетенций оператора

Имея в ходе подготовки распределение ошибок оператора по разным компетенциям, можно адаптивно управлять состояниями его подготовленности, проектируя оптимальную траекторию обучения. Например, текущее состояние верхнего уровня компетенций оператора может быть представлено в виде диаграммы (рис. 2). Диаграмма позволяет выявлять «слабые места» в состоянии компетентности конкретного оператора и персонализировать программы его обучения, подбирая адекватные тренировочные задания.

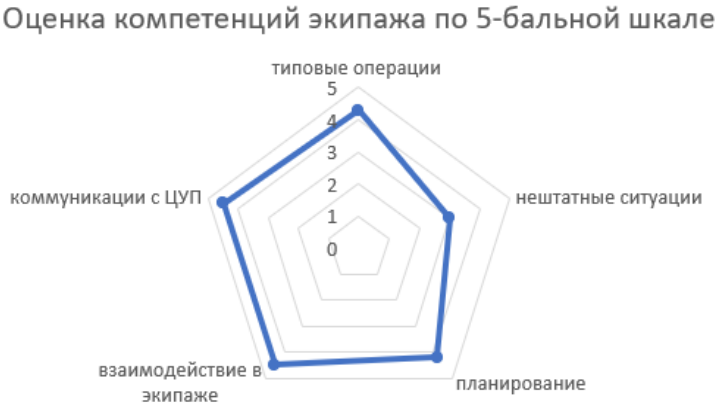


Рис. 2. Пример диаграммы оценки текущего состояния компетенций

Путем композиции компетенций, которые задействованы в структуре выполнения конкретного полетного задания оператора, могут быть аналитически вычислены прогнозные оценки вероятности совершения им критических ошибок и, как следствие, оценена вероятность успешного выполнения этого задания.

Рекомендации по применению и реализации АМК-метода для подготовки операторов ИМР

На основе АМК-метода может быть создана АСУ ПО - автоматизированная система управления подготовкой операторов ИМР, ориентированная на непрерывное улучшение процессов как практического, так и теоретического обучения. Цикл непрерывного улучшения процессов подготовки представлен на рис. 3.



Рис 3. Цикл непрерывного улучшения процессов подготовки операторов

Технологические решения по созданию АСУ ПО на базе АМК-метода являются адаптируемыми к различным программам подготовки и масштабируемыми как в ширину, так и в глубину. Масштабирование в ширину означает возможность целевой подготовки для управления различными типами ИМР, для решения конкретных задач и достижения определенных уровней квалификации операторов. Масштабирование по глубине предполагает расширение функционала системы управления подготовкой операторов и точности (достоверности) оценок их подготовленности за счет применения более совершенных технологий искусственного интеллекта.

Имеется множество вариантов реализации АМК-метода в целях создания АСУ ПО. Все зависит структур данных и способов их обработки. Самый простой вариант решения, когда все оценки делаются инструкторами «вручную» и затем выполняется статистическая обработка полученных данных. Для этого достаточно использования таблиц Excel (как было апробировано в Центре подготовки космонавтов). Для представления более сложных структур данных потребуется использование различных библиотек для Python, таких как Pandas, NumPy, Matplotlib и других [13]. Структурированное представление данных – самый важный этап в использовании искусственного интеллекта. Если задача сведена к датасету – она наполовину решена. Потому что дальше понятно, что делать - формировать признаки, обучать модель, валидировать качество модели. Это уже не искусство, а просто сложная техническая задача. Для статистического анализа имеются разнообразные методы статистического моделирования от классической частотной статистики до машинного обучения, содержащиеся в библиотеках Statsmodels, SciPy, Scikit-learn, TensorFlow и других. Перспективным для реализации АМК-метода представляется байесовское направление статистического моделирования и вероятностного машинного обучения [14]. Байесовский вывод, который позволяет обновлять вероятности гипотез о состояниях компетенций оператора по мере поступления

новых данных в ходе тренировок, имеет преимущества при малых (недостаточно больших) данных. Для построения сложных байесовских моделей и вероятностного программирования на Python используется мощная библиотека PyMC.

Общий вывод

Инновационный метод адаптивного моделирования компетенций открывает новую парадигму подготовки операторов эргатических систем с искусственным интеллектом. В отличие от традиционной парадигмы подготовки, основанной на моделях «вход-выход» с ограниченной обратной связью по текущему состоянию подготовленности операторов, применение АМК-метода, основанного на моделях «вход-состояние компетентности-выход», позволяет с опорой на использование современных технологий статистического моделирования обеспечить адаптивное управление состояниями компетентности операторов и, тем самым, гарантировать достижение требуемого, количественно заданного, качества профессиональной подготовленности обучаемых.

Моделирование компетенций помогает структурировать обучение, а статистический анализ — оптимизировать его на основе данных. Сочетание моделирования компетенций и статистического анализа превращает подготовку операторов ИМР в наукоемкий процесс, где:

- каждый навык формализован и измерим;
- обучение персонализируется на основе данных;
- риски ошибок прогнозируются и минимизируются.

Список источников

1. Сохин И.Г. Ожидаемые проблемы человеко-машинного взаимодействия в системах искусственного интеллекта // Эргодизайн. № 3 (25). 2024. С. 374-385. URL: http://dx.doi.org/10.30987/2658-4026-2024-3- 374-385.

2. Пушкин В.Н. Оперативное мышление в больших системах. М., 1965. 376 с.

3. Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А. Образ в системе психической регуляции деятельности. М.: Наука, 1986. 176 с.

4. Пономаренко В.А., Завалова Н.Д. Практическая психология. Проблемы безопасности летного труда. М.: Наука, 1994. 208 с.

5. Картамышев П.В., Игнатович М.В., Оркин А.И. Методика летного обучения. М.: Транспорт, 1987. 279 с.

6. ГОСТ РВ 29.08.002-2005. Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения. Эргономическое обеспечение. Основные положения.

7. Патент на изобретение № 2599135. Способ адаптивного управления тренажерной подготовкой операторов сложных систем. Авторы: Долгов П.П., Саев В.Н., Сохин И.Г., Суворова Т.А. Зарегистрировано в Гос. реестре изобретений РФ 12.09.2016.

8. Сохин И.Г. Моделирование состояний компетентности космонавтов в процессе тренажерной подготовки // Космонавтика и ракетостроение. 2011. Т. 65, № 4. С. 180-185.

9. Сохин И.Г. Адаптивно-компетентностный подход к решению проблемы управления качеством подготовки космонавтов в интересах гарантированного обеспечения заданного уровня безопасности и надежности космических полетов // Пилотируемые полеты в космос. 2012. № 1 (3). 36-48 с.

10. Сохин И.Г. Адаптивное управление тренажерной подготовкой космонавтов в интересах гарантированного обеспечения безопасности космических полетов // Труды 12 Всероссийского совещания по проблемам управления. Москва: ИПУ РАН, 2014. С. 9131-9139. ISBN 978-5-91450-151-5.

11. Сохин И.Г. Метод адаптивного управления тренажерной подготовкой космонавтов по состоянию их операторских компетенций // Труды Международной научно-практической конференции «Психология труда, инженерная психология и эргономика 2014», 3-5 июля 2014 г., Санкт-Петербург. С. 333-340.

12. Сохин И.Г. Моделирование процессов тренажерной подготовки летных экипажей в интересах гарантированного обеспечения безопасности полетов // Научный вестник МГТУ ГА. 2014. № 204 (6). С. 85-89.

13. Уэс Маккинни. Python и анализ данных. Первичная обработка данных с применением pandas, NumPy и Jupiter / пер. с англ. А.А. Слинкина. 3-е изд. М.: МК Пресс, 2023. 536 с.

14. Кэмерон Дэвидсон-Пилон. Вероятностное программирование и байесовские методы для хакеров. URL: https://dataorigami.net/Probabilistic-Programming-and-Bayesian-Methods-for-Hackers/ (дата обращения: 09.04.2025).

Статья поступила в редакцию 16.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Сохин И.Г. – д.т.н., доцент, действительный член Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, главный научный сотрудник АО «Научно-исследовательский институт авиационного оборудования», международный идентификационный номер автора: Author-ID-РИНЦ 580-916.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИИ ДВИЖЕНИЯ ГРАЖДАНСКОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА В ЗОНЕ АЭРОДРОМА

Марина Алексеевна Сочнева[1]✉, Эмма Дмитриевна Глухова[2], Юрий Сергеевич Попов[3], Сергей Юрьевич Шалов[4], Сергей Вячеславович Яцков[5]
[1, 2, 3, 4, 5]ФАУ «ГосНИИАС», Москва, Россия
[1]masochneva@gosniias.ru✉, https://orcid.org/0009-0000-8282-1002
[2]edgluhova@gosniias.ru, https://orcid.org/0000-0001-8814-6685
[3]yspopov@gosniias.ru, https://orcid.org/0009-0003-4966-9880
[4]syshalov@gosniias.ru, https://orcid.org/0009-0007-8127-1388
[5]svyatskov@gosniias.ru, https://orcid.org/0009-0000-3617-7367

Аннотация. Рассматриваются актуальные проблемы обеспечения безопасности в зоне аэродрома, акцентируя внимание на значимости человеческого фактора и роли современного технологического оснащения в процессе взаимодействия экипажа и служб управления воздушным движением. Анализируются традиционные способы навигации и предлагаются новые решения, направленные на сокращение влияния человеческого фактора путём автоматизации коммуникационных процессов. Основное внимание уделено перспективной технологии цифровых сообщений, обеспечивающей надежное и эффективное взаимодействие экипажа и УВД в режиме реального времени.

***Ключевые слова*:** авиация, безопасность, руление, навигация, CPDLC, человеческий фактор, AMM (функция движения в зоне аэродрома), автоматизированные системы поддержки принятия решений.

***Для цитирования*:** Сочнева М.А., Глухова Э.Д., Попов Ю.С., Шалов С.Ю., Яцков С.В. Перспективный человеко-машинный интерфейс для обеспечения функции движения гражданского воздушного судна в зоне аэродрома // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 263-268.

Безопасность аэродромной зоны – критически важный, но недостаточно проработанный аспект безопасности полетов в мировой гражданской авиации. Для навигации в зоне аэродрома пилоты используют визуальные ориентиры (маркировки аэродрома, знаки и огни), бумажные или электронные карты аэродромов, а также указания диспетчеров службой управления воздушным движением (УВД), полученные с использованием средств радиосвязи. Маршруты руления разрабатываются службой управления воздушным движением

© Сочнева М.А., Глухова Э.Д., Попов Ю.С., Шалов С.Ю., Яцков С.В., 2025

(УВД), которая координирует перемещение воздушных судов, используя стандартизированные команды и специализированные обозначения элементов аэродромной инфраструктуры [1]. Однако высокая нагрузка на экипаж, сложная планировка аэродрома, интенсивное движение других участников и ограниченная видимость увеличивают вероятность дезориентации, что может привести к авиационным инцидентам. Статистика

показывает, что значительная часть авиационных происшествий

происходит именно на этапах руления, взлета и посадки. В условиях интенсивного наземного и воздушного трафика, недостаточной видимости, человеческих ошибок, сложности координации между экипажами и диспетчерами возрастает риск инцидентов, связанных с несанкционированных занятий рабочей взлетно-посадочной полосы (ВПП) (Runway Incursions), потерей ориентации на аэродроме (Aerodrome) и выкатыванием за пределы ВПП при взлете и посадке (Runway Excursion) [2].

Официальное изучение случаев, относящихся к категории «Безопасность на ВПП» началось в 1980-х годах после нескольких громких инцидентов, связанных с несанкцанированным занятием рабочей ВПП и критическими столкновениями воздушных судов, движущихся по поверхности аэропорта. Один из самых ранних отчетов на эту тему был опубликован в 1986 году Американским национальным советом по безопасности на транспорте (National Transportation Safety Board - NTSB) под названием «Нарушения правил безопасности на взлетно-посадочных полосах в контролируемых аэропортах Соединенных Штатов». Отчет в основном опирался на самый трагичный и крупный инцидент в авиации, связанный с несанкцанированным занятием рабочей ВПП, который произошел 27 марта 1977 года в аэропорту Лос-Родеос на острове Тенерифе. Два самолета Boeing 747 - KLM и Pan American - столкнулись на ВПП во время руления в условиях плотного тумана. Ошибочная команда диспетчера и несогласованные действия пилотов привели к катастрофе, в результате которой погибли 583 человека [3]. Эта авиакатастрофа стала катализатором для специального расследования с целью изучения отдельных инцидентов на взлетно-посадочной полосе, чтобы определить их основные причины и рекомендовать соответствующие меры по исправлению положения.

Одним из перспективных направлений снижения числа авиационных инцидентов в зоне аэродрома является интеграция специализированного программного обеспечения в бортовое оборудование воздушных судов. Такие решения обеспечивают оперативный обмен данными между экипажем и диспетчерскими службами в режиме реального времени, что существенно повышает уровень координации и снижает риски возникновения опасных ситуаций.

В настоящее время в авиации применяются различные системы коммуникации между экипажем и службами управления воздушным движением. Наиболее распространённым остаётся классический метод радиосвязи в открытом эфире, обладающий определёнными достоинствами и недостатками. К его преимуществам относится гибкость формулировок и адаптивность

диалога. Однако этому способу присущи существенные ограничения: необходимость ожидания освобождения канала связи, зависимость качества передачи от внешних условий, что может приводить к помехам и искажению информации. Альтернативным методом, получившим распространение сравнительно недавно, выступает технология Controller - Pilot Data Link Communications (CPDLC) - цифровая система обмена сообщениями между экипажем и диспетчерами. Эта система обеспечивает ряд существенных преимуществ: автоматизация процессов формирования и обработки сообщений, снижающая риски человеческого фактора, а также устранение проблем, связанных с очередью при использовании открытого эфира; повышение точности передаваемых данных, исключая возможность двусмысленности или неправильного понимания распоряжений [4].

В данный момент карта аэродрома представлена экипажу в виде бумажных карт, цифровой карты на планшете или навигационном дисплее. Цифровые сообщения CPDLC дают возможность интерпретировать маршрут руления от диспетчера на интерактивной карте аэродрома (AMM – Функция движения в зоне аэродрома), что может значительно снизить информационную нагрузку на пилотов [5].

Например, маршрут руления в зоне аэродрома может быть передан, как голосом: «AFL 990, Шереметьево – Руление, стоянка 28 Альфа, по РД 14, пересечение ВПП 07L.25R, РД 4, Main Twy Альфа», так и в цифровом виде на экране главного пилотажного дисплея: «TAXI TO STAND 28A VIA 14; CROSS RUNWAY 07L.25R; 4; Main Twy A». Как видно из примера, цифровая форма передачи информации обладает рядом преимуществ:

– исключает необходимость запоминания – маршрут всегда перед глазами;

– снижает когнитивную нагрузку – у экипажа больше времени на контроль окружающей обстановки;

– минимизирует риски неверной интерпретации – команды передаются в стандартизированном формате без двусмысленности.

На рисунке 1 представлен пример отображения маршрута руления через систему CPDLC на главном пилотажном дисплее.



Рисунок 1 Кадр индикации главного пилотажного дисплея с цифровым сообщением CPDLC

После получения маршрута руления от УВД в формате CPDLC, пилот может ознакомиться с сообщением на экране главного пилотажного дисплея и принять решение о возможности реализации этого маршрута (кнопки «ACCEPT» и «REJECT»). Эта технология дает возможность интерпретировать предлагаемый маршрут руления от УВД на АММ и оценить его. После одобрения («ACCEPT») маршрут руления останется на экране навигационного дисплея [5].



Рисунок 2 Кадр индикации навигационного дисплея с одобренным маршрутом руления

Важным аспектом этой технологии является точное позиционирование ВС относительно критических зон аэродрома, что значительно снижает риск ошибок при движении по поверхности. Пилоты получают ясное представление о своем местоположении и маршруте, что позволяет избежать ошибок, таких как несанкционированный выезд на активную ВПП или нарушение правил

руления. Особенно это важно в условиях плохой видимости или на аэродромах с интенсивным движением.

Список источников

1. Требования пользователей к картографической информации аэродрома от 22.09.2015 № RTCA DO-272D. RTCA, Inc. 2015.
2. Безопасность на ВПП. Система управления безопасностью полетов. Изменения в российском законодательстве, происшедшие в течение 2014 года / Росавиация. URL: https://favt.gov.ru/public/materials//a/4/c/5/9/a4c59f612ad69ccf1fd64e40defd2b8e.pdf (дата обращения: 11.05.2025).
3. National Transportation Safety Board Runway Incursions at Controlled Airports in the United States. Vol. SIR-86-01. Washington, D.C.: UNITED STATES GOVERNMENT, 1986.
4. Попов Ю.С., Шалов С.Ю., Яцков С.В. и др. Данные по аэродромам и новые функции бортового комплекса // 4-я международная научно-практическая конференция «Перспективные направления развития бортового оборудования гражданских воздушных судов». Москва: ГосНИИАС, 2017. С. 165-170.
5. Попов Ю.С., Шалов С.Ю., Яцков С.В. и др. Разработка функции движения в зоне аэродрома для бортового оборудования // 6-я международная научно-практическая конференция «Перспективные направления развития бортового оборудования гражданских воздушных судов». Москва: ГосНИИАС, 2021. С. 222-231.
6. Сочнева М.А., Шалов С.Ю., Попов Ю.С. и др. Построение маршрутов руления в зоне аэродрома по данным диспетчерской службы и аэродромной инфраструктуре // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества: международная научно-техническая конференция, посвященная 100-летию отечественной гражданской авиации. Москва: МГТУ ГА, 2023. С. 499-500.

Статья поступила в редакцию 15.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Сочнева М.А. – инженер 2-й категории ФАУ «ГосНИИАС», аспирант МФТИ.
Глухова Э.Д. - аспирант, инженер 1 категории ФАУ «ГосНИИАС».
Попов Ю.С. – начальник сектора ФАУ «ГосНИИАС».
Шалов С.Ю. - начальник сектора ФАУ «ГосНИИАС».
Яцков С.В. – ведущий инженер ФАУ «ГосНИИАС».

Вклад авторов

Сочнева М.А. – идея, сбор материала, обработка материала, частичное

написание статьи (20%).

Глухова Э.Д. – написание статьи, научное редактирование текста (20%).
Попов Ю.С. – написание статьи, научное редактирование текста (20%).
Шалов С.Ю. – написание статьи, научное редактирование текста (20%).
Яцков С.В. – написание статьи, научное редактирование текста (20%).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

СИНТЕЗ МУЗЫКАЛЬНОГО И ПРОЕКТНО-ХУДОЖЕСТВЕННОГО ТВОРЧЕСТВА НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Алина Сергеевна Тетерина[1]✉, Илья Михайлович Коновалов[2]
[1, 2]Институт современных знаний имени А.М. Широкова, Минск, Беларусь
[1]alinatintunen@gmail.com✉
[2]imkan@tut.by

Аннотация. В данной статье приведено понятие синтеза искусств, рассмотрено применение современных цифровых технологий на примере технологии дополненной реальности в создании находящихся на стыке искусств творческих произведений. На сегодняшний цифровые технологии являются неотъемлемой частью жизни общества, в том числе и в творческой среде. Их многогранные возможности способствуют совершенствованию методов передачи мыслей авторов и более разностороннему эмоциональному восприятию аудиторией. Известны примеры успешного освоения технологии дополненной реальности в рекламе, бизнесе, дизайн-деятельности, а также в традиционных культурных сферах: музыка, театр, литература.

Ключевые слова: синтез искусств, дополненная реальность, рекламная сфера, творческая деятельность.

Для цитирования: Тетерина А.С., Коновалов И.М. Синтез музыкального и проектно-художественного творчества на примере проектов, использующих технологии дополненной реальности // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 269-273.

В качестве синтеза искусств принято понимать соединение различных видов искусств в единое художественное целое. Посредством этого оно напрямую влияет как на духовную, так и на материальную составляющие жизни. Воплощением синтеза служит создание художественного произведения, способного заставить аудиторию по-новому взглянуть на творческие работы. Это позволяет в более полной степени раскрыть глубину и многогранность творческого замысла автора, а также эмоционально воздействовать на человека.

На протяжении многих веков вопрос синтеза искусств, их взаимосвязи друг с другом активно рассматривался, при этом были предложены различные теории как со стороны искусства в целом, так и со стороны восприятия общей картины мира, философии и психологии человека [1].

Соотношение звука и цвета также было предметом изучения ученых, в

© Тетерина А.С., Коновалов И.М., 2025

том числе Ньютона, который разложил музыкальную октаву на видимый спектр. Впоследствии он представил круг цветов, показывающий взаимосвязь между цветами и музыкальными нотами [2]. В этом круге цвета спектра разделены нотами от красного до фиолетового цвета. Позже, когда появилось понятие проектно-художественного творчества и дизайна, искусство было

вынуждено перейти на новый этап синтеза между визуальной составляющей и аудиальной стороной восприятия.

В условиях развития цифровых технологий постепенно появлялось все большее количество различных средств и методов работы в творческой среде. На современном этапе одним из результатов подобного развития является создание новой (цифровой) реальности. В настоящее время цифровая реальность разделяется на два типа: AR и VR.

VR (англ. Virtual Reality – виртуальная реальность) предполагает абсолютное воздействие на человека и погружение в искусственно созданное цифровое пространство, в котором восприятие органами чувств, включая слух, зрение и осязание, полностью контролируется компьютерной моделью.

Дополненная реальность или AR (Augmented Reality) – одна из технологий, которая изменяет мир. Дополненная реальность позволяет пользователю переместиться в виртуальный мир благодаря использованию технологии наложения цифровых изображений на передаваемую экраном картину реального мира. Реализуется данный принцип посредством применения современных устройств (прозрачный визор, смартфон). К примеру, с AR можно было бы видеть, как динозавры перемещаются по миру вокруг наблюдателей.

Дополненная реальность может восприниматься всеми органами чувств, а не только зрением, слухом, осязанием. В связи с этим логично, что первоначально сферами корреляции VR и AR стали ландшафтный дизайн, конфигурации интерьеров, изобразительное искусство, игровая индустрия, музейное дело [3].

При наличии более совершенных технологий становится проще обретать знания и совершенствовать умения и навыки, оказавшись в более широкой среде применения. Поскольку эти технологии стали более доступными и распространенными с годами, становится заметно, что все больше компаний начинают использовать их для различных проектов, самые известные и креативные из которых на текущий момент относятся к деятельности в сфере рекламы. Это относится, в первую очередь, к созданию рекламных роликов, позволяющих пользователям взаимодействовать с реальным миром при выполнении каких-либо заданий. Например, Burger King еще в 2019 году запустил в Бразилии маркетинговую кампанию Burn That Ad. Пользователям ставилась задача при помощи официального приложения сети данной сети быстрого питания, направить свой телефон на рекламу любого конкурента, а затем увидеть, как технология AR подожжет рекламу конкурента, сжигая ее до тех пор, пока не останется только купон на гамбургер. После этого люди получали бесплатный гамбургер. Приложение AR даже включало функцию оплаты, которая помещала бесплатный гамбургер прямо в корзину пользователя.

Производство видео для виртуальной и дополненной реальности требует особого подхода и специализированных знаний. От создания контента до его монтажа и адаптации под конкретные платформы - весь процесс требует профессионального подхода и навыков. Одной из основных особенностей видео для дополненной реальности является создание трехмерного пространства и взаимодействие с ним. Это означает, что при производстве такого контента необходимо учитывать не только ракурс и композицию кадра, но и создание трехмерных объектов и окружения, в котором будет развиваться сюжет видео. Поэтому для создания видео для AR необходимо использовать специализированное оборудование и программное обеспечение, которые позволят работать с трехмерным контентом.

Еще одним важным аспектом производства видео для виртуальной и дополненной реальности является интерактивность контента. В AR зритель может не только наблюдать события, происходящие в видео, но и взаимодействовать с окружающим миром. Поэтому при производстве видео необходимо учитывать возможности взаимодействия зрителя с контентом, создавая для него возможность выбора пути развития сюжета или влияния на окружающую среду.

Компании, занимающиеся производством видео для виртуальной и дополненной реальности, должны учитывать особенности восприятия пользователя, технические ограничения платформ и возможности взаимодействия с виртуальным контентом [4].

Помимо рекламных видеороликов, технологии AR находят свое применение и в других областях. Среди прочего, в изобразительном искусстве виртуальная реальность позволила художникам создавать искусственные пространства и наполнять их рисованными объектами. Модельеры получили шанс увидеть в трёхмерном пространстве своё творение на модели, прежде чем оно может быть отправлено в пошив. Инженеры, конструкторы прорабатывают детали изобретений в пространстве виртуальной реальности на своеобразном прототипе до момента его реального воплощения. А работу ландшафтных дизайнеров и специалистов, занимающихся дизайном интерьеров, и вовсе сложно представить без компьютерных технологий объёмного моделирования.

В техническом плане для обеспечения работы дополненной реальности нужны специальные аппаратные и программные средства. Технологии дополненной реальности делятся на несколько категорий: на основе использования специальных маркеров и без таковых, геолокационные, проекционные. В маркерной технологии для включения дополненной реальности применяется элемент, выполняющий роль активатора – специальный маркер. Примерами подобных маркеров могут служить как заблаговременно подготовленные изображения (например, QR-коды), так и любые объекты. В ином случае роль активатора выполняет географическое положение самого пользователя, отслеживаемое с помощью навигационных спутников, а соответствующие данные

для формирования дополненной реальности направляются в приложение в момент нахождения устройства в значимой точке локации. В проекционной технологии дополненное изображение создаётся путём специальной проекции на физическую конструкцию и «чаще всего применяется в качестве производственных инструкций.

Стоит отметить, что применение AR технологии возможно и для таких традиционных видов искусства как театр. Так, в 2022 году состоялась премьера оперы «Любовь к трем цукербринам» по мотивам одноименного литературного произведения. Важнейшими составляющими постановки являются технологии AR, реализующие динамические голограммы, компьютерно-синтезированный звук и другие передовые разработки, демонстрируя возможности цифровых технологий в искусстве [5].

Подобный опыт вовлекает вовлекает разные виды искусства — театр, литература, музыка –, тем самым их синтез образует гармонично сложенное комплексное произведение искусства.

Таким образом, с дальнейшим развитием цифровых технологий развивается множество направлений деятельности человека в самых различных сферах: от бизнеса до искусства. На основе рассмотренных примеров применения технологий дополненной реальности можно ожидать возникновение новых направлений в искусстве.

Список источников

1. Свердлова Ю.М. Синтез искусств как художественный принцип преобразования действительности // Культура Беларуси: реалии современности: XII Международная научно-практическая конференция, посвященная Году мира и созидания (Минск, 12 октября 2023 г.): сборник научных статей / Белорусский государственный университет культуры и искусств; [редкол.: Н. В. Карчевская и др.]. Минск, 2023.

2. Галеев Б.М. О генезисе романтической синестезии «музыка цвета» // Синестезия. Институт «Прометей»: [сайт]. URL: http://synesthesia.prometheus.kai.ru/ogenezi2_r.htm (дата обращения: 13.04.2025).

3. Мичков П.А. Технологии дополненной реальности в музыкальном искусстве и образовании // Музыкальное искусство и образование. 2023. Т. 11, № 2. С. 54-65. DOI 10.31862/2309-1428-2023-11-2-54-65. EDN PFVZLC.

4. Производство видео для виртуальной и дополненной реальности // SMM продвижение : [сайт]. URL: https://smm-agentstvo.ru/blog/proizvodstvo-video-dlia-virtualnoi-i-dopolnennoi-realnosti/ (дата обращения: 13.04.2025).

5. AR-опера «Любовь к трем цукербринам» // Проект «Культура.РФ»: [сайт]. URL: https://www.culture.ru/events/2295689/ar-opera-lyubov-k-trem-cukerbrinam (дата обращения: 13.04.2025).

Статья поступила в редакцию 21.04.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Тетерина А.С. - магистрант кафедры дизайна, специальность 7-06-0212-01 «Дизайн», профилизация «Средовой дизайн» УО «Институт современных знаний имени А.М. Широкова».

Коновалов И.М. – доцент кафедры дизайна УО «Институт современных знаний имени А.М. Широкова».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ИНДИВИДУАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОПЕРАТОРОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ БПЛА КВАДРОКОПТЕРНОГО ТИПА МИОГРАФИЧЕСКИМ ИНТЕРФЕЙСОМ

Ярослав Александрович Туровский[1], Родион Александрович Токарев[2], Валерия Андреевна Тищенко[3]✉
[1]Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, Москва, Россия
[2]Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия
[3]Московский гуманитарно-экономический университет (Воронежский филиал), Воронеж, Россия
[1]yaroslav_turovsk@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-5290-885X
[3]va-le-ri86@yandex.ru✉, https://orcid.org/0000-0002-1243-6042

Аннотация. Проведено исследование индивидуально-психологических особенностей операторов, управляющих БПЛА. БПЛА квадрокоптерного типа управлялся клавиатурным и миографическим интерфейсами. В ходе эксперимента требовалось осуществить выбор и пролететь три ряда ворот. Психологический профиль оператора определялся тестами Айзенка, Спилбергенра, Корси, теппинг тестом, тестом на ведущую перцептивную модальность. Определено, что испытуемые использовали клавиатуру активнее, совершая при этом большее количество ошибок. Установлена обратная связь выраженности визуального канала перцепции с числом ошибок вне зависимости от типа используемого интерфейса. Выраженная экстраверсия приводила к большему числу ошибок при использовании миографического интерфейса, не влияя на работу с клавиатурой. Выявлено, что наиболее значимыми предикторами для миографического интерфейса являются показатели рабочей памяти и экстраверсии.

***Ключевые слова*:** управление БПЛА, эргатичекие системы, психологический профиль оператора.

Для цитирования: Туровский Я.А., Токарев Р.А., Тищенко В.А. Индивидуально-психологические особенности операторов при управлении БПЛА

© Туровский Я.А., Токарев Р.А., Тищенко В.А., 2025

квадрокоптерного типа миографическим интерфейсом // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 274-279.

Введение

Развитие современных технологий формирует новый пул требований в области инженерной психологии заключающийся не только в соответствующем эргономическом обеспечении новых интерфейсов «пользователь-устройство», но и в научно-обоснованной оценке возможностей пользователя управлять тем или иным устройством. [1] Широкий спектр управляемых устройств накладывает разные требования на указанные параметры [2]. Есть группа изделий в различных областях деятельности человека (включая военную), ошибки в управлении которыми

могут иметь негативные последствия как для оператора, так и для лиц, находящихся рядом с устройством. Речь идёт о т.н. беспилотных транспортных средствах [3]. Это ставит актуальную задачу подготовки операторов БПЛА. В ходе ее решения очевидной является подзадача связанная с прогнозом возможности оператора к формированию успешного паттерна управления, зависящего от совокупности факторов окружающей среды, свойств самого технического устройства и как навыков оператора, выработанных в процессе обучения, так и индивидуально-типологических свойств психики самого оператора, обеспечивающих как положительные так и отрицательные воздействия на принятие управленческих решений [4].

Исследования в области инженерной психологии операторов управляющих с использованием различных интерфейсов крайне скудны [5]. Несколько лучшая ситуация для оценки психотипов операторов БПЛА [6], но в целом следует признать, что данное направление работ требует серьёзной интенсификации. Таким образом, представляет интерес оценка психологических факторов, влияющих на освоение управления БПЛА оператором как с помощью традиционного канала коммуникации, так и с использованием перспективных интерфейсов человек-компьютер.

Целью исследования было выявления влияния личностных психологических факторов оператора БПЛА на управлении устройством как традиционным методом, так и с использованием миограического интерфейса.

Материалы и методы исследования

В ходе эксперимента система управления была протестирована 32 испытуемыми в возрасте от 18 до 27 лет (16 мужчин и 16 женщин). Непосредственно перед проведением эксперимента было осуществлено психологическое тестирование, которое включало в себя: диагностику ведущей перцептивной модальности (С. Ефремцева), личностный опросник Айзенка, зрительно – пространственный тест Корси на оценку рабочей памяти, шкалу тревожности Спилберга-Ханина.

В качестве теста на свойство нервной системы связанные со скоростью переключения нервных процессов был выбран опросник Ганса Айзенка.

В работе оператора важную роль играет память. В качестве теста был выбран зрительно – пространственный тест Корси.

Работа оператора связана с анализом в первую очередь зрительной информации. Следовательно, доминирование того или иного сенсорного канала определяет скорость и качество усвоения получаемой информации. Для реализации этой цели была проведена диагностика ведущей перцептивной модальности (С. Ефремцева).

Важную роль в работе оператора играет оценка вероятности наступления тех или иных событий. С целью определить выраженность тревожности в исследование был включен тест Спилбергера-Ханина.

В ходе эксперимента использовался дрон DJI Tello EDU, предназначенный для использования в образовательных целях.

Электромиографический интерфейс управления (МИ) представлял собой программно-аппаратных комплекс, обеспечивающий регистрацию электромиограмы и превращение её в набор дискретных команд.

В статистическом анализе полученных результатов использовались методы дескриптивной статистики. Применялись критерии непараметрической статистики: критерии Крускайла – Уоллеса, Манн – Уитни, Фридмана и Вилкоксона для парных случаев, кластерный анализ (метод К-средних, методы иерархической классификации), использовался поисковый метод анализ соответствий, с последующей кластеризацией полученных координат иерархическими методами.

Результаты и обсуждение

Результаты управления БПЛА показали, что генерация управляющих команд с клавиатуры, т.е. традиционным способом приводит к существенно большему потоку команд: для ошибок с использованием миографического интерфейса медиана составила 1.5 ошибки (1;3.5– Q25;Q75) для миографического интерфейсапротив3 (1; 4.5 – Q25;Q75) для клавиатурного управления ($p=0.027$, критерий Вилкоксона для парных случаев). Общее число команд для МИ составило по медиане 15.5(13; 18.5 – Q25;Q75), то для управления с клавиатуры 35 (69; 89 – Q25;Q75; $p<<0.002$; Критерий Вилкоксона для парных случаев). Таким образом, испытуемые использовали число команд клавиатурного управления существенно более активно, совершая при этом и большее абсолютное количество ошибок. Однако при рассмотрении относительного число ошибок было статистически значимо больше для МИ ($p=0.00085$ Критерий Вилкоксона для парных случаев).

Корреляционный анализ продемонстрировал связь выраженности визуального канала перцепции с общим числом ошибок при управлении с клавиатуры ($r= -0.43$; $p=0.016$). Корреляция была выявлена и при анализе доли ошибок для МИ ($r= -0.44$, $p=0.012$). Более выраженное получение информации по визуальному каналу приводит к меньшему числу команд в контуре управления, исправляющих позиции БПЛА.

Показатели экстраверсии влияли на число ошибок при работе с МИ, не

будучи связанными с работой при КИ: (r= 0.41, p=0.018) при корреляции с абсолютным числом ошибками управления для МИ и с относительной долей ошибок (r= 0.47, p=0.006). Таким образом, чем более экстравертирована оператор, тем в большей степени они склонен совершать ошибки по каналу дискретного управления МИ, на канал клавиатурного управления эта психологическая особенность не влияет. Оператор с более сильной нервной системой ошибается более часто.

Необходимым условие подготовки является возможность оценить, а в идеале и предсказать эффективность освоения оператором навыка управления БПЛА. Для решения этой задачи был использован подход на основе искусственных нейронных сетей. Применялся многослойный перцептрон, на вход которого подавались результаты психологического профиля оператора, а выходом служило предсказание – больше или меньше среднего по выборке будут результаты конкретного пользователя. В табл. 2 представлены результаты чувствительности предикторов, которые применялись в ИНС.

Таблица3. / Table 2.

Чувствительность каждого из предикторов к прогнозу доли ошибок в генерации команд МИиКИ.

	Кинест./ Kinest	Экстраверсия/ Extraversion	Рабочая память/ Working memory	Визуал./ Visual	Аудиал./ Audio	Контроль/ Control	Теппинг/ Tapping	Нейротизм/ Neuroticism	ЛТ/ LT	СТ/ ST
МИ / mi	1.099	1.592	0.820	0.712	1.087	1.172	1.102	1.104	1.025	0.902
	0.907	1.338	2.016	0.517	1.533	0.891	1.085	1.114	0.974	0.978
	1.043	1.395	1.171	0.476	1.260	1.104	1.072	0.945	0.979	0.984
	0.853	1.238	1.544	0.884	1.309	0.936	1.038	1.069	1.039	0.957
	0.923	1.123	1.550	0.771	1.336	0.842	1.054	1.018	0.970	0.956
	0.894	1.251	3.871	0.710	2.370	1.137	1.106	1.477	1.070	0.971
	0.959	1.105	1.067	0.886	1.114	0.980	0.990	1.173	1.037	1.000
КИ / KI	1.000	1.000	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	1.001	1.000	0.999	1.003	0.998	1.001	1.000	1.003	1.000	1.000
	0.997	0.999	0.998	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.998
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.0	1.00

00 0

Примечания: Строки для МИ и КИ соответствуют искусственным нейронным сетям, давшим точность прогноза по данным кросс-проверки 90% и более.

Из таблицы следует, что наиболее значимыми предикторами для МИ являются показатели рабочей памяти и экстраверсии. При этом не удалось установить доминирование предикторов при управлении с БПЛА с клавиатуры устройства. Поскольку и в этом случае управление осуществлялось неизвестным ранее устройством, но, используя известный и освоенный интерфейс в виде клавиатуры, то следует признать, что влияние экстраверсии и рабочей памяти распространяется в первую очередь на неизвестный и неосвоенный пользователем ранее миографический интерфейс.

Заключение

В работе проведено исследование индивидуально-психологических особенностей операторов, выполняющих управление БПЛА квадрокоптерного типа с использованием клавиатурного и миографического интерфейса. Определено, что испытуемые использовали число команд клавиатурного управления более активно, совершая при этом и большее абсолютное количество ошибок. Установлена обратная связь выраженности визуального канала перцепции с числом ошибок вне зависимости от типа используемого интерфейса. При этом выраженная экстраверсия приводила к большему числу ошибок при использовании миографического интерфейса, не влияя на работу с клавиатурой. Выявлено, что наиболее значимыми предикторами для МИ являются показатели рабочей памяти и экстраверсии. При этом не удалось установить доминирование предикторов при управлении с БПЛА с клавиатуры устройства.

Список источников

1. Тюкалов Д.Е., Данилов А.М. Моделирование и подготовка операторов транспортных эргатических систем // Молодой ученый. 2015. № 3. С. 247-249.

2. Данилов А.М., Гарькина И.А. Системы и модели: имитационное моделирование сложных систем // Информатика и системы управления. 2024. № 2 (80). С. 18-31.

3. Chicherin I.V., Fedosenkov B.A., Syrkin I.S., Sadovets V.Iu., Dubinkin D.M. Using a wavelet medium for computer-aided controlling the movement of unmanned vehicles along quarry routes // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2021. № 2. С. 103-112.

4. Цветкова А.Л., Ховалыг У.А. Психологическая устойчивость операторов БПЛА в ходе психологической подготовки // Актуальные проблемы военной психологии: теория и практика. 2023. С. 42-45.

5. Атанов М.С., Иваницкий Г.А., Иваницкий А.М. Когнитивный интерфейс мозг–компьютер и перспективы его практического использования // Физиология человека. 2016. Т. 42, № 3. С. 5–11.

6. Шукшин И.В., Фофанов А.М., Бибяев Д.В., Першин Ю.Ю. Физическая и психологическая подготовленность операторов БПЛА (по материалам зарубежных исочников) // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. 2023. С. 290-294.

Статья поступила в редакцию 21.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Туровский Я.А. – к.м.н., д.т.н., заведующий лабораторией медицинской кибернетики ВГУ, ведущий научный сотрудник ИПУ им. Трапезникова РАН.

Токарев Р.А. – инженер лаборатории медицинской кибернетики ВГУ.

Тищенко В.А. – практикующий психолог, преподаватель ВФ МГЭУ.

Вклад авторов

Туровский Я.А. - организация и проведение экспериментов, анализ результатов, написание тезисов, научное редактирование текста.

Токарев Р.А. – участие в организации и проведении экспериментов, техническое обеспечение эксперимента.

Тищенко В.А. – выбор и подготовка батареи методик для психологической диагностики испытуемых, проведение диагностики, анализ полученных результатов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЭРГОДИЗАЙНЕРСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБРАЗА ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Галина Александровна Тюкаева
Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия
miss.tolossky@yandex.ru, https://orcid.org/0009-0004-0951-5542

Аннотация. Данная статья посвящена анализу роли искусственного интеллекта в эргодизайнерском проектировании образа жизни человека. Эргодизайн можно рассмотреть, как философско-социальная парадигма, направленная на гармонизацию системы «человек-техника-природа» в условиях цифровизации. Особое внимание уделяется трансформации антропологическое структуры и формированию гибридной субъективности, где искусственный интеллект выступает не только инструментом, но и новым субъектом проектирования. Показано, что интеграция интеллектуальных систем открывает возможности для создания адаптивной среды жизнедеятельности и требует пересмотра методологически и этических оснований проектной деятельности.

***Ключевые слова*:** искусственный интеллект, образ жизни, эргодизайн, жизнедеятельность.

***Для цитирования*:** Тюкаева Г.А. Искусственный интеллект в эргодизайнерском проектировании образа жизни человека // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 280-288.

Введение

Современный этап развития цивилизации характеризуется глубокими трансформациями образа жизни человека, вызванными развитием цифровых технологий и усилением влияния искусственного интеллекта (ИИ) на повседневную реальность. Эта трансформация затрагивает не только производственные и коммуникационные процессы, но и фундаментальные основы формирования жизненной среды человека, что делает актуальным переосмысление роли проектной деятельности в конструировании образа жизни. Так происходит смещение акцентов в проектной деятельности с формального дизайна предметной среды к системному проектированию жизнедеятельности, охватывающему когнитивные, поведенческие и культурные аспекты. В контексте эргодизайнерского подхода, ориентированного на создание оптимальной среды жизнедеятельности [6] с учётом человеческих потребностей и возможностей, искусственный интеллект выступает не только как инструмент, но и как новый субъект проектирования.

© Тюкаева Г.А., 2025

Актуальность исследования обусловлена переходом от статичных моделей проектирования к динамическим системам, где ИИ перестаёт быть внешним инструментом, интернируясь в антропологический ландшафт как составная часть гибридной субъективности.

Таким образом необходимо понимать механизмы влияния ИИ-технологий на трансформацию образа жизни и выявления возможностей их конструктивного использования в эргодизайнерском проектировании. Растущая автономность ИИ-систем и их способность к самообучению ставят вопрос о переосмыслении традиционных подходов к проектированию жизненной среды человека.

Цель данного исследования состоит в анализе потенциала интеграции технологий искусственного интеллекта в эргодизайнерское проектирование образа жизни человека и выявления его особенностей.

Эргодизайн как проектная парадигма формирования среды жизнедеятельности

Процессы технологизации и цифровизации происходящие в настоящее время существенно изменяют характер среды жизнедеятельности человека, что требует поиска новых методологических оснований её проектирования. В этих условиях эргодизайн формируется как особая проектная парадигма, соединяющая достижения эргономики и дизайна, а также направленная на обеспечение гармонии человека и окружающей его среды. Эргодизайн выходит за рамки прикладных задач и приобретает статус философско-социальной категории, позволяющей рассматривать трансформацию образа жизни в контексте взаимодействия биологического, технического и культурного измерений.

Антропологические основания эргодизайнерского проектирования.

Концептуальное понимание эргодизайна неразрывно связано с философским осмыслением процесса антропогенеза в его современной интерпретации. Согласно теории нашей междисциплинарной научно-философской школе при Брянском государственном техническом университете, развитие человека проходит через качественно различные этапы, каждый из которых определяет специфику отношений человека со средой обитания.

На биосферном этапе человек существовал в органическом единстве с природными циклами, представляя собой интегральную часть биосферы. Техносферный этап (который представлен индустриальным и постиндустриальным периодом классификации Д.Белла, согласно теории Междисциплинарной научно-философской школы исследований социально-техногенного развития мира, при Брянском государственном техническом университете) характеризуется радикальной трансформацией антропологической структуры. А именно, человек становится субъектом, погруженным в искусственно сконструированную среду, что качественно изменяет характер его жизнедеятельности. Формирующийся постчеловеческий этап предполагает интеграцию с искусственным интеллектом, нейротехнологиями и цифровыми системами, где ИИ перестаёт быть внешним инструментом и становится частью антропологического ландшафта.

Данная эволюционная динамика отражает не просто адаптацию к новой технике, но и качественный сдвиг в антропологической структуре, где биологическое и технологическое переплетаются, превращая субъекта в гибридную сущность, о чём можно сделать вывод из работ Э.С.Демиденко и его последователей [3, с.342]. Это требует пересмотра философских оснований человеческого и, соответственно, методологических подходов к проектированию среды его обитания.

Социотехноприродный подход как теоретическое основание эргодизайна.

Теоретическим фундаментом для анализа описанных выше процессов служит социотехноприродный подход, разрабатываемый Междисциплинарной научно-философской школы исследований социально-техногенного развития мира при БГТУ, основанной Э.С.Демиденко. Данный подход рассматривает взаимодействие и взаимовлияние социальных, техногенных и природных процессов как единой системы, в которой человек, техника и природа взаимно преобразуют друг друга [2]. В отличие от других подходов, социотехноприродный подход учитывает сложную динамику, в которой социально-техногенное развитие влияет на природные системы, а измененная природная среда, в свою очередь, воздействует на общество и человека. В данном контексте эргодизайн представляется не как адаптация среды под функциональные нужды человека, а как проектирование целостной системы «человек-техника-природа», где акцентируется внимание на гармонизации всех уровней взаимодействия.

Диалектика дизайна и эргономики в формировании проектной парадигмы.

Эргодизайн как проектная дисциплина возникает из диалектического взаимодействия дизайна и эргономики, где каждая из составляющих вносит специфический вклад в формирование среды жизнедеятельности. Если дизайн ориентирован на установление гармонических отношений между пользователем и объектами предметной и визуальной среды, то эргономика фокусируется на оптимизации этих отношений с точки зрения эффективности, безопасности и комфорта.

Философская глубина эргодизайна проявляется в том, что он не ограничивается утилитарным подходом к адаптации среды под потребности человека. Ряд исследователей, среди которых А.А.Кумашкова [5], А.А.Кузьменко [6, 15], в своих работах показывают, что эргодизайн стремится к созданию среды, которая бы органично сочетала индивидуальные потребности человека и особенности технического прогресса с возможностями естественной природной среды [4].

Диалектическое единство дизайна и эргономики в рамках эргодизайна раскрывает их взаимозависимость и показывает, что интеграция является необходимым условием формирования техногенной среды, способной удовлетворить разнообразные потребности современного человека. Как отмечает

Г.В. Гарбузова, эргодизайн представляет собой «комплексной научной-практической деятельностью по формированию среды жизнедеятельности человека и ее элементов, реализующей требования эргономики и дизайна» [1, с.10-11]. Такое понимание подчёркивает междисциплинарный характер эргодизайнерского проектирования, соединяющего утилитарные, эстетические и ценностные аспекты.

В свою очередь, понятие «среда жизнедеятельности» в философском и социологическом контексте, к примеру, в статье В.И. Теличенко, представляет собой устойчивую и организованную систему, включающую природные и техногенные объекты и протекающие в них процессы, а также, учитывающая объективные условия, в которых эти объекты создаются, функционируют и развиваются, – всё это формируется для реализации всех видов человеческой деятельности [9].

Таким образом, эргодизайн предстаёт не проста как синтез дизайна и эрогономики, а как проектная парадигма, которая формирует целостную среду жизнедеятельности, напрямую связанную с образом жизни человека. Эргодизайн не ограничивается задачами утилитарной оптимизации, но стремится к гармонизации отношений между человеком, техникой и природой, задавая ценностные ориентиры современной культуры. В этом смысле эргодизайн выступает не только инструментом проектирования, но и фактором социокультурной динамики, поскольку от качества и характера среды зависит формирование практик повседневности, стилей взаимодействия с пространством и, в конечном, счёте, самого образа жизни.

Особое значение эргодизайна в контексте проектирования образа жизни связано с его способностью воздействовать на качественные характеристики человеческого бытия. Как отмечается в философском энциклопедическом словаре, понятие «образ жизни» подразумевает под собой совокупность характерных видов жизнедеятельности человека, группы людей или целого общества, рассматриваемые в неразрывной связи с условиями их существования [10]. Эргодизайнерское проектирование образа жизни исходит из одной из его комплексных характеристик – «качества жизни», которое выражается в конкретных условия существования через уровень деятельности, состояние здоровья и степень удовлетворённости, о чём пишут эргономисты П.Я. Шлаен и В.М. Львов [12]. Данное утверждение актуализирует необходимость выведения проектного метода на анализ обстоятельств и условий жизнедеятельности, в соответствии с которыми осуществляется выбор критериев оценки и оптимального варианта проектирования для каждого конкретного случая.

Особую актуальность эргодизайн приобретает в условиях цифровизации, когда среда перестаёт быть исключительно материальной и приобретает свойства когнитивного и информационного пространства. Современная среда жизнедеятельности становится адаптивной, реагирующей на поведение пользователя через технологии Интернета вещей и алгоритмы искусственного интеллекта. Традиционные эргодизайнерскией практики, основанные на стати-

стических моделях человеческих потребностей, сталкиваются с необходимостью учёта динамических изменений образа жизни, происходящих под воздействием цифровых технологий в целом и искусственного интеллекта в частности.

Эволюция эргодизайна в условиях современных технологических вызовов связана с переходом от проектирования статичных объектов к созданию интеллектуальных адаптивных систем, способных к самообучению и самомодификации в процессе эксплуатации. Это требует переосмысление базовых принципов эргодизайнерского проектирования и разработки новых методологических подходов, что напрямую предвосхищает следующий раздел данной статьи, посвященный искусственному интеллекту как новому субъекту проектирования и синтезу эргодизайна с возможностями искусственного интеллекта. Такой переход от традиционных подходов к интеграции с интеллектуальными системами может способствовать качественному скачку в проектировании среды жизнедеятельности, способному динамически реагировать на меняющиеся потребности человека и обеспечивать новые уровни гармонии между человеком, обществом и средой его обитания (биосферной или техносферной).

Искусственный интеллект как новый субъект проектирования

Переход человека в цифровую эпоху знаменуется радикальными изменениями в понимании субъективности и проектной деятельности. Искусственный интеллект, ещё недавно рассматривавшийся как инструмент обработки данных и оптимизации процессов, начинает приобретать всё более выраженные черты субъекта, участвующего в проектировании среды жизнедеятельности.

Одним из ключевых проявлений этого сдвига становится феномен гибридной идентичности, в рамках которой человек и технология сливаются в единую систему. Нейроинтерфейсы, биотехнические импланты, цифровые аватары и персонализированные ассистенты на основе ИИ интегрируются в повседневную жизнь, формируя новые формы субъективности. Появляется «алгоритмическое Я», которое описывают множество исследователей в том или ином виде, среди которых Дж. Джозеф, Г.У. Солдатова, С.В. Чигарькова, С.Н. Илюхина [8]. Оно частично определяемой рекомендациями, цифровыми следами и системами оценивания. Как пишет Дж. Джозеф, на формирование цифровой идентичности влияют технологии искусственного интеллекта и системы, их использующие [14]. В результате чего границы между реальным и виртуальным становятся всё менее различимыми, что требует пересмотра традиционных представлений о свободе, ответственности и аутентичности личности.

Применение ИИ в проектировании среды проявляется во множестве практик. Так, алгоритмы используются для моделирования поведения людей в городских пространствах, оптимизации инфраструктуры, прогнозирования транспортных потоков и повышения комфорта городской среды. В качестве примера можно привести разработки Университета ИТМО, где симуляции

движения пешеходов помогают проектировать дорожные сеты [7]. Другим примером, может быть проект Urbanist AI, позволяющий визуализировать трансформацию городских пространств в будущем на основе имеющихся фотографий [7]. Подобные технологии превращают проектирование из статичного процесса в динамическую практику, где результат формируется во взаимодействии человека и интеллектуальных систем.

Применение ИИ выходит далеко за рамки одного градостроительства. В экологической сфере интеллектуальные алгоритмы задействуются для мониторинга состояния среды, прогнозирования экологических рисков и разработки решений по управлению ресурсами [11]. Подобные практики демонстрируют, что ИИ может участвовать не только в оптимизации отдельных процессов, но и в создании системного проектного видения, затрагивающего ключевые аспекты социальной и природной среды.

Онтологический и социально-философский сдвиг, связанный с субъективностью ИИ, заключается в том, что проектирование перестаёт быть исключительно человеческой деятельностью. Искусственный интеллект может выступать консультантом, со-дизайнером и даже автономным актором, способным адаптировать среду в реальном времени. Его участие трансформирует саму природ проектной деятельности, и возможно, приближая её к модели со-дизайна, где человек и ИИ действуют как партнёры.

Таким образом, искусственный интеллект можно рассматривать как новый субъект проектирования, который, с одной стороны, расширяет возможности человека, а с другой – ставит перед философией и социальной практикой новые вызовы. Ключевыми среди них являются вопросы этики, границ автономии технологий, сохранения человеческой аутентичности и распределения ответственности в условиях взаимодействия «человек-машина». Именно в этих координатах формируется новая проектная парадигма, в которой ИИ становится не внешним инструментом, а полноправным участником формирования образа жизни будущего.

Заключение

Проведённый анализ показал, что эргодизайн представляет собой не просто синтез эргономики и дизайна, но и философскую проектную парадигму, способную формировать образ жизни человека в условиях сложного взаимодействия социотехноприродных факторов. Его специфика должна заключаться в ориентации не только на утилитарные и эстетические критерии, но и на гармонизацию системы «человек-техника-природа». Такой подход отражает современную социально-философскую установку на необходимость формирования целостной, адаптивной и гуманизированной среды жизнедеятельности.

В условиях цифровизации и внедрения искусственного интеллекта эргодизайн сталкивается с новыми вызовами. Среда перестаёт быть статичной и материальной: она приобреатет когнитивные и информационные измерения, становится адаптивной и динамически реагирующей на поведение человека.

Искусственный интеллектв данном контекстевыходит за пределы инструментальной функции и формируется как новый субъект проектирования. Он не только моделирует и оптимизирует процессы, но и становится соучастником формирования образа жизни, влияя на развитие новых практик субъективности, включая феномен «алгоритмического Я».

Перспективы дальнейшего развития может заключаться в необходимости философского и методологического осмысления со-дизайна человека и ИИ, сохранения аутентичности человеческой личности в условиях гибридизации антропологической структуры. Решение данных вопросов возможно на основе социотехноприродного подхода, позволяющего видеть в проектировании не механические приспособление среды к человеку, а процесс гармонизации сложных систем взаимодействия.

Таким образом, эргодизайнерсоке проектирование образа жизни в эпоху искусственного интеллекта становится не только практическим, но и философским вызовом. Оно задаёт новые горизонты социальной философии, которые должны быть направлены на выработку стратегий устойчивого, гуманного и ценностно ориентированного развития общества в условиях нарастающей технологической интеграции.

Список источников

1. Гарбузова Г.В., Дынина И.О., Мельников И.В. Моделирование эстетических показателей изделий и технологий в эргодизайне с использованием теории нечетких множеств // Эргодизайн. 2019. № 1 (3). С. 3–12. DOI 10.30987/article_5c518d8c4f49b8.92246032. EDN EENWIF.

2. Демиденко Э.С., Дергачева Е.А. Буржуазно-техногенное уничтожение биосферной жизни и земного мира: междисциплинарное исследование: монография. Москва: URSS, 2023. 280 с. ISBN 978-5-9710-9999-9.

3. Демиденко Э.С., Дергачёва Е.А., Попкова Н.В. Философия социально-техногенного развития мира: статьи, понятия, термины. Брянск: БГТУ; Москва: Всемирная информэнциклопедия, 2011. 388 с. ISBN 978-5-89838-559-0.

4. Дергачева Е.А., Кузьменко А.А. Диалектика дизайна и эргодизайна в рационализации среды жизнедеятельности техногенного мира // Гуманитарий Юга России. 2025. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/dialektika-dizayna-i-ergodizayna-v-ratsionalizatsii-sredy-zhiznedeyatelnosti-tehnogennogo-mira (дата обращения: 14.09.2025).

5. Кумашкова А.А., Терехова Н.Ю., Колегов А.А. и др. Эргодизайн как семантически обусловленная интеграция дизайна и эргономики // Будущее машиностроения России 2022: сборник докладов XV Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов (с международным участием), Москва, 21–24 сентября 2022 года. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. Т. 1. С. 284–288.

6. Кузьменко А.А. Эргономика и эргодизайн в контексте концепции устойчивого развития: гармонизация социально-техногенного мира // Гуманитарий Юга России. 2024. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ergonomika-i-ergodizayn-v-kontekste-kontseptsii-ustoychivogo-razvitiya-garmonizatsiya-sotsialno-tehnogennogo-mira (дата обращения: 14.09.2025).
7. Пивоварова В. Как искусственный интеллект помогает формировать города будущего // DigitalDeveloper. 2024. 18 июня. URL: https://digitaldeveloper.ru/news/tpost/bfajn9jlb1-kak-iskusstvennii-intellekt-pomogaet-for (дата обращения: 15.09.2025).
8. Солдатова Г.У., Чигарькова С.В., Илюхина С.Н. Метаморфозы идентичности человека достроенного: от цифрового донора к цифровому кентавру // Социальная психология и общество. 2024. Т. 15, № 4. С. 40–57. DOI 10.17759/sps.2024150404. URL: https://psyjournals.ru/journals/sps/archive/2024_n4/Soldatova_et_al (дата обращения: 29.09.2025).
9. Теличенко В.И. «Зеленые» технологии среды жизнедеятельности: понятия, термины, стандарты // Вестник МГСУ. 2017. № 4 (103). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zelenye-tehnologii-sredy-zhiznedeyatelnosti-ponyatiya-terminy-standarty (дата обращения: 27.09.2025).
10. Философский энциклопедический словарь / Л.Ф. Ильичёв, П.Н. Федосеев, С.М. Ковалёв, В.Г. Панов [и др.]; гл. ред. Л.Ф. Ильичёв. Москва: Советская энциклопедия, 1983. 836 с.
11. Цифровизация в отрасли экологии и природопользования // Tadviser. 2024. 24 апр. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/ (дата обращения: 15.09.2025).
12. Шлаен П.Я., Львов В.М. Эргономика для инженеров. Тверь, 2004. 361 с.
13. Development and study of the model for epidemic spread / A. V. Ivanova, A. S. Sazonova, A. A. Kuzmenko, L. B. Filippova // III International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-2021), Krasnoyarsk, 28 мая 2021 года. Vol. 2899. Krasnoyarsk, Russia: CEUR-WS, 2021. P. 9-16. DOI 10.47813/dnit-mip3/2021-2899-9-16. EDN XTBWGO.
14. Joseph J. The algorithmic self: how AI is reshaping human identity, introspection, and agency // Frontiers in Psychology. 2025;16. DOI 10.3389/fpsyg.2025.1645795.
15. Kuzmenko A., Filippov R., Filippova L. The formation of ergonomic thinking when designing complex information systems in the conditions of sociotechnogenic development of the world // Hybrid Methods of Modeling and Optimization in Complex Systems (HMMOCS-II-2023): Proceedings of the II International Workshop, Krasnoyarsk. Vol. 59. Krasnoyarsk: EDP Sciences, 2024. P. 2001. DOI 10.1051/itmconf/20245902001. EDN JJUQEN.

Статья поступила в редакцию 19.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.

Информация об авторе

Тюкаева Г.А. - ассистент кафедры «Компьютерные технологии и системы» ФГБОУ ВО «БГТУ».

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

ИНТЕРФЕЙС СТРУКТУРИЗАЦИИ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ В ГРАФОВОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ КАК ОСНОВА КОГНИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ ТЕХНОЛОГА

Александр Николаевич Феофанов[1], Эдуард Эдуардович Веселов[2]✉, Инна Евгеньевна Колошкина[3]
[1, 2]МГТУ «СТАНКИН», Москва, Россия
[1]feofanov.fan1@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-4761-0538
[2]Eduuaarrdd@yandex.ru✉, https://orcid.org/0009-0007-8900-5535
[3]inna.koloshkina@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-9767-9555

***Аннотация*.** В статье представлен интерфейс визуального кодирования признаков конструктивных элементов детали с последующим формированием ориентированного графа. Решение направлено на когнитивную поддержку технолога в процессе формализации знаний о структуре изделия. Полученная графовая модель пригодна для подачи в интеллектуальные системы анализа и проектирования технологических процессов. Интерфейс обеспечивает визуальную верификацию, пошаговый ввод данных и экспорт структуры в машиночитаемом формате.

***Ключевые слова*:** графовое моделирование, когнитивная поддержка технолога, интеллектуальная система, визуализация структуры, технологическая подготовка производства.

Для цитирования: Феофанов А.Н., Веселов Э.Э., Колошкина И.Е. Интерфейс структуризации данных о детали в графовом представлении как основа когнитивной поддержки технолога // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 289-296.

Введение

Цифровизация производства обострила потребность в формализованном представлении информации об изделиях, особенно на этапе технологической подготовки (ТПП). Это особенно актуально при проектировании точных и насыщенных деталями изделий, таких как базовые элементы штампов и пресс-форм.

Важной задачей становится согласование инженерной модели, понятной специалисту, с машиночитаемой структурой, пригодной для анализа и интеграции в интеллектуальные подсистемы.

В данной работе представлен интерфейс, обеспечивающий ручной ввод параметров конструктивных элементов и построение ориентированного

© Феофанов А.Н., Веселов Э.Э., Колошкина И.Е., 2025

графа, пригодного для подачи в интеллектуальные системы. Он выступает связующим звеном между человеком и машиной, обеспечивая когнитивную поддержку технолога и подготовку корректных входных данных для интеллектуальных систем проектирования.

Актуальность

В условиях цифровизации производства и внедрения интеллектуальных технологий возрастает потребность в машиночитаемом, логически

структурированном представлении информации о деталях. Традиционные формы описания — такие как чертежи, 3D-модели CAD-систем и маршрутные карты — ориентированы на восприятие человеком, но непригодны напрямую для использования в интеллектуальных алгоритмах [1], [2]. Это ограничивает возможности автоматизации на этапе технологической подготовки производства (ТПП) и требует трансформации исходных данных в формализованную цифровую форму, пригодную для анализа [3].

Одним из универсальных форматов, обеспечивающих такую формализацию, является граф. Конструктивные элементы детали могут быть представлены в виде узлов, а их технологические или логические связи — в виде рёбер. Такое представление уже используется в рамках концепции цифровых двойников для отображения структуры производственных объектов [1].

Особую актуальность графовая модель приобретает в контексте применения графовых нейронных сетей (GNN). Эти алгоритмы способны работать со структурированными графовыми данными и решать задачи, связанные с анализом производственных процессов, оптимизацией планирования, структурной проверкой и контролем [4], [5]. В ряде работ GNN успешно применяются в автоматизации производственной логистики, маршрутизации обработки и представлении связей между элементами изделий [6].

На практике для хранения графа используется смежная матрица — удобный формат для машинной обработки. Однако для человека она практически нечитаемая, особенно при большом числе элементов. Визуально проверить корректность введённых связей, убедиться в целостности графа и исключить ошибки становится затруднительно [2].

Для решения этой проблемы была разработана программа, предназначенная для кодирования конструктивных признаков базовых деталей штампов и пресс-форм с формированием смежной матрицы и автоматической визуализацией графа. Программа реализует пошаговый интерфейс, в котором технолог может ввести характеристики каждого конструктивного элемента, задать его связи с другими элементами и визуально проконтролировать корректность графа до передачи его в интеллектуальную систему.

Обоснование подхода

Для апробации метода была выбрана представительная и широко распространённая категория — плоскостные детали с параллельными основными поверхностями, характерные для базовых элементов штампов и пресс-форм.

Выбор обусловлен следующими соображениями:

изделия данного типа имеют достаточную номенклатурную вариативность, что позволяет протестировать универсальность метода;

они не требуют специализированного оборудования и изготавливаются на универсальных станках, что делает методику применимой в условиях гибкого производства;

их геометрическая простота способствует эффективной формализации и позволяет сфокусироваться на структурных признаках без избыточной детализации.

При этом подход был спроектирован с прицелом на масштабирование — разработанная схема кодирования и построения графов может быть адаптирована к более сложным классам деталей, включая корпусные и тонкостенные изделия. Таким образом, выбранная категория деталей позволила создать и отработать методику формализации, сочетающую практическую применимость и структурную универсальность, необходимую для последующего интеллектуального анализа

Формализация признаков и построение графа

Графовая модель изделия формируется на основе набора формализованных признаков, характеризующих как геометрию, так и технологические параметры конструктивных элементов. Каждый элемент вносится пользователем в интерфейсе и представляет собой узел графа, а логические или технологические связи между элементами задаются в виде ориентированных рёбер.

В комплексе признаков, реализованном в интерфейсе, выделяются следующие группы: конструктивные элементы, точностные характеристики, шероховатость поверхности, отношения между элементами, кратность элементов.

Таблица 1. Коды и содержание признаков для идентификации конструкции изделия по конфигурации и параметрам качества

Код признака	Содержание признака
1	Плоскость
2	Отверстие
3	Карман
4	Стенка
5	Уступ
6	Фаска
7	Скругление
8	IT9-IT11
9	IT6-IT8
10	Ra3.2-Ra6.3
11	Ra0.4-Ra1.6
12-8202	Код, описывающий пересечение конструктивного элемента с другими конструктивными элементами
1-14	Количество идентичных конструктивных элементов не более 14

После задания параметров система автоматически формирует смежную **матрицу**, отражающую структуру взаимосвязей между элементами. Эта матрица интерпретируется как граф. На рисунке 1 показан пример графа для детали с двумя обрабатываемыми конструктивными элементами.

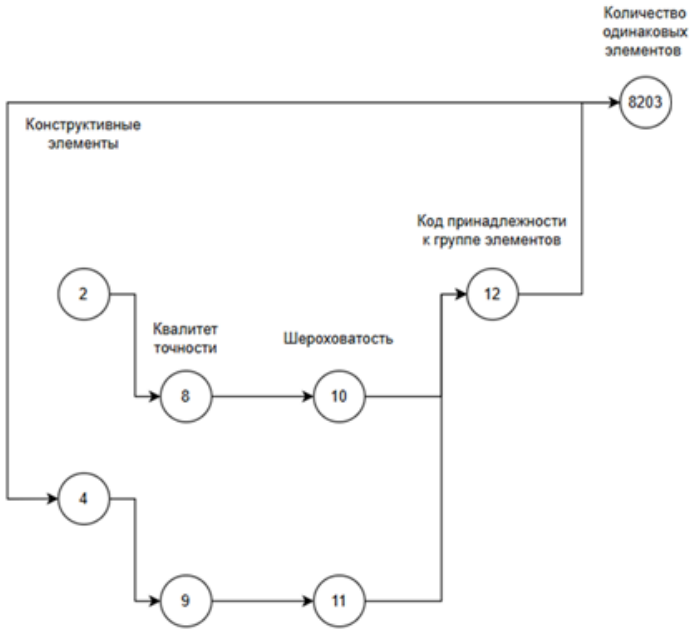


Рисунок 1 — Пример ориентированного графа, формируемого по данным двух конструктивных элементов на основе заданных признаков

Архитектура интерфейса

Разрабатываемый интерфейс создания графовой модели детали представляет собой инструмент когнитивной поддержки технолога в процессе структуризации конструктивных признаков изделия.

Программное обеспечение реализовано в виде Windows-приложения, разработанного на языке C++. В основе интерфейса лежит пошаговая логика взаимодействия, отражающая естественный ход мышления технолога:

Главное окно. Пользователь попадает в интуитивно понятный интерфейс, где представлены основные действия: анализ детали, конфигурация элементов, визуализация графа, экспорт данных.

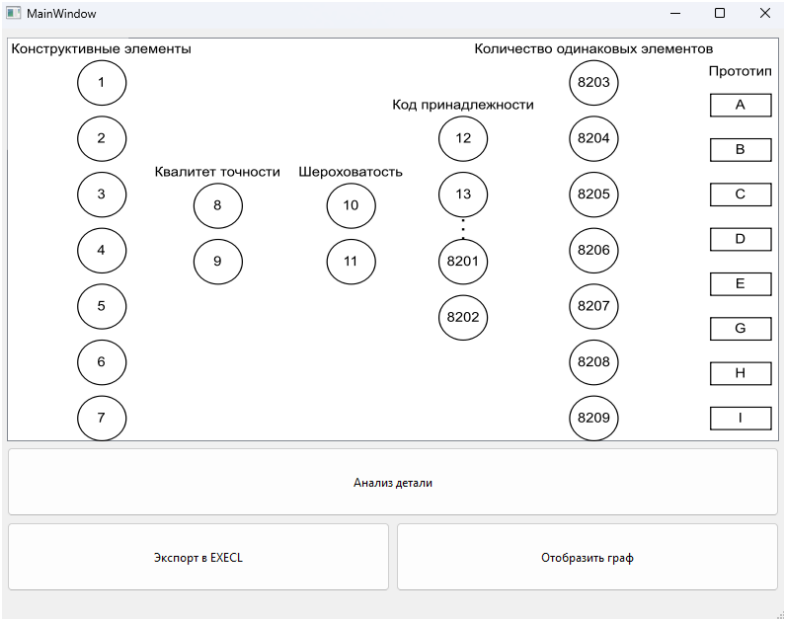


Рисунок 2 — Главное окно программы

Анализ изделия и задание числа элементов. Технолог указывает количество уникальных конструктивных элементов, что позволяет адаптировать дальнейшие таблицы под конкретную деталь.

Конфигурация конструктивных элементов. В табличной форме вводятся признаки каждого элемента: тип (плоскость, отверстие и т. д.); квалитет точности; параметры шероховатости.

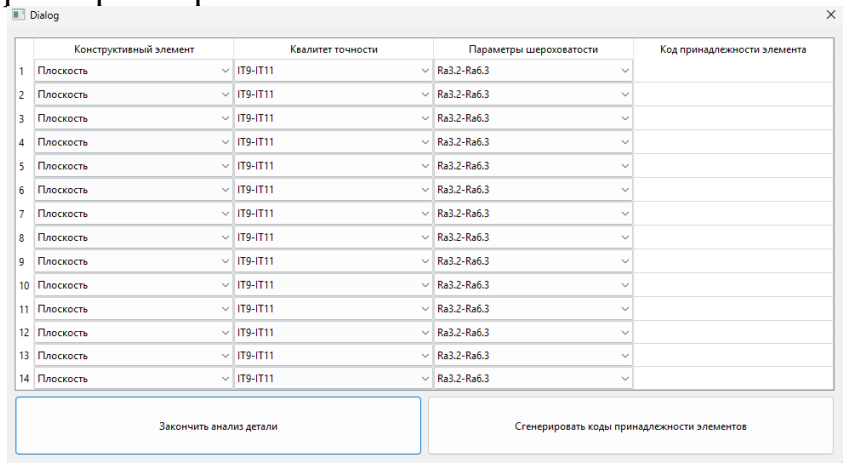


Рисунок 3 — Окно с таблицей для анализа детали

Формирование связей между элементами. На следующем экране технолог задаёт, какие элементы пересекаются, какие принадлежат к одной группе. Используется бинарная матрица, где 1 указывает на наличие связи. Такой формат облегчает восприятие структуры даже при большом числе элементов.

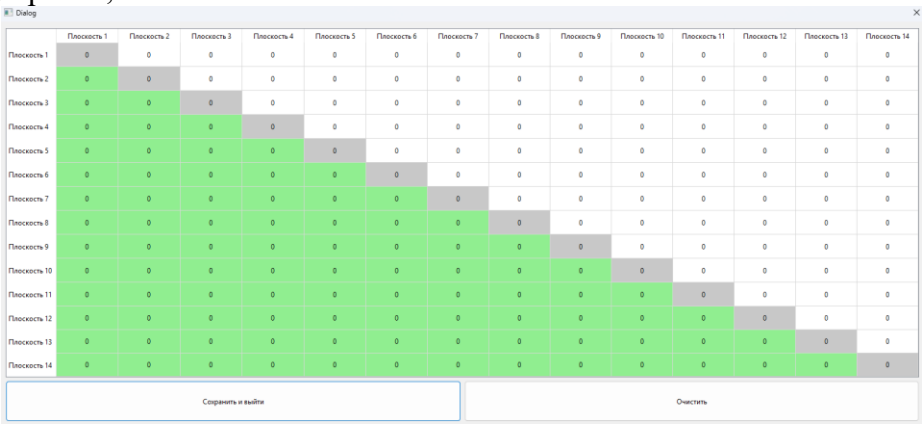


Рисунок 4 — Окно с таблицей для генерации кодов принадлежности элементов детали

Визуализация графа. Интерфейс позволяет отобразить сформированный граф. Визуальная обратная связь критически важна для проверки корректности построенной модели и играет роль когнитивного подтверждения принятого решения.

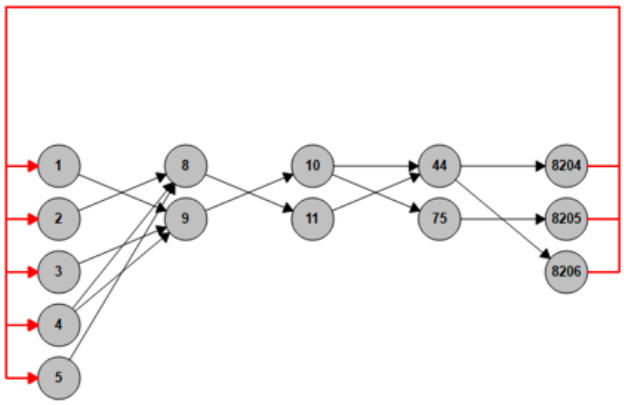


Рисунок 5 — Пример графа сгенерированного программой

Экспорт результата. Полученная структура сохраняется в виде Excel-файла с матрицей смежности. Этот файл может быть использован в интеллектуальной системе для последующего анализа или подбора технологических решений.

Предлагаемый интерфейс решает сразу две задачи:

он формирует машиночитаемую модель детали, пригодную для графовых нейросетей;

одновременно он выступает как эргономичный инструмент поддержки мышления технолога на этапе формализации.

Такое сочетание делает его не просто техническим решением, а элементом человеко-ориентированной архитектуры цифровой подготовки производства.

Перспективы применения

Разработанный интерфейс и методика формализации конструктивных признаков детали в виде ориентированного графа обладают потенциалом для

масштабируемого применения в различных сценариях интеллектуальной технологической подготовки производства.

В первую очередь, подход может быть расширен на другие классы изделий, включая корпусные, тонкостенные и пространственно сложные детали. Для этого достаточно адаптировать набор формализуемых признаков и шаблон ввода связей между элементами [7].

Кроме того, интерфейс может стать частью гибридной архитектуры, сочетающей ручной ввод признаков с автоматическим извлечением информации из CAD-моделей. В таком случае интерфейс будет выполнять роль верификатора и средства уточнения структурной информации, повышая достоверность данных перед подачей в интеллектуальные алгоритмы. Также особый интерес представляет интеграция интерфейса с системами графового машинного обучения — в первую очередь с графовыми нейронными сетями (GNN).

Заключение

В рамках данной работы разработан интерфейс структуризации информации о деталях, позволяющий вручную формировать ориентированное графовое представление изделия для дальнейшего использования в интеллектуальных подсистемах технологической подготовки производства. Подход ориентирован на технолога как активного участника цифрового проектирования и предлагает когнитивно и эргономически выверенный инструмент, сочетающий формализацию признаков, визуальную верификацию и подготовку данных в машиночитаемом виде.

Научная новизна предложенного решения заключается: в объединении принципов структурного графового моделирования с пользовательским вводом, адаптированным под инженерное мышление и в формализации признаков базовых деталей с возможностью масштабирования на более сложные классы;

Таким образом, разработанная система обеспечивает связующее звено между инженерной моделью детали и интеллектуальными алгоритмами, способствуя трансформации производственных процессов в человеко-ориентированную цифровую среду.

Список источников

1. Tao F., Sui F., Liu A., Qi Q. Digital twin-driven smart manufacturing: Connotation, reference model, applications and research issues // Journal of Manufacturing Systems. 2020;64:426–439. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474034622001409 (дата обращения: 20.04.2025).

2. Zhang C., Wang Y., Liu J. Framework for formalizing expert knowledge in manufacturing process planning // Procedia CIRP. 2021;104:1614–1619. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474034621002639 (дата обращения: 20.04.2025).

3. Zech P., Herterich M., Uebernickel F., Brenner W. Semantic data modeling for digital twins in manufacturing // CEUR Workshop Proceedings. 2020;2744:562–567. URL: https://ceur-ws.org/Vol-2744/paper70.pdf (дата обращения:

20.04.2025).

4. Song H., Sun Y., Wang Z., Han Q. Graph Neural Networks in Manufacturing: A Review // Journal of Manufacturing Systems. 2025;66:389–401. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612525000469 (дата обращения: 20.04.2025).

5. Introduction to Graph Neural Networks (GNN) in Production Process Optimization // Medium. 2024. URL: https://advancedoracademy.medium.com/introduction-to-graph-neural-networks-gnn-in-production-process-optimization-ce4ab1141ec3 (дата обращения: 20.04.2025).

6. Wang Y., Zhang T., Li M. Application of GNNs in industrial process analysis and control // Journal of Manufacturing Systems. 2024;65:312–321. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278612524000591 (дата обращения: 20.04.2025).

7. Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием, Брянск, 4–6 июня 2024 года. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. 481 с. ISBN 978-5-907958-06-7. EDN FVBETG.

Статья поступила в редакцию 14.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторах

Феофанов А.Н. - д.т.н., профессор кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления» ФГБОУ ВО «МГТУ “СТАНКИН”».

Веселов Э.Э. - аспирант кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления», направление подготовки 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами ФГБОУ ВО «МГТУ “СТАНКИН”».

Колошкина И.Е. - к.т.н., преподаватель кафедры автоматизированного проектирования и дизайна НИТУ «МИСИС».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
Научная статья
УДК 681.5

МОДЕЛЬ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ СОЦИАЛЬНЫМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ГРУППАМИ

Елена Олеговна Харитон
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь
ehariton945@gmail.com, https://orcid.org/0009-0009-4935-8795

Аннотация. В статье представлена модель приложения, разработанного для поддержки принятия решений о комплектации рабочих групп. Приложение использует матрицу профессиональных компетенций и тесты для оценки кандидатов, что позволяет повысить качество подбора участников, улучшить эмоциональный климат в команде и сократить затраты на процесс рекрутинга.

***Ключевые слова*:** социальные производственные группы, системы поддержки принятия решений, СППР, матрицы компетенций, эмоциональный климат в коллективе.

***Для цитирования*:** Харитон Е.О. Модель приложения для поддержки принятия решений в управлении социальными производственными группами // Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках. Брянск, 2025. С. 297-303.

В настоящее время управление социальными производственными группами осуществляется на основе традиционных методов, которые зачастую оказываются недостаточными для преодоления современных вызовов. Многие организации сталкиваются с проблемами, связанными с невысокой продуктивностью и недостаточной мотивацией участников рабочих групп, что объясняется устаревшими подходами к управлению. В то же время, технологии анализа данных и автоматизации процессов открывают новые возможности для совершенствования процесса управления. Однако их внедрение требует глубокого понимания особенностей функционирования социально-производственных групп, что подчеркивает актуальность исследования способов интеграции современных технологий в управление такими коллективами.

В данной статье под социально-производственными группами понимаются объединения людей, работающих в рамках производственных процессов и преследующих общие цели. Эти группы формируются для выполнения конкретных задач, требующих совместного участия и взаимодействия. Понятие социально-производственных групп было впервые исследовано в рамках

© Харитон Е.О., 2025

Хоторнских экспериментов 1920-х годов [1, 2], в ходе которых изучалось влияние социальных факторов на производительность

труда. Результаты этих исследований показали, что социальные взаимодействия и атмосфера внутри коллектива значительно влияют на

эффективность работы. В частности, «различные параметры трудовых коллективов и соотношение различных социальных групп оказывают влияние на ожидания трудового коллектива в целом» [3]. Таким образом, для повышения производительности труда крайне важно учитывать не только организационные аспекты, но и социальные взаимодействия.

Традиционные подходы к управлению социально-производственными группами опираются на классические теории, такие как теория X и Y Дугласа Макгрегора [4]. Его модель предполагает, что сотрудники нуждаются в строгом контроле и постоянной мотивации для поддержания продуктивности. Акцент делается на иерархическую структуру организации, где руководители принимают ключевые решения, а сотрудники лишь выполняют поставленные задачи. Такие системы недостаточно гибкие. Ограничения инициативы негативно сказывается на эффективности социально-производственных групп. Негибкость и бюрократия препятствуют способности этих групп адаптироваться к изменениям и информационным неопределённостям, что особенно критично в условиях современной экономики. Отсутствие четких моделей формирования социальных и трудовых отношений в инновационной деятельности создает трудности во взаимоотношениях внутри коллективов. Более того, игнорирование индивидуальных потребностей сотрудников может привести к увеличению текучести кадров и снижению мотивации, что, в свою очередь, негативно отражается на общих результатах работы [5].

Инновационные технологии занимают центральное место в современных методах управления социально-производственными группами, предоставляя новые инструменты для оптимизации процессов, повышения качества коммуникации и увеличения общей эффективности. Внедрение таких технологий способствует адаптации организаций к динамично изменяющимся условиям глобального рынка, что, в свою очередь, обеспечивает их конкурентоспособность и устойчивое развитие. О.С. Киселевский и О.В. Кондрашов подчеркивают, что «инновационное развитие – неотъемлемая и обязательная мера как для совершенствования деятельности государственных и частных предприятий, так и для реформирования всех сфер экономики и социальной системы в целом» [6]. Таким образом, инновации становятся необходимым условием для успешного функционирования организаций, в первую очередь сферы информационных технологий, способствуя не только улучшению производственных показателей, но и интеграции новых подходов в управление.

Крупные компании, такие как Google и Microsoft, демонстрируют успешное применение технологий в управлении социально-производственными группами, используя системы анализа данных для мониторинга и оптимизации командной работы [7]. Их практика позволяет эффективно распреде-

лять задачи и отслеживать прогресс выполнения. Внедрение цифровых инструментов становится важнейшим аспектом управления человеческими ресурсами, способствуя улучшению взаимодействия и повышению производительности команд [8]. При разработке таких инструментов перед исследователями стоит задача выявления узких мест в работе социально-производственной группы. Основное внимание уделяется различным видам затрат, связанным с выполнением задач и функционированием группы, включая материальные, транзакционные, информационные и временные издержки. При этом особое внимание следует уделить транзакционным издержкам, связанным с координацией, коммуникацией и взаимодействием участников группы, а также временным издержкам, которые включают затраты времени на выполнение задач, ожидание решений и взаимодействие между участниками. Эти аспекты являются наиболее сложными для оптимизации.

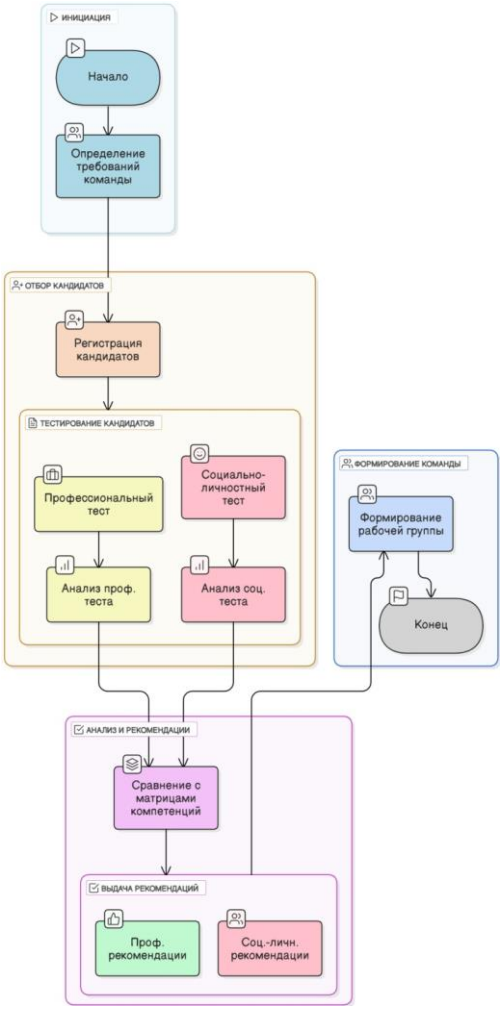


Рис. 1. Модель приложения для поддержки принятия решения в управлении социальными производственными группами

В качестве потенциального решения проблем управления социальными производственными группами предлагается модель приложения, позволяющая упростить процесс формирования команд и снизить транзакционные и временные издержки, связанные с взаимодействиями внутри команды (Рис. 1). Основной задачей приложения является помощь в принятии решения о количестве участников команды и их ролях с учетом специфики выполняемых задач. В основе модели приложения лежат несколько ключевых теоретических концепций: закон Ф. Брукса, матрицы профессиональных компетенций, а также подходы к оценке социально-личностных компетенций.

Процесс работы приложения начинается с определения требований к рабочей группе. На этом этапе вводятся данные о необходимых функциях, которые должны быть выполнены участниками команды в рамках каждой отдельной должности. Для этого предлагается составить матрицы профессиональных компетенций в первую очередь на основе должностных инструкций каждой для каждой роли. Для проектных команд IT-предприятий Ф. Бруксом был

предложен конкретный функциональный состав,

численность которого обосновывается через сформулированный им закон. Основные его положения были рассмотрены и дополнены в ряде работ [9]. Так, теория Ф.Брукса утверждает, что увеличение численности команды на поздних стадиях проекта может замедлить его выполнение. Это связано с ростом транзакционных издержек, вызванных необходимостью координации между членами команды. В контексте социально-производственных групп данный принцип может позволить оценить оптимальный размер команды для выполнения задач в рамках проекта. Тем не менее, окончательная формула требует дополнительных исследований и доработки, прежде чем она сможет быть применена в процессе проектирования приложения для определения оптимального количества участников на различных этапах проекта, что позволит минимизировать риски задержек и перерасхода ресурсов.

Матрица компетенций представляет собой инструмент, который используется для оценки навыков, квалификаций и социально-личностных качеств членов команды [10]. Она позволяет визуализировать распределение компетенций и выявить области, требующие улучшения. В управлении социальными производственными группами матрица компетенций является ключевым элементом для эффективного распределения задач и ролей. В рамках модели приложения матрица компетенций интегрируется для автоматизированного анализа и предоставления рекомендаций по распределению задач. Использование такого подхода позволит обеспечить соответствие задач и компетенций участников.

Модель приложения включает модуль для проведения тестов, который оценивает как профессиональные, так и социально-личностные аспекты. После определения состава группы приложение осуществляет подбор кандидатов из имеющегося пула специалистов. Каждый потенциальный участник проходит два типа тестирования для оценки профессиональных знаний и социально-личностных характеристик. Результаты этих тестов носят рекомендательный характер для принятия решения о кандидатах. Ключевой сложностью на этапе тестирования является разработка соответствующих тестов. Содержание тестов, оценивающих так называемые hard skills, зависит от специфики конкретной компании, особенностей проекта и требований рынка труда в целом и может быть определено штатными специалистами организации. В основу составления теста для определения социально-личностных компетенций могут быть положены различные методики дифференциальной производственной психологии, рассмотренные в работе [11]. Тем не менее, универсального подхода к определению необходимых психо-эмоциональных характеристик в настоящее время не существует, что требует проведения дополнительного анализа эмоциональной совместимости членов группы.

Возвращаясь к описанию модели, полученные результаты каждого кандидата сравниваются с заранее установленными средними значениями в матрицах компетенций, разработанных для конкретной организации. Это позво-

ляет выявить соответствие кандидатов требованиям, предъявляемым к их ролям в команде.

На основе результатов тестирования приложение предоставляет рекомендации, которые могут быть как положительными, так и отрицательными. Рекомендации, касающиеся профессиональных компетенций, указывают на возможность или невозможность кандидата занять определенную роль (должность). В то же время рекомендации по социально-личностным компетенциям оценивают психо-эмоциональную совместимость кандидата с уже выбранными членами группы. Стоит отметить, что итоги второго тестирования зачастую имеют более высокий вес при оценке потенциального члена команды в современной действительности, когда эмоциональный комфорт становится приоритетным фактором долгосрочного сотрудничества сотрудника и организации. В свою очередь, матрица профкомпетенций и созданный на ее основе тест позволяют повысить осведомленность кандидата о его роли и будущих обязанностях.

Заключительным этапом работы приложения является формирование рабочей группы на основе предоставленных рекомендаций. Этот процесс способствует созданию эффективного и гармоничного коллектива с высоким уровнем эмерджентности, который способен успешно справляться с поставленными задачами.

Оценка эффективности применения предложенной модели приложения может быть проведена по нескольким ключевым критериям, которые позволят количественно и качественно определить влияние данного инструмента на процесс формирования команд. Среди таких критериев оценки можно выделить скорость формирования рабочей группы (измеряется время, необходимое для завершения процесса подбора кандидатов и формирования команды до и после внедрения приложения), производительность команды (измеряется с помощью количественных показателей, например, количество выполненных задач в установленные сроки и уровень выполнения проектных целей), а также психо-эмоциональную совместимость. Последняя оценивается через опросы, направленные на выявление уровня удовлетворенности членов команды друг другом и общим рабочим климатом. Также можно использовать методики, такие как тесты на командную сплоченность и уровень стресса, чтобы определить изменения в психо-эмоциональной атмосфере команды [12,13].

Предложенная модель приложения для поддержки принятия решений о комплектации рабочих групп представляет собой комплексный инструмент, который сочетает в себе теоретические основы управления человеческими ресурсами с практическими методами оценки компетенций. Данный инструмент, с одной стороны, способствует улучшению качества подбора участников команды и формированию положительного эмоционального климата, а с другой – позволяет сократить затраты на процесс подбора кандидатов. Таким образом, внедрение подобного инструмента представляет собой значительный шаг в направлении совершенствования управления человеческими ресурсами.

Список источников

1. Бурганова Л.А., Савкина Е.Г. «Человеческие отношения»: уроки Хоторнского эксперимента // Вестник экономики, права и социологии. 2007. № 3. С. 91-103.

2. Белканов Ю. Людям важно внимание. История хоторнского эксперимента. URL: habr.com/ru/articles/801385/ (дата обращения: 17.05.2025).

3. Боброва А.А., Новиков М.М., Спасенников В.В. Социально-психологические представления о профессионально важных качествах управленческой команды предприятий с учетом ожиданий трудовых коллективов // Психология в экономике и управлении. 2011. № 2. С. 59-67.

4. Douglas McGregor. The human side of enterprise / Annotated ed. D.McGregor. New York: McGraw-Hill, 1960. 249 p.

5. Спасенников В.В., Голубева Г.Ф. Экономическая психология и эргономика в обеспечении успешности инновационной деятельности // Экономическая психология: прошлое, настоящее, будущее. 2014. № 2. С. 247-258.

6. Киселевский О., Кондрашов О. Пути преодоления инновационного барьера в развитии наукоемких технологий // Наука и инновации. 2024. № 7. С. 4-10. DOI 10.29235/1818-9857-2024-07-4-10.

7. Грачева И.В. Управление жизненным циклом продукта в области информационных технологий: методы и инструменты для оптимизации процессов и повышения эффективности // Вестник науки. 2023. Т. 2, № 12 (69). С. 53-66.

8. Толкунова Е.Г. Управление персоналом в эпоху цифровой экономики // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Т. 9, № 6-1. С. 138-143.

9. Харитон Е.О., Киселевский О.С. Закон Брукса в расчете критической численности рабочих групп // Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: сб. материалов всероссийской науч.-практ. онлайн-конф. с междунар. участием. Брянск: БГТУ, 2024. С. 211-214.

10. Милютина А.А., Колышкина Д.Е., Киселевский О.С. Построение матрицы социально-личностных компетенций IT-специалистов // Информационные технологии и системы 2024 (ITS 2024): материалы междунар. науч. конф. Минск: БГУИР, 2024. С. 219–220.

11. Киселевский О.С., Харитон Е.О. Использование матрицы социально-личностных компетенций в формировании групп разработчиков программного продукта // Современное образование: интеграция образования, науки, бизнеса и власти: материалы междунар. науч.-метод. конф. Томск: ТУСУР, 2024 (в печати).

12. Веретехина С.В. Автоматизированные системы оценки персонала // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2015. Т. 4, № 5. С. 72-77. DOI 10.12737/14961.

13. Интеллектуальные технологии в эргономике и когнитивных науках: сборник материалов всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием, Брянск, 4–6 июня 2024 года. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2024. 481 с. ISBN 978-5-

ISBN 978-5-907958-16-6 Интеллектуальные технологии в эргодизайне и когнитивных науках, Брянск, 10-11 июня 2025 г.
907958-06-7. EDN FVBETG.

Статья поступила в редакцию 18.05.2025
Статья принята к публикации 13.10.2025

Информация об авторе

Харитон Е.О. – магистрант кафедры менеджмента, специальность 7-06-0611-04 - Электронная экономика УО «БГУИР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения информационно-технологического суверенитета и обороноспособности Российской Федерации с учетом тенденций развития систем искусственного интеллекта (СИИ), эргономического обеспечения разработки и эксплуатации систем, изделий и технологий экспертное научное сообщество программного и организационного комитетов конференции предлагает:

I. Рекомендовать Росстандарту расширить программу стандартизации в области эргономики с созданием Координационного совета из компетентных представителей Заказчика и эргономического сообщества и разработкой программы развития («дорожной карты»). Разработать и утвердить на правительственном уровне модернизированную систему стандартов в области эргономики взаимодействия с СИИ.

II. Поддержать работу Межрегиональной эргономической ассоциации (МЭА) с целью организации экспертной деятельности и проведения аналитических и экспериментальных исследований в области поиска эффективных методов и способов человеко-машинного взаимодействия с СИИ, разработки интеллектуальных человеко-машинных интерфейсов. Рекомендовать МЭА создать общедоступную платформу в сети Интернет для общения эргономического сообщества, обмена данными, обеспечения доступа разработчиков и исследователей к готовым наборам размеченных данных, алгоритмам и результатам машинного обучения СИИ.

III. Организовать подготовку и переподготовку специалистов по эргономике, обладающих знаниями и навыками работы с СИИ, для чего ввести в номенклатуру учебных специальностей техническую специальность «Эргономика» с присвоением квалификации «Инженер-эргономист»; Минобрнауки РФ разрешать в упрощенном заявительном порядке вузам, входящим в МЭА, вносить в лицензию на образовательную деятельность направление подготовки и указанную специальность.

IV. Рекомендовать Минобрнауки РФ и ВАК РФ ввести в номенклатуру научных специальностей, в группу 5.12.00 «Когнитивные науки», новую специальность «Эргодизайн сложных систем, изделий и технологий» по техническим наукам. Межрегиональной эргономической ассоциации предложить разработать проект паспорта новой научной специальности.

Председатель программного комитета:
ректор ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,
д-р техн. наук, профессор О.Н. Федонин

Сопредседатели программного комитета:
д-р филос. наук, профессор,
главный научный сотрудник Института философии РАН,
заместитель председателя научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта и когнитивных исследований при Президиуме РАН Д.И. Дубровский

д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ,
профессор ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»,
председатель эргономической ассоциации Санкт-Петербурга,
вице-президент Межрегиональной эргономической ассоциации России П.И. Падерно

д-р психол. наук, профессор,
профессор ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
заведующий научно-исследовательской лабораторией «Эргономика сложных систем»
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» С.Ф. Сергеев

Председатель организационного комитета:
проректор по перспективному развитию
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,
д-р техн. наук, профессор А.В. Киричек

Сопредседатели организационного комитета:
д-р психол. наук, профессор,
профессор кафедры «Гуманитарные и социальные дисциплины»
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,
профессор по специальности «Эргономика»,
главный редактор журнала «Эргодизайн» В.В. Спасенников

канд. биол. наук, доцент,
доцент кафедры «Компьютерные технологии и системы»
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,
заместитель главного редактора журнала «Эргодизайн» А.А. Кузьменко

канд. техн. наук, доцент,
профессор кафедры «Информатика и программное обеспечение»
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,
вице-президент Российской ассоциации искусственного интеллекта А.Г. Подвесовский