

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.375.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 14.05.25 № 5

О присуждении Кривошееву Аркадию Владимировичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Математическое и программное обеспечение системы мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов распознавания образов» **по специальности** 2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» **принята к защите** 05.03.2025 г. (протокол заседания № 2) **диссертационным советом** 24.2.375.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» Министерства науки и высшего образования Российской федерации, 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1, приказ о создании диссертационного совета №105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Кривошеев Аркадий Владимирович, 19 марта 1988 года рождения, в 2023 году окончил аспирантуру при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный технический университет», **работает** в должности ассистента в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном

образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель - Иващенко Антон Владимирович, доктор технических наук, профессор, директор Передовой медицинской инженерной школы федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Финогеев Алексей Германович - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Системы автоматизированного проектирования» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза;

Макаренков Александр Алексеевич - кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник НИИ «Фотон» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина», г. Рязань;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, в своем положительном отзыве, подписанном Лимановой Наталией Игоревной, доктором технических наук, доцентом, заведующей кафедрой «Информационные системы и технологии» и утвержденном Горячкиным Олегом Валерьевичем, доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе, **указала**, что диссертационная работа Кривошеева А.В. обладает актуальностью, научной новизной и практической значимостью и имеет заверченный характер. В диссертации решена важная научно-техническая задача комплексирования автономных искусственных нейронных сетей в интеллектуальной системе распознавания образов, способной адаптироваться к меняющимся внешним условиям эксплуатации. Диссертационная работа отвечает критериям «Положения о присуждении ученых степеней» и соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к

кандидатским диссертациям, а ее автор, Кривошеев Аркадий Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (технические науки). Отзыв ведущей организации обсуждён и утверждён на заседании кафедры «Информационные системы и технологии», протокол № 8 от «20» марта 2025 г.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 28 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 24 работы, в том числе 6 работ в изданиях, рекомендованных ВАК РФ по специальности 2.3.5. Имеется 1 Патент и 2 Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Авторский вклад - 70%. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Содержание публикаций автора отражает научные положения и прикладные результаты диссертационного исследования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Иващенко А.В., Диязитдинова А.Р., Кривошеев А.В., Никифорова Т.В. Поиск пропорции естественного и искусственного интеллекта в прикладных задачах цифровой экономики // Инфокоммуникационные технологии, Том 18, № 1, 2020. – с. 68 – 76

Кривошеев А.В. предложил модель взаимодействия программных агентов и лиц, принимающих решения.

2. Иващенко А.В., Кривошеев А.В. Модель ансамблирования интеллектуальных компонентов системы компьютерного зрения на основе рекуррентной нейронной сети // Научно-технический вестник Поволжья, № 6 2022. – с. 164 – 167

Кривошеев А.В. предложил модель интеллектуальной системы компьютерного зрения, позволяющую реализовать распределенное взаимодействие между интеллектуальными компонентами.

3. Александрова М.В., Головнин О.К., Иващенко А.В., Кривошеев А.В., Ситников П.В., Сурнин О.Л. Технологии текстового понимания и

текстогенерации для юридических информационных систем // Научно-технический вестник Поволжья, № 11. – 2022. – с. 158 – 162

Кривошеев А.В. реализовал решение, основанное на интеллектуальном выборе агентов с использованием онтологической базы знаний.

4. Иващенко А.В., Кривошеев А.В. Мультиагентное ансамблирование интеллектуальных компонентов распределенной системы распознавания образов // Системы управления и информационные технологии, № 1 (91). 2023. – с. 36 – 42

Кривошеев А.В. изложил варианты реализации динамического комбинирования интеллектуальных компонентов для адаптивного решения задач распределенной системы распознавания образов.

5. Кривошеев А.В. Алгоритм распределения задач в мультиагентной системе интеллектуального распознавания образов // Научно-технический вестник Поволжья. № 10. – 2023. – с. 264 – 268

6. Кривошеев А.В. Сопряжение мультиагентных и нейросетевых технологий в программной системе распознавания образов для роботизированного документооборота // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. № 87. – 2024. – с. 54 – 61

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов:

1. Институт проблем управления сложными системами Российской академии наук - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Самара. Отзыв подписал директор института, д.т.н., Боровик Сергей Юрьевич.
2. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза. Отзыв подписал заведующий кафедрой «Биомедицинская инженерия», д.т.н., профессор, Бодин Олег Николаевич.
3. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза.

Отзыв подписал заведующий кафедрой «Информационно-вычислительные системы», д.т.н., доцент, Кузьмин Андрей Викторович.

4. ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара. Отзыв подписал Заведующий кафедрой программных систем, д.т.н., доцент, Востокин Сергей Владимирович.

5. ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа. Отзыв подписал профессор кафедры вычислительной математики и кибернетики, д.т.н., доцент, Сметанина Ольга Николаевна.

Все полученные отзывы положительные и содержат следующие **замечания**: Не раскрыта структура базы знаний в составе архитектуры мультиагентной системы распознавания образов, основанной на реализации предиктивного оркестратора. Из автореферата неясно, каким образом следует выбирать модели нейронных сетей для мультиагентного ансамблирования и формировать для них обучающие выборки. Отсутствует сравнительный анализ мультиагентной архитектуры с другими способами комплексирования искусственных нейронных сетей. Недостаточно расписан технологический стек программных средств реализации предложенной архитектуры в указанных приложениях. Из описания материала главы 3 не вполне понятно как архитектура системы реализована программно, с использованием каких программных модулей и подсистем. Рис. 1 дает только концептуальное представление и неинформативен с точки зрения структуры. В тексте автореферата приводятся параметры тестовой выборки, но не указаны параметры выборки, использованной при обучении. Не указаны типы нейронных сетей, на которые распространяется предложенная архитектура. Не исследована вычислительная сложность и производительность разработанных программных продуктов. В работе отсутствует сравнение результатов диссертации с современными генеративно-сопоставительными моделями искусственных нейронных сетей, используемыми для распознавания образов. В результате исследования решены частные задачи,

при этом разработанное программное обеспечение не оформлено в качестве продукта или фреймворка для использования сторонними разработчиками.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их достижений в данной области науки, наличием публикаций по тематике диссертации, что позволяет им компетентно оценить научную новизну, теоретическую и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан метод мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов адаптивной системы распознавания образов, обеспечивающий адаптивность системы в условиях изменяющейся обстановки без переобучения интеллектуальных компонентов;

предложена архитектура мультиагентной системы распознавания образов на базе предиктивного оркестратора, позволяющая сократить время распознавания за счет более эффективного выбора агентов в отличие от классических моделей на основе ветвлений;

доказана перспективность использования архитектуры мультиагентной системы распознавания образов на базе предиктивного оркестратора, способной адаптироваться к меняющимся внешним условиям эксплуатации;

введено понятие предиктивного оркестратора, реализующую искусственную нейронную сеть для комплексирования интеллектуальных компонентов с автономным поведением.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность обеспечения адаптивности системы распознавания образов к изменяющимся условиям эксплуатации путем комплексирования автономных искусственных нейронных сетей в мультиагентной системе с предиктивным оркестратором;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использованы технологии искусственных нейронных сетей, имитационного моделирования, поддержки принятия решений, мультиагентные технологии;

изложены условия применения системы распознавания образов, построенной на базе ансамбля искусственных нейронных сетей;

раскрыты проблемы реализации и практического применения математического и программного обеспечения интеллектуальной системы распознавания образов, основанной на одной или нескольких искусственных нейронных сетях;

изучены особенности сочетания и взаимодействия интеллектуальных компонентов с автономным поведением в системе распознавания образов;

проведена модернизация математического и программного обеспечения систем распознавания образов за счет реализации мультиагентного ансамблирования искусственных нейронных сетей с предиктивным оркестратором.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан и внедрен мультиагентный алгоритм распределения задач в адаптивной системе распознавания образов, отличающийся возможностью динамического изменения критериев выбора интеллектуальных агентов при корректировке условий задачи распознавания образов и позволяющий повысить производительность в 2,5 раза по сравнению с классическими методами комбинирования агентов на основе нейронных сетей;

определены условия эксплуатации интеллектуальных систем распознавания образов, требующие комплексирования нескольких искусственных нейронных сетей;

создана структура распределенной системы компьютерного зрения на базе мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов распознавания образов, отличающаяся комбинированным применением искусственных нейронных сетей, предназначенных для решения частных задач и обеспечивающая адаптивность к меняющимся условиям эксплуатации без перенастройки алгоритмов распознавания;

представлены рекомендации по использованию результатов диссертации в программном обеспечении с элементами искусственного интеллекта в области компьютерного зрения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность подтверждается сопоставлением предложенных решений с результатами выполнения проектов и апробацией предложенных разработок на практике в системе фотофиксации приборов учета для энергосбытовых компаний, системе контроля ручных операций по видеоизображению с рабочего места оператора сборочного производства, библиотеке подпрограмм текстовопонимания и текстогенерации в составе системы документооборота и управления цифровым контентом организации;

теория построена на известном математическом аппарате мультиагентных технологий и искусственных нейронных сетей и согласуется с опубликованными теоретическими и экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе результатов отечественных и зарубежных исследований и разработок в области реализации интеллектуальных систем распознавания образов;

использованы данные и сведения, представленные в известных научных публикациях отечественных и зарубежных авторов, искусственные нейронные сети LeNet и Yolo, набор данных COCO;

установлено, что реализация распределенной системы компьютерного зрения на базе мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов адаптивной системы распознавания образов позволяет сократить в среднем на 25% время распознавания;

использованы современные технологии реализации математического и программного обеспечения: программная платформа Django (Python 3.10), библиотеки Keras и Tensorflow.

Личный вклад соискателя состоит в: проведении анализа особенностей реализации адаптивной системы распознавания образов,

разработке метода мультиагентного ансамблирования интеллектуальных компонентов, архитектуры мультиагентной системы распознавания образов, мультиагентного алгоритма распределения задач и структуры распределенной системы компьютерного зрения на базе мультиагентного ансамблирования; разработке программных компонентов, организации и проведении научных экспериментов, обработке и интерпретации экспериментальных данных, апробации результатов исследования на практике, а также подготовке основных научных публикаций по теме диссертации. Основные научные результаты получены автором самостоятельно.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. В диссертации не представлен подробный анализ аналогичных научных работ в области синтеза и применения ансамблей моделей нейронных сетей, хотя исследования в области ансамблирования нейронных сетей, в частности, применения ансамблей сверточных и рекуррентных сетей для распознавания и текстогенерации, проводятся достаточно активно в последние годы. В работе также отсутствует сравнительный анализ предложенного метода мультиагентного ансамблирования с другими возможными способами комбинации мультиагентных и нейросетевых технологий в одном решении.

2. Во второй главе при постановке задачи синтеза метода мультиагентного ансамблирования, рассматриваются критерии минимизации ошибок первого и второго рода при поиске агентами объектов, а также требования по минимизации времени их работы. Таким образом, в рамках применения данного метода должна решаться задача многокритериальной оптимизации. Однако, в тексте диссертации не представлено непосредственное решение задачи оптимизации и не указаны методы ее решения. Вместо этого в разделе 2.4 приводится перечисление алгоритмов, которые обеспечивают сходимость мультиагентного метода. Однако, автором не представлен и не обоснован выбор алгоритма, который

используется для достижения сходимости, а в выводах отмечается, что рассмотрены алгоритмы достижения сходимости каких-то моделей, но не данного метода.

3. В качестве преимущества использования мультиагентного ансамблирования при реализации системы распознавания образов в работе указывается адаптивность системы в условиях изменяющейся обстановки без переобучения интеллектуальных компонентов. При этом нет убедительного доказательства сохранения эффективности системы при изменении внешних условий. Не определены допустимые пределы таких изменений.

4. Недостаточно описаны основные отличия и особенности предложенного комбинированного подхода от применяемых по-отдельности инструментов искусственных нейронных сетей и мультиагентных технологий.

5. Достаточно спорно выбран объект автоматизации: мобильное приложение для автоматизированной фиксации показателей электросчетчиков и система текстопонимания и текстогенерации, что ограничивает область возможного применения предложенной архитектуры.

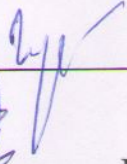
Соискатель Кривошеев А.В. согласился с замечаниями.

На заседании 14 мая 2025 г. диссертационный совет 24.2.375.01 принял решение: за новые научно обоснованные решения и разработки по комплексированию автономных искусственных нейронных сетей в интеллектуальной системе распознавания образов, способной адаптироваться к меняющимся внешним условиям эксплуатации, – присудить Кривошееву А.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей (технические науки), участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 17, «против» - 1, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель

диссертационного совета


Гусев Сергей Игоревич

Ученый секретарь

диссертационного совета


Пруцков Александр Викторович

14.05.2025 г.