

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.340.15 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И.ЛОБАЧЕВСКОГО»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 08 июля 2026 года № 6

О присуждении Ковальчуку Андрею Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Разработка нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания объектов на изображении» по специальности 5.12.4 – Когнитивное моделирование (физико-математические науки) принята к защите 30 апреля 2026 г. (протокол заседания № 5 диссертационным советом 24.2.340.15 на базе ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Минобрнауки РФ (603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23; приказ Минобрнауки РФ № 2115/нк от 14 ноября 2023 г.).

Соискатель Ковальчук Андрей Викторович, 09.10.1982 г. рождения, в 2006 г. окончил магистратуру в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика» (диплом магистра ВМА 0030714, регистрационный номер 04-12, дата выдачи 21 июня 2006 г.).

В 2009 г. соискатель закончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-

Грехова Российской академии наук» по специальности 05.13.18 «Математические методы и комплексы программ».

В период подготовки диссертации Ковальчук А.В. работал младшим научным сотрудником в отделе радиофизических методов в медицине (отд. 360) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук». В настоящее время Ковальчук А.В. работает младшим научным сотрудником в отделе радиофизических методов в медицине (отд. 360) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

Диссертация выполнена в отделе радиофизических методов в медицине (отд. 360) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

Научный руководитель – Яхно Владимир Григорьевич, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией автоволновых процессов Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

Официальные оппоненты:

Макаренко Николай Григорьевич, доктор физико-математических наук, доктор технических наук, главный научный сотрудник Главной астрономической обсерватории Российской академии наук,

Новикова Светлана Владимировна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики и информатики ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное научное учреждение «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК) в своем положительном отзыве, утвержденном директором – главным конструктором ЦНИИ РТК, доктором технических наук, профессором Лопотой Александром Витальевичем, указала, что диссертационная работа Ковальчука Андрея Викторовича на тему «Разработка нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания объектов на изображении» полностью удовлетворяет критериям, установленным пунктами 9–10 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 5.12.4 – Когнитивное моделирование (физико-математические науки). При рассмотрении диссертационной работы у ведущей организации возник ряд вопросов и замечаний:

1. В работах, посвящённых нейроморфным решениям, при обсуждении актуальности общим местом является энергоэффективность таких решений в случае их аппаратной реализации, что особенно актуально в контексте робототехники. В диссертационной работе Ковальчука А.В. вопрос энергоэффективности обойдён стороной, хотя было бы полезным иметь хотя бы качественную оценку возможности выигрыша в потреблении энергии предлагаемого решения по сравнению с классическими нейросетевыми решениями.

2. Многие формулы в тексте даны без расшифровки значений величин. Например, в формуле (1.1) на стр. 17 диссертации используются обозначения S_1 и F_1 , которые никак не поясняются, что затрудняет понимание математической модели.

3. В диссертации указано: «Алг. 4.1 описывает итоговый алгоритм обучения корректоров, а Алг. 4.2 – алгоритм их применения». Однако в

тексте диссертации нет ни псевдокода, ни словесного описания шагов, ни даже краткого перечисления действий данных алгоритмов.

4. В диссертации указано, что корректоры обучаются на «малом количестве примеров». Хотелось бы уточнить, исследовалась ли граница применимости метода: насколько малым может быть количество примеров ошибок для сохранения эффективности коррекции.

5. Оформление диссертации местами выполнено небрежно. Например, сбито выравнивание текста; в качестве разделителя в десятичной дроби используется точка вместо запятой и т.д. Диссертация требует дополнительной вычитки с целью устранения указанных и иных проблем в оформлении, опечаток и т.п.

Отмеченные недостатки не влияют на положительную оценку диссертационной работы.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ; основные результаты диссертационной работы опубликованы в 10 научных статьях, из них 8 – в изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus, и 8 – в изданиях, индексируемых в RSCI. Результаты диссертационной работы прошли апробацию на международных и всероссийских научных конференциях: VI всероссийской научно-технической конференции “Нейроинформатика – 2004” (Москва, 2004), VII всероссийской научно-технической конференции “Нейроинформатика – 2005” (Москва, 2005), 13-й всероссийской конференции “Математические методы распознавания образов”, (Зеленогорск, 2007), X всероссийской научнотехнической конференции “Нейроинформатика – 2008” (Москва, 2008), XI всероссийской научно-технической конференции “Нейроинформатика – 2009” (Москва, 2009), XV международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии» (Нижний Новгород, 2009), Всероссийской конференции "Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях" (Нижний Новгород, 2009), XII всероссийской научно-технической конференции “Нейроинформатика – 2010” (Москва, 2010), 13-й

всероссийской научно-технической конференции “Нейроинформатика – 2011” (Москва, 2011), 3-всероссийской конференции «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях – 2013» (Нижний Новгород, 2013), 15-й всероссийской научно-технической конференции “Нейроинформатика – 2013” (Москва, 2013), 9 19-й международной научно-технической конференции “Нейроинформатика – 2017” (Москва, 2017), 4-й международной конференции “Нейротехнологии и Нейроинтерфейсы” (Калининград, 2022), 25-й международной научно-технической конференции “Нейроинформатика – 2023” (Москва, 2023).

По результатам работы зарегистрированы 2 программы для ЭВМ и 2 базы данных. Алгоритмы и методы, описание которых приведено в главах данной работы, использованы в следующих НИОКТР и РИД:

НИОКТР “Автоматическая интеллектуальная система оценки биомеханики верхних и нижних конечностей”. П2030/2024-СП4 тема №9. Рег. номер 124091900013-6 (Россия, 2024). Свидетельство о государственной регистрации программ ЭВМ № 2025610744 “PhysioAssist - Автоматическая интеллектуальная система оценки биомеханики верхних и нижних конечностей” (Россия, 2025).

НИОКТР “Биоморфная система искусственного интеллекта для распознавания образов с коррекцией ошибок (БСИИРОКО)” КодИИ-117137 (Россия, 2022-2025).

НИОКТР “Intelektinė paslaugų teikimo procesų valdymo sistema Magnetca Golf Video Capturing, skirta kompleksiniam golfo paslaugų valdymui” (“Интеллектуальная система видеозахвата ‘Magnetca Golf Video Capturing’ для комплексного управления гольф-сервисами”) 01.2.1-LVPA-T-848-01-0016 (Литва, 2019-2022).

В диссертации Ковальчука А.В. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты оригинальных исследований. Тексты диссертации и автореферата проверены на предмет неправомерных

заимствований, в том числе с использованием автоматизированной системы «Антиплагиат.ВУЗ»; тексты не содержат неправомерных заимствований, цитирование научных источников сопровождается ссылками, исследования являются оригинальными и представляются к защите впервые.

Диссертационная работа Ковальчука Андрея Викторовича на тему «Разработка нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания объектов на изображении» соответствует паспорту специальности 5.12.4 - «Когнитивное моделирование» в пп. 7 и 8, п.7. Подходы к детекции и корректировке ошибок систем искусственного интеллекта: математическая, профессиональная и обыденная человеческие точки зрения. Анализ и устранение причин коммуникативных неудач в этой области; п. 8. Искусственные нейронные сети (включая конволюционные и импульсные сети) при моделировании базовых когнитивных функций обучения, распознавания, запоминания фигуративной (образной), процедурной и декларативной информации.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Sokolov M. E., **Kovalchuk A. V.**, Tel'nykh A. A., Bellyustin N. S., Nuidel I. V., Yakhno V. G. Face recognition using «lateral inhibition» function features // Optical Memory and Neural Networks (Information Optics). 2009. № 1 (18). С. 1–5. IF=1.0 (Scopus).

2. Klinshov V. V., **Kovalchuk A. V.**, Franović I., Perc M., Svetec M. Rate chaos and memory lifetime in spiking neural networks // Chaos, Solitons & Fractals. 2022. Vol. 158. IF=5.4 (WoS).

3. Klinshov V. V., **Kovalchuk A. V.**, Soloviev I. A., Maslennikov O. V., Franović I., Perc M. Extending dynamic memory of spiking neuron networks // Chaos, Solitons & Fractals. 2024. Vol. 182. IF=5.4 (WoS, 5-летний).

4. Беллюстин Н.С., Тельных А.А., Разумов В.А., Шемагина О.В., **Ковальчук А.В.**, Яхно В.Г. Применение генетических алгоритмов для уточнения местоположения лица человека на видеоизображении // Нейрокомпьютеры: Разработка, Применение. 2007. № 11. С. 43 – 45.

5. **Kovalchuk A. V.**, Bellyustin N. S. Online learning algorithm of kernel-based ternary classifiers using support vectors // Optical Memory and Neural Networks (Information Optics). 2013. Vol. 22, № 3. P. 193–205. IF=1.0 (Scopus).

6. **Ковальчук А. В.**, Беллюстин Н. С. Алгоритм классификации потоковых сигналов на основе последовательной машины опорных векторов // ПНД. Известия вузов. 2015. Т. 23, № 5. С. 62–79. IF=0.371 (RSCI, 5 лет).

7. Bellustin N., Kalafati Y., **Kovalchuk A.**, Telnykh A., Shemagina O., Yakhno V., Vaish A., Sharma P. Instant Human Face Attributes Recognition System // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. Special Issue on Artificial Intelligence. 2011. Vol. 3, № 1. P. 112–120. IF=0.7 (WoS).

8. Stasenko S. V., **Kovalchuk A. V.**, Eremin E. V., Drugova O. V., Zarechnova N. V., Tsirkova M. M., Permyakov S. A., Parin S. B., Plevaya S. A. Using Machine Learning Algorithms to Determine the Post-COVID State of a Person by Their Rhythmogram // Sensors. 2023. Vol. 23, No. 11. Article 5272. IF=3.7 (Scopus, 5-летний).

9. Soloviev I., **Kovalchuk A.**, Klinshov V. Dynamic convolution for image matching // The European Physical Journal Special Topics. 2024. Pp. 1–9. IF=2.5 (Scopus, 5-летний).

10. **Kovalchuk A. V.**, Lebedev A. A., Shemagina O. V., Nuidel I. V., Yakhno V. G., Stasenko S. V. Enhancing Cascade Object Detection Accuracy Using Correctors Based on High-Dimensional Feature Separation // Technologies 2025, Vol. 13, P. 593. 2025. № 12 (13). С. 593, IF=4.2 (Scopus, 5-лет).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы.

1. Отзыв официального оппонента, доктора физико-математических наук, доктора технических наук (01.03.03 - Физика Солнца 25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых), главного научного сотрудника Главной астрономической обсерватории Российской академии наук **Макаренко Николая**

Григорьевича. Отзыв на диссертацию положительный. В отзыве отмечается, что диссертационная работа Ковальчука А.В. является завершенным научно-квалификационным исследованием, в котором решена актуальная научная задача разработки нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания образов; работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 5.12.4 – Когнитивное моделирование. Имеются вопросы и замечания:

1. Не вполне ясно, в какой степени предложенные нейроморфные алгоритмы принципиально превосходят существующие методы глубокого обучения, так как прямое сопоставление с современными архитектурами (например, CNN/Transformer-подходами) проведено ограничено.

2. Критерий невязки, предложенный автором, выглядит перспективным, однако в работе недостаточно раскрыта его теоретическая связь с известными метриками качества (например, функциями потерь или вероятностными оценками).

3. Введение тернарного классификатора представляется интересным, однако не до конца прояснено, в каких условиях его использование дает гарантированное преимущество по сравнению с бинарными или вероятностными моделями.

4. Несмотря на заявленную интерпретируемость нейроморфных моделей, в работе недостаточно подробно продемонстрировано, каким образом интерпретируются конкретные решения системы.

5. Границы применимости разработанных методов обозначены не в полной мере, в частности, не рассмотрены случаи, когда динамические нейроподобные среды могут ухудшать качество признакового пространства.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки работы.

2. Отзыв официального оппонента, доктора технических наук, доцента (05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), профессора кафедры прикладной математики и информатики ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» **Новиковой Светланы Владимировны**. Отзыв на диссертацию положительный. В отзыве отмечается, что диссертационная работа Ковальчука Андрея Викторовича «Разработка нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания объектов на изображении» соответствует паспорту специальности 5.12.4 – Когнитивное моделирование (физико-математические науки) и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пункты 9, 10, 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 5.12.4 – Когнитивное моделирование. Имеются вопросы и замечания:

1. По параметрам нейроноподобной среды (глава 1). Для выбора оптимального числа итераций (4 шага) эксперименты проведены на одной базе (100 лиц, 4 эталона на класс). Насколько устойчив этот параметр при изменении базы (разрешения, условия освещения, ракурсы)? Есть ли оценки чувствительности качества к числу итераций при различных уровнях шума?

2. По алгоритму OnSVM (глава 3). В теоретической части утверждается, что число опорных векторов у OnSVM на 20–30% ниже, чем у классического SVM (стр. 121). Из Таблиц 3.7 и 3.8: для Optdigits OnSVM дает 107.2 опорных вектора против 140.7 у LIBSVM (снижение ~24%), для Pendigits – 978.1 против 1149.1 (снижение ~15%). Не указаны, однако, значения параметра η , при которых достигались эти результаты, детали настройки ядра и критерии останова. Это затрудняет воспроизводимость результатов.

3. По экспериментальным базам. В главе 1 база лиц описана как «100 различных персон, по 4 эталонных и 5 тестовых изображений». Не указано, есть ли перекрытие условий съемки между галереей и тестом, используются ли стандартные протоколы (например, FERET). Для повышения научной ценности следовало бы явно указать степень соответствия известным бенчмаркам.

4. По методам коррекции (глава 4). Для FP-корректора, повышающего точность детектора идентификаторов с 0.36 до 0.65, одновременно происходит снижение полноты с 0.98 до 0.94 (Таблица 4.1), что может потребовать дополнительного анализа: не приведет ли это к потере критически важных объектов в реальных системах (например, при детектировании редких или опасных объектов)? Желательно привести рекомендации по выбору порогов отбора примеров в зависимости от приоритета полноты или точности.

5. В работе термины «тернарный классификатор» и «эксперт» используются как синонимы, но строгого разграничения не вводится. В теории коллективного распознавания «эксперт» – это обычно любой классификатор, входящий в ансамбль (может быть и бинарным). Тернарность – лишь одно из свойств. Следовало бы либо ввести иерархию (эксперт – общее понятие, тернарный эксперт – частный случай), либо использовать только один термин.

6. В математическом моделировании и вычислительной математике «невязка» – это обычно норма разности между левой и правой частью уравнения при подстановке приближенного решения. В работе это понятие расширено до «динамики невязки в цикле кодирование-восстановление», что допустимо, но требует четкого определения в начале главы. Определение дано, но оно размыто. Следовало бы ввести отдельный термин, например, «реконструкционная невязка» или «ошибка автокодирования», чтобы избежать коллизии с классическим пониманием.

7. В теории обработки сигналов «активный фильтр» обычно означает фильтр с обратной связью (содержит полюсы), а «пассивный» – без обратной связи (только нули). В работе эти термины используются в другом смысле: активный – способный дорисовывать (генерировать) недостающие элементы, пассивный – только выравнивает яркость и убирает шум. Это терминологическое переопределение следовало бы явно оговорить в начале раздела 2.2, указав, что речь идет о биологически инспирированной классификации, а не о традиционной схемотехнической.

8. В тексте используется аббревиатура МСТ (Modified Census Transform). Впервые она вводится на стр. 85 диссертации без явной расшифровки, которая дана только в Приложении Б. Аббревиатура должна быть расшифрована при первом упоминании.

9. В тексте диссертации и автореферата присутствует некоторое количество опечаток. Например, стр. 11 диссертации «3-всероссийской» вместо «3-й всероссийской», строка на стр. 17 диссертации начинается с запятой: «, где:», на стр. 2 автореферата грамматическая ошибка (падеж) «Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждение...» и т.д.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы и не ставят под сомнение ее основные теоретические и практические результаты.

На автореферат поступило 4 отзыва:

1. Отзыв кандидата физико-математических наук, доцента кафедры дифференциальных уравнений, математического и численного анализа Института информационных технологий, математики и механики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Кузнецова Олега Анатольевича. Отзыв на автореферат положительный.

В отзыве отмечено, что представленные в автореферате положения, выносимые на защиту, сформулированы ясно и обоснованно.

2. Отзыв кандидата технических наук, старшего научного сотрудника Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук (ИППИ РАН) Айду Эдуарда Альфред-Иоханесовича. Отзыв на автореферат положительный. Автор отзыва отмечает: «Хотелось бы отметить, что исследование нейроподобных сред восходит скорее к работе У. Маккалока и У. Питтса 1943 года, а не к работе Ходжкина и Хаксли 1953 года, как указано в автореферате. Естественно, это замечание никак не влияет на общую высокую положительную оценку работы».

3. Отзыв кандидата биологических наук, доцента, ведущего научного сотрудника Института перспективных исследований мозга МГУ имени М.В. Ломоносова Ушакова Вадима Леонидовича. Отзыв на автореферат положительный. В отзыве отмечается, что диссертационная работа Ковальчука А.В. соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 5.12.4 – Когнитивное моделирование. В качестве замечания отмечено, что из текста автореферата не ясно, почему название диссертации и применяемые в работе алгоритмы и методы связаны с нейроморфными алгоритмами или биоморфными системами.

4. Отзыв профессора Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», доктора физико-математических наук Клиньшова Владимира Викторовича. Отзыв на автореферат положительный. В отзыве отмечается, что квалификационная работа Ковальчука А.В. «Разработка нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания объектов на изображении», несомненно, является добротным и важным исследованием, соответствует специальности и отвечает всем требованиям ВАК, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени. При этом автор отзыва указывает: «Последний результат о тернарных классификаторах, несмотря на

перспективность предложенной концепции, страдает, на мой взгляд, отсутствием формализованной инженерной методики настройки зоны неопределённости с учётом асимметрии потерь и динамики данных, что затрудняет практическую применимость результата».

Выбор официальных оппонентов обосновывается соответствием их научных интересов профилю рассматриваемой диссертации, высокой теоретической и профессиональной квалификацией, опытом исследований в области математического моделирования, методов обработки информации, машинного обучения, распознавания образов и нейроморфных алгоритмов, наличием научных работ по проблематике исследования, в том числе опубликованных в течение последних 5 лет.

Выбор ведущей организации аргументирован соответствием научных трудов сотрудников федерального государственного автономного научного учреждения «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (С.А. Половко, Б.А. Спасский, А.М. Корсаков, Л.А. Станкевич, И.С. Фомин) направлению диссертационного исследования, опытом организации в области робототехники, технической кибернетики, технологий искусственного интеллекта, системного анализа, управления и обработки информации, что подтверждает компетентность ведущей организации в оценке научной и практической ценности представленной диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны элементы нейроморфной системы, реализующие адаптивный выбор алгоритмов обработки и коррекцию решений на основе внутренней динамики и тернарного коллективного распознавания;

показано, что расширение признакового пространства с помощью динамики однородной нейроноподобной среды позволяет повысить качество алгоритмов принятия решений в задаче классификации лиц;

впервые предложен критерий оценки качества изображения на основе динамики невязки в процессе «кодирование–восстановление», а также показано, что применение адаптивного выбора алгоритма бинаризации с помощью невязки повышает качество распознавания изображений на примере отпечатков пальцев;

разработан алгоритм построения тернарного классификатора (эксперта) OnSVM, обеспечивающий корректное распознавание в условиях частичной информативности и неопределенности, а также его дообучение;

реализован алгоритм корректировки решений каскадного детектора объектов на изображениях, использующий внутренние состояния и признаки для повышения его точности;

разработана методика тестирования алгоритмов корректировки решений каскадных детекторов на размеченных базах данных изображений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

развиты научно-методические основания построения нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания изображений;

теоретически определены диапазоны параметров функций связи типа латеральное торможение, позволяющие формализовать процессы выделения объектов на изображениях различных масштабов и направлений;

введено и обосновано использование динамики невязки как количественного признака качества входных изображений и их пригодности к дальнейшему анализу;

разработано формальное понятие эксперта – тернарного классификатора, что расширяет класс моделей коллективного распознавания и позволяет описывать область компетентности ансамблей;

предложены модификация алгоритма бустинга M-AdaBoost, новая постановка потоковой машины опорных векторов OnSVM с максимизацией зазора, а также подход к коррекции ошибок детекторов на основе динамических сверток.

Применительно к проблематике диссертации разработаны рекуррентные алгоритмы выделения информативных признаков; введен критерий невязки в цикле «кодирование–восстановление»;

разработаны алгоритмы построения тернарного классификатора и методы коррекции решений каскадных детекторов;

проведена экспериментальная проверка предложенных подходов на реальных биометрических базах данных;

исследована возможность применения разработанных методов в биометрических системах, задачах технического зрения и интеллектуальных системах принятия решений, функционирующих в условиях ограниченного объема обучающих данных и изменчивости распределений.

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

предложенные алгоритмы могут применяться при разработке биометрических систем распознавания лиц и отпечатков пальцев, систем технического зрения, детекторов объектов на видеоданных, а также систем мониторинга и диагностики;

алгоритм OnSVM поддерживает потоковое обучение и готов к распознаванию после инициализации, что важно для систем реального времени;

корректоры ошибок позволяют улучшать существующие детекторы без полного переобучения, что снижает вычислительные затраты и время внедрения;

результаты исследования применены в НИОКТР «Автоматическая интеллектуальная система оценки биомеханики верхних и нижних конечностей», НИОКТР «Биоморфная система искусственного интеллекта для распознавания образов с коррекцией ошибок (БСИИРОКО)», в проекте «Интеллектуальная система видеозахвата Magnetca Golf Video Capturing для комплексного управления гольф-сервисами», в грантовых и

прикладных проектах, а также использованы при регистрации программ для ЭВМ и баз данных.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты получены с применением математически обоснованных моделей, методов машинного обучения, оптимизации, статистического анализа и численного моделирования;

достоверность подтверждена многократными экспериментами на широко известных биометрических базах данных MNIST, OptDigits, PenDigits, FERET, FG-NET+, а также на специально собранных датасетах изображений лиц, изображений отпечатков пальцев, фрагментов фасадов домов и базы изображений лиц различной этнической принадлежности;

использованы методы статистической валидации, перекрестная проверка, сопоставление с эталонными реализациями LIBSVM, классическим AdaBoost и тестирование при различных уровнях шума и искажений;

представленные в диссертации графики сходимости, карты невязок, ROC-кривые и сопоставление ошибок **подтверждают** корректность предложенных моделей и процедур обучения;

положения и основные результаты диссертационной работы **опубликованы** в рецензируемых российских и зарубежных научных журналах и подвергались оценке независимых экспертов, результаты докладывались на всероссийских и международных конференциях и обсуждались на научных семинарах;

установлено соответствие авторских результатов диссертационного исследования по тематике диссертации результатам, представленным в независимых источниках;

проведена апробация результатов исследования путем представления на научных конференциях/ семинарах, публикациями в рецензируемых журналах и получением свидетельств на программы ЭВМ и базы данных.

Личный вклад соискателя заключается в формулировке идеи и задач исследования, постановке и разработке основных методов

исследования, предложении новых алгоритмических решений, программной реализации разработанных подходов, проведении вычислительных экспериментов, анализе, визуализации и обсуждении полученных результатов, подготовке научных публикаций и докладов. В совместных публикациях автор лично занимался формулировкой идеи, численными экспериментами, анализом данных, визуализацией, обсуждением результатов и написанием научных публикаций.

Диссертация Ковальчука Андрея Викторовича «Разработка нейроморфных алгоритмов принятия решений в задачах распознавания объектов на изображении» является целостным, самостоятельным научным исследованием, отличается логичностью и последовательностью изложения, обоснованностью сделанных выводов. Диссертация включает введение, четыре главы основной части, выводы, заключение, список использованных источников и приложения. Полный объем работы составляет 183 страницы машинописного текста; диссертация содержит 51 рисунок, 18 таблиц, 42 формулы, 2 приложения и 190 наименований в списке литературы. Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых изданиях. В тексте работы А.В. Ковальчук корректно ссылается на авторов и источники материалов, в том числе при использовании результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и в соавторстве.

В ходе защиты диссертации членами диссертационного совета были высказаны критические замечания/вопросы об эффективности предложенного алгоритма, сбалансированности наборов данных, системе коррекции ошибок, использования предложенных алгоритмов для распознавания других сигналов биологической природы.

Соискатель Ковальчук А.В. аргументированно ответил на задаваемые в ходе заседания вопросы и привел аргументацию, основанную на выводах, полученных на разных этапах теоретического и экспериментального исследования.

На заседании 08 июля 2026 г. диссертационный совет принял решение: за разработку теоретических положений и алгоритмов, совокупность которых можно квалифицировать как решение научной задачи, имеющей значение для когнитивных наук, когнитивного моделирования, интеллектуальных систем принятия решений, компьютерного зрения и распознавания образов, присудить Ковальчуку А.В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук по специальности 5.12.4 Когнитивное моделирование, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту человек – нет, проголосовали: за присуждение ученой степени – 13», против присуждения ученой степени – «0», недействительных бюллетеней – нет».

Председатель

диссертационного совета 24.2.340.15
доктор физико-математических наук, профессор
Антонец Владимир Александрович



Handwritten signature of the Chairman, V. A. Antonets.

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.2.340.15,
Доктор социологических наук, доцент
Петрова Ирина Эдуардовна

Handwritten signature of the Secretary, I. E. Petrova.

08 июля 2026 г.