ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.113.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА» МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 30.06.2026 № 19

о присуждении Танцерову Александру Хабибуллоевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы интеллектуального анализа динамических параметров подписи на основе искусственных нейронных сетей» **по специальности** 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки) **принята к защите** 27.04.2026 г. (протокол заседания № 12) **диссертационным советом** 99.2.113.02, **созданным на базе** федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» Минобрнауки России, 390005, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1 и федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный технологический университет» Минобрнауки России, 440039, Пензенская обл., Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1А/11, приказ о создании диссертационного совета № 533/НК от 24 марта 2023 г.

Соискатель, Танцеров Александр Хабибуллоевич, 23 марта 1997 года рождения. В 2025 году соискатель **окончил** аспирантуру в ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» по направлению

подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника». **Не работает** (Самозанятый).

Диссертация выполнена на кафедре «Программирование» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – к.т.н. Данилов Евгений Александрович, доцент кафедры «Программирование» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет».

Официальные оппоненты:

Иванов Александр Иванович, д.т.н., профессор, Акционерное общество «Пензенский научно-исследовательский электротехнический институт», г. Пенза, научный консультант;

Панищев Владимир Славиевич, к.т.н., доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-западный государственный университет», г. Курск, кафедра «Вычислительной техники», доцент кафедры.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Акционерное общество «Научно-Производственное Предприятие «Рубин», г. Пенза, **в своем положительном отзыве**, обсужденном и одобренном на заседании научно-технического совета предприятия 01 июня 2026 г., протокол № 6/2026, **подписанном** ученым секретарем АО «Научно-Производственное Предприятие «Рубин», д.т.н., профессором Бутаевым Михаил Юрьевичем и начальником отделения АО «Научно-Производственное Предприятие «Рубин» к.т.н. Качалиным Сергеем Викторовичем, **указала**, что диссертационная работа соответствует указанной специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки), удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК при Минобрнауки России к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной

задачи совершенствования методов интеллектуального анализа, эталонирования, сопоставления и классификации реализаций динамической подписи на основе искусственных нейронных сетей, что позволяет повысить достоверность обработки многомерных биометрических данных за счет расширения признакового пространства, формирования эталонных представлений и применения нейросетевых алгоритмов классификации, имеет важное значение для развития методов поведенческой биометрии, распознавания образов и интеллектуального анализа временных рядов, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки).

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, среди которых 4 статьи в рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК, 1 статья – в издании, индексируемом в международной наукометрической базе Scopus, 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Недостоверных сведений об опубликованных соискателем работах в диссертации не обнаружено.

Наиболее значимые работы:

1. **Танцеров А.Х.** Кинематическая модель формирования эталонных динамических параметров подписи пользователя / А.Х. Танцеров, Е.А. Данилов // Вестник РГРТУ. – 2025. – № 92. – С. 170–178.

Танцеровым А.Х. предложен метод эталонирования динамической подписи для повышения надежности биометрической аутентификации пользователя. Метод основан на кинематической модели, аппроксимирующей зависимости дополнительных динамических параметров от стандартных. Используемая нейронная сеть и кластеризация с помощью сети SOM позволяют эффективно обрабатывать изменчивость поведенческих признаков. Результаты исследования подтверждают эффективность подхода для классификации в

реальном времени и перспективы его улучшения для практического применения.

2. **Танцеров А.Х.** *Combined Approach to Signature Verification Based on Fourier Transform, Hough Transform, Radon Transform, and the Support Vector Machine Method. / A.H. Tantserov; E.A. Danilov // Proceedings of International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon). – Sochi, Russian Federation, 2025. – P.759–764.*

Танцеровым А.Х. разработан программный комплекс для автоматизированной классификации подписей с использованием методов обработки изображений. Результаты экспериментов показывают эффективность подхода, который может быть использован в биометрических системах аутентификации и адаптирован для других задач анализа изображений.

3. **Танцеров А.Х.** Методика отождествления эталона динамической сигнатуры подписи пользователя по кортежу уникальных матриц синаптических коэффициентов межнейронных связей / А.Х. Танцеров, Е.А. Данилов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2026. – Т. 15, № 1(73). – С. 10–16.

Танцеровым А.Х. предложена методика биометрического отождествления пользователя по динамической подписи, основанная на представлении её эталона в виде кортежа уникальных матриц синаптических весов межнейронных связей. Формируется нейросетевая модель, для которой конфигурация весовых коэффициентов рассматривается и используется для сравнения с эталонными образцами. Описывается процедура построения матриц и критерии сопоставления, позволяющие повысить различимость пользователей за счёт анализа структуры и распределения межнейронных связей.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Акционерное общество «Р7», г. Нижний Новгород. Отзыв подписан руководителем отдела мультимедийной разработки, к.т.н., Синевым М.П.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара. Отзыв подписан профессором кафедры «Информатика и робототехнические системы» д.т.н., Тарасовым В.Н.

3. Акционерное общество «Региональный центр защиты информации «ФОРТ» г. Санкт-Петербург. Отзыв подписан ведущим инженером отдела проектирования ключевых систем, д. ф.-м. н., Цупаком А.А.

4. Институт компьютерных технологий и информационной безопасности ИТА ЮФУ, г. Таганрог. Отзыв подписан заведующим кафедрой «Систем автоматизированного проектирования» д.т.н., профессором Курейчиком В.В.

5. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург. Отзыв подписан д. ф.-м. н., доцентом Петровым Р.В.

6. «Аргус» филиал акционерного общества «Пензенский научно-исследовательский электротехнический институт», г. Пенза. Отзыв подписан ведущим инженером филиала «Аргус», к.т.н., Адиловым Р.М.

7. Акционерное общество «Информационные технологии и коммуникационные системы», г. Москва. Отзыв подписан руководителем направления отдела развития бизнеса, к.т.н., Капаева С.Н.

8. Акционерное общество «Научно-исследовательский и конструкторский институт радиоэлектронной техники», г. Заречный Пензенской области. Отзыв подписан главным специалистом по организации информационного и научно-технического обеспечения АО «НИКИРЭТ», к.т.н., Рыжаковым К.В.

В поступивших отзывах отмечается актуальность диссертационной работы, научная новизна полученных результатов, их теоретическая и практическая значимость.

В отзывах указаны следующие замечания:

Необходимость более полного обоснования и экспериментального подтверждения предложенных методов. В частности, отмечается целесообразность расширить сравнительный анализ разработанного подхода с существующими решениями по динамической подписи, включая современные нейросетевые архитектуры анализа временных рядов, при сопоставимых экспериментальных условиях. Подробнее раскрыть вклад используемых динамических параметров, выбор архитектур и настроек нейронных сетей, условия проведения экспериментов, влияние числа эталонов и объёма обучающей выборки на устойчивость классификации. Отдельные замечания связаны с необходимостью более детального анализа ограничений применимости методов, их устойчивости к изменению подписи пользователя во времени, смене устройств регистрации, различиям технических характеристик, искажениям входных данных и преднамеренным квалифицированным подделкам. Кроме того, указывается на необходимость дополнить работу анализом ошибок классификации, критериями выбора порогов принятия решения, включая режим отказа от распознавания, а также более подробно рассмотреть вопросы практической реализации: вычислительную трудоёмкость, требования к аппаратным ресурсам, защиту эталонных данных и матриц синаптических коэффициентов, а также перспективы интеграции предложенных решений в реальные информационные системы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их признанным научным авторитетом в рассматриваемой области науки. Они имеют значительный научный, публикационный и экспертный опыт по тематике диссертационного исследования и способны компетентно оценить его теоретическую новизну, достоверность полученных результатов и практическую значимость.

Официальный оппонент Иванов Александр Иванович является доктором технических наук, профессором, специалистом в области нейросетевых технологий биометрической аутентификации, защиты информации и обработки

биометрических данных. За последние 5 лет им опубликовано 34 научные работы, непосредственно связанные с темой исследований диссертанта.

Официальный оппонент Панищев Владимир Славиевич является кандидатом технических наук, доцентом, специалистом в области обработки изображений, распознавания образов, нейроподобных структур, высокопроизводительных алгоритмов и интеллектуальной обработки визуальных данных. За последние 5 лет им опубликовано 8 научных работ по теме оппонируемой работы.

Ведущая организация – Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Рубин» (г. Пенза) известна работами в области разработки программно-аппаратных комплексов, автоматизированных информационно-управляющих систем, средств защищенного доступа к информационным ресурсам, средств контроля доступа, обработки и передачи данных в информационных системах. Это позволяет ведущей организации компетентно оценить теоретическую новизну, достоверность и практическую значимость результатов диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается также отсутствием совместных с соискателем проектов и печатных работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая методика интеллектуального анализа, сопоставления и классификации реализаций динамической подписи на основе искусственных нейронных сетей, основанная на расширении признакового описания динамических параметров подписи, нейросетевом эталонировании реализаций и отождествлении образца с эталонами по кортежу уникальных матриц синаптических коэффициентов межнейронных связей, что позволяет повысить достоверность и устойчивость классификации динамической подписи в условиях внутриклассовой вариативности, ограниченности обучающих выборок и различий в аппаратуре регистрации,

предложены методы и методика обработки биометрических данных динамической подписи:

– метод обработки и расширения признакового описания динамической подписи на множестве функционально связанных многомерных кривых, основанный на экстраполяции дополнительных динамических параметров из стандартного кортежа сенсорных измерений и формировании расширенных синтетических признаков;

– метод эталонирования биометрических реализаций подписи на основе самоорганизующихся карт Кохонена, отличающийся алгоритмом взвешивания признаков с учетом их различной информативности и адаптивной процедурой подбора числа эталонных представлений;

– методика нейросетевого отождествления образца динамической подписи с эталонами, основанная на декомпозиции вычислительной процедуры на последовательный прогон по кортежу уникальных послойных матриц синаптических коэффициентов межнейронных связей и введении класса «отказ от распознавания»,

доказана что учет дополнительных динамических и кинематических параметров позволяет повысить информативность признакового пространства, компенсировать внутриклассовую вариативность подписи и обеспечить сбалансированное соотношение между ошибками ложного допуска и ложного отказа,

введены формализованные представления динамической подписи как совокупности функционально связанных многомерных кривых, эталонного представления реализаций подписи для отождествления образца с эталонами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в развитие научно-методического аппарата нейросетевого анализа, классификации многомерных сигнатур динамической подписи и снижающие вероятность появления ошибок первого рода,

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых методов исследования, включающий методы системотехники, математической статистики, методы нейроинформатики, математического моделирования, распознавания образов, кластерного анализа и объектно-ориентированного программирования,

изложены положения о представлении динамической подписи не как статического изображения, а также положения о целесообразности расширения признакового пространства за счет экстраполяции дополнительных динамических параметров и использования нейросетевого эталонирования для учета вариативности подписи одного пользователя,

раскрыты зависимости между необходимостью достоверного сопоставления и классификации реализаций динамической подписи в условиях высокой внутриклассовой вариативности, параметрической неопределенности состояния пользователя и аппаратуры регистрации,

изучены связи между составом признакового описания динамической подписи, способом формирования эталонных представлений, структурой нейросетевой модели и показателями качества классификации, включая вероятность ложного допуска, вероятность ложного отказа и уровень равных ошибок,

проведена модернизация существующих подходов к анализу и классификации динамической подписи за счет разработки метода расширения признакового описания, метода эталонирования реализаций подписи на основе самоорганизующихся карт Кохонена, методика отождествления образца с эталонами по кортежу матриц синаптических коэффициентов и методики классификации динамической сигнатуры в пространстве многоточечного представления статистических характеристик семейства кривых.

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

разработаны и внедрены методы и алгоритмы интеллектуального анализа динамических параметров подписи, включая метод обработки и расширения признакового описания динамической подписи, метод эталонирования реализаций подписи на основе самоорганизующихся карт Кохонена, методика нейросетевого отождествления образца динамической подписи с эталонами по кортежу уникальных матриц синаптических коэффициентов межнейронных связей, в отдельные программно-технические решения в ООО НТП «Криптософт» (г. Пенза) при работе с проектом «QP-МДЗ» на этапах разработки опытного образца, в учебный процесс на кафедре «Программирование» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,

определены перспективы практического использования разработанных методов и алгоритмов в программных комплексах анализа рукописных данных и средствах интеллектуальной обработки многомерных временных рядов, описывающих динамические параметры подписи пользователя,

создан программный комплекс реализующий предлагаемые методы и алгоритмы,

представлены предложения по практической реализации разработанных методов и алгоритмов, включая организацию хранения эталонных представлений динамической подписи на основе специализированных баз данных временных рядов и уникальных матриц синаптических коэффициентов межнейронных связей, предложения по облику системы передачи данных и децентрализованной структуре центров обработки и анализа динамической подписи, а также рекомендации по дальнейшему совершенствованию программных средств биометрической идентификации, нейросетевого эталонирования и классификации многомерных биометрических данных.

Оценка достоверности результатов исследования:

для экспериментальных работ использовалась база данных MOBISIG, включающая 5395 реализаций подписей. Экспериментальная проверка выполнена на разработанном программном комплексе моделирования,

теория построена на известных и проверяемых положениях теории множеств, математической статистики, нейроинформатики, распознавания образов, кластерного анализа, а также согласуется с опубликованными исследованиями в области анализа динамической подписи, нейросетевой биометрии, обработки многомерных временных рядов и методов классификации биометрических данных,

идея базируется на обобщении известных подходов к регистрации, предобработке, выделению признаков и сопоставлению реализаций динамической подписи, а также нейросетевых методов к пространству отсчетов многомерных кривых при высокой внутриклассовой вариативности подписи и ограниченном объеме обучающих данных,

использовано сопоставление разработанных нейросетевых алгоритмов классификации динамической подписи с базовыми алгоритмами сопоставления многомерных сигналов и современными направлениями нейросетевого анализа биометрических временных рядов,

установлено количественное преимущество предложенных автором методов и алгоритмов анализа и классификации динамической подписи. Учет дополнительных параметров, включая координаты пера, давление на экран и кинематические характеристики, обеспечивает достижение значений метрики качества до 0,8–0,95 при ограниченном объеме обучающих данных,

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, методы нормализации и расширения признакового пространства, методы построения функционально связанных многомерных кривых, методы статистической оценки для проверки достоверности классификации.

Личный вклад соискателя состоит в разработке метода обработки и расширения признакового описания динамической подписи на множестве функционально связанных многомерных кривых, разработке метода эталонирования реализаций подписи на основе самоорганизующихся карт Кохонена, разработке методики нейросетевого отождествления образца динамической подписи с эталонами по кортежу матриц синаптических коэффициентов межнейронных связей, совершенствовании методики анализа и

классификации динамической сигнатуры в пространстве многоточечного представления статистических характеристик семейства кривых, разработке программных модулей и регистрации 3 программ для ЭВМ, анализе и интерпретации полученных результатов, оформлении выводов и апробации результатов.

В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания:

1. В диссертации не достаточно пояснено, каким образом выделение нескольких устойчивых вариантов подписи одного пользователя соотносится с последующей процедурой отнесения предъявленной реализации к конкретному классу и принятием итогового решения.

2. Недостаточно подробно представлена общая логика взаимодействия разработанных нейросетевых моделей, не в полной мере формализован механизм объединения отдельных моделей, а также недостаточно раскрыты пороговые критерии принятия решения.

3. В работе не приведена развёрнутая оценка времени работы алгоритмов в условиях, близких к реальному времени и не в полной степени рассмотрена устойчивость методов при использовании различных сенсорных устройств.

Соискатель Танцеров А. Х. **ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы, дал на них исчерпывающие ответы и привел собственную аргументацию, с частью замечаний конструктивно согласился и учтет их в дальнейшей работе**.

На заседании 30 июня 2026 года **диссертационный совет принял решение:** за новые научно обоснованные технические решения и разработки по совершенствованию методов и методики распознавания образов, кластерного анализа и нейро-сетевых технологий, **внедрение которых имеет существенное** значение для развития страны, **присудить** Танцерову А.Х. **ученую степень кандидата технических наук**.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 10 докторов наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы, участвовавших в заседании, из 14

человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного
совета
д.т.н., профессор _____ Костров Борис Васильевич

Ученый секретарь
диссертационного
совета
д.т.н., доцент _____ Колесенков Александр Николаевич

30.06.2026 г.