

На правах рукописи

Мищук Всеволод Александрович

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ
В СУДЕБНО-ПОЧЕРКОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ**

Специальность 5.1.4. Уголовно-правовые науки

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата юридических наук

Москва – 2025

Работа выполнена на кафедре судебно-экспертной деятельности Юридического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Научный руководитель: **Чеснокова Елена Владимировна,**
доктор юридических наук

Официальные оппоненты: **Вехов Виталий Борисович,**
доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры «Безопасность в цифровом мире» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Хмыз Алексей Иванович,
кандидат юридических наук, доцент, начальник кафедры экспертно-криминалистической деятельности учебно-научного комплекса судебной экспертизы федерального государственного казенного образовательного учреждения высшего образования «Московский ордена Почета университет Министерства внутренних дел Российской Федерации имени В.Я. Кикотя».

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет»

Защита состоится «03» декабря 2025 г. в 12 часов 00 минут на заседании диссертационного совета ПДС 0900.006, созданного на базе ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, ауд. 347, зал заседаний диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке и на официальном сайте ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» по адресу: <http://www.rudn.ru/science/dissovet>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета ПДС 0900.006
к.ю.н., доцент

А.С. Холоимова

Общая характеристика работы

Актуальность темы диссертационного исследования. Сегодня мир переживает эпоху четвертой промышленной революции, во многом связанной с развитием технологий искусственного интеллекта (ИИ). Подобного мнения придерживаются многие исследователи и публицисты. Это неудивительно, поскольку искусственные нейронные сети (ИНС) – наиболее передовые на сегодняшний день алгоритмы в области ИИ – находят применение в самых различных сферах жизни. Современные ИНС, как показывают многочисленные исследования, уже превосходят человека во многих аспектах. В частности, это касается задач, связанных с обработкой и анализом больших объемов информации. Это особенно важно в условиях современного общества, где одному человеку становится практически невозможно охватить и качественно проанализировать весь массив доступной информации.

В связи с этим ИИ-технологии приобретают все большую значимость и в правоохранительной деятельности, равно как и в области судопроизводства. Это подтверждается тем, что компьютерные технологии, в частности методы компьютерного моделирования, уже давно используются как для расследования и раскрытия различных преступлений¹, особенно в сферах, непосредственно связанных с компьютерной информацией², так и при рассмотрении гражданских и арбитражных дел. Нельзя не заметить, что с точки зрения теории информации перечисленные процессы можно рассматривать как процедуру исследования и анализа большого объема разнородной информации. Особенно это характерно для судебно-экспертной деятельности, которая интегрирует в себе знания из юридической, естественнонаучной, технической, социальных и иных областей. В настоящее время судебные разбирательства практически не обходятся без назначения той или иной судебной экспертизы, так как именно результаты экспертного исследования часто становятся основным источником доказательственной информации по делу.

В свете этого вполне логично рассматривать возможности применения ИИ-технологий как продолжение процесса интеграции методов компьютерного моделирования в область криминалистики и судебной экспертологии как для увеличения эффективности анализа данных, так и автоматизации рутинных процессов и повышения объективности экспертных заключений³. Особый интерес в данном направлении вызывает использование нейросетевых алгоритмов для решения задач, связанных с судебно-

¹ Ковалев С.А., Решняк О.А., Вехов В.Б. Генезис компьютерного моделирования в криминалистике // Расследование преступлений: проблемы и пути их решения. – 2017. – № 4(18). – С. 156–160.

² Ковалев С. А. Основы компьютерного моделирования при расследовании преступлений в сфере компьютерной информации монография / Ковалев С. А., Вехов В. Б. – М.: Буки-Веди, 2015.

³ Цифровая криминалистика: учебник для вузов / под редакцией В. Б. Вехова, С. В. Зуева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2025.

почерковедческой экспертизой. Это не случайно, поскольку в последние десятилетия в связи с активным развитием института гражданского и арбитражного судопроизводства востребованность таких исследований в нашей стране значительно возросла.

В то же время методологическая база судебного почерковедения была преимущественно сформирована в 60–70-е гг. прошлого века⁴. Несмотря на то, что современные научные достижения в области исследования почерка частично восполняют существующие методологические пробелы, действующие методики все еще требуют актуализации отдельных положений. Более того, в экспертной практике все чаще встречаются объекты исследования, которые затруднительно анализировать с применением традиционных подходов. Дополнительно эксперты сталкиваются с увеличением нагрузки, что усложняет проведение исследований в условиях современных требований к срокам и качеству экспертных заключений.

Учитывая эти обстоятельства, в экспертной среде все чаще высказываются предложения о необходимости разработки и внедрения инструментов, способных полностью или частично автоматизировать отдельные этапы судебно-почерковедческой экспертизы. По мнению ряда специалистов, использование компьютерных алгоритмов и математических методов в почерковедении позволит повысить объективность и достоверность проводимых исследований. Аналогичные подходы активно развиваются и за рубежом.

В этом контексте особенно перспективным направлением считается применение нейросетевых алгоритмов. Уже с 1989 года, ознаменовавшегося новым этапом в развитии ИНС, они начали использоваться в ряде экспериментальных проектов для решения таких задач, как биометрическая идентификация и верификация личности по почерку, а также обнаружение фальсифицированных рукописей, в частности подписей. В дальнейшем бурное развитие вычислительной техники, особенно графических процессоров и специализированного программного обеспечения, а также появление крупных наборов данных для задач компьютерного зрения и распознавания образов позволили существенно усложнить архитектуры нейросетевых моделей. В результате этого ИНС стали одним из наиболее эффективных инструментов для решения неформализуемых задач, что во многом объясняет их широкое распространение и высокую популярность в различных сферах.

В то же время нельзя не заметить, что в современной практике почерковедческого анализа применение ИНС пока не получило широкого распространения. Во многом это объясняется тем, что человеческий почерк остается одним из наиболее сложных и малоформализуемых объектов исследования. Одной из ключевых проблем является его высокая степень вариационности, а также существенное влияние на процесс письма различных

⁴ Судебно-почерковедческая экспертиза документов: учеб.-практ. пособие / М. В. Жижина; под ред. Е. П. Ищенко. М.: Юрлитинформ, 2006.

внутренних и внешних сбивающих факторов. Эти особенности затрудняют разработку универсальных алгоритмов, способных эффективно и объективно обрабатывать и интерпретировать такие данные.

Тем не менее, учитывая стремительное развитие технологий и накопление соответствующих данных, можно с уверенностью говорить о перспективах успешного применения нейросетевых алгоритмов в судебно-почерковедческой экспертизе в ближайшем будущем. Внедрение таких инструментов позволит повысить скорость и объективность экспертных исследований, а также снизить нагрузку на специалистов, что отвечает потребностям современного правосудия.

Таким образом, **актуальность темы** настоящего диссертационного исследования обусловлена объективной потребностью судебно-экспертной практики в разработке надежных и эффективных алгоритмических средств обработки данных, способных полностью или частично автоматизировать отдельные этапы судебно-почерковедческой экспертизы.

Степень разработанности темы. Среди отечественных работ, связанных с применением ИНС в процессе экспертного исследования почерка, можно выделить исследования С.Д. Кулика и Н.А. Никонец⁵, которые в период с 2008 по 2010 гг. занимались разработкой программы «FNWE v.1.0» и подсистемы распознавания «RSFNWE v.1.0». Созданный ими программный комплекс использовался, в частности, для дифференциации почерков на мужские и женские. В 2016 г. авторы предложили адаптацию традиционных методик почерковедческих исследований для применения в них ИНС. Однако указанные разработки в настоящее время не применяются в экспертной практике, поскольку использованный в них нейропакет NeuroSolutions в настоящее время считается устаревшим.

В работах А.И. Иванова⁶, А.И. Газина, Е.И. Качайкина и Д.Ю. Андреева отражены экспериментальные исследования, направленные на адаптацию программы «БиоНейроАвтограф» для решения задачи идентификации человека по его почерку⁷. Эти исследования обладают несомненной практической ценностью, однако в рамках представленной реализации авторами не была решена задача ввода в программную среду отсканированных изображений подписей, поскольку основная функциональность системы рассчитана на непосредственное выполнение подписи с помощью графического планшета. Также осталась неразрешенной проблема формирования «негативных» примеров для программы, чтобы она могла научиться отличать подлинную подпись от поддельной.

⁵ Никонец Д.А. Методы и средства повышения эффективности работы экспертов-почерковедов в криминалистике: диссертация ... кандидата технических наук: 05.13.01 / Никонец Денис Артурович – Москва, 2012.

⁶ Иванов А.И. Нейросетевые технологии биометрической аутентификации пользователей открытых систем: диссертация ... доктора технических наук: 05.13.01. – Пенза, 2002.

⁷ Иванов А.И., Газин А.И., Качайкин Е.И., Андреев Д.Ю. Автоматизация почерковедческой экспертизы, построенная на обучении больших искусственных нейронных сетей // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2016. – № 1(17). – С. 249–257.

Отдельного внимания заслуживает проект NSP-SigVer под руководством Д.В. Бахтеева, в котором была реализована нейросетевая модель для верификации подписей⁸. По утверждению авторов, разработанная система способна с высокой точностью отличать поддельные подписи от подлинных. Вместе с тем было установлено, что при тестировании на независимых данных, не использовавшихся в процессе обучения, система демонстрирует несколько сниженные показатели точности. Кроме этого, в рамках данного проекта исследователями была сформирована обширная база данных подписей и их имитаций, выполненных кириллицей, которая на сегодняшний день является крупнейшей в СНГ среди специализированных наборов данных для решения задач по идентификации подписей.

Более современной работой, посвященной исследуемой тематике, является публикация М.В. Бобовкина, О.А. Диденко и А.Е. Нестерова, в рамках которой был разработан программный комплекс «Фрося»⁹. Представленная система является достаточно перспективной и инновационной, однако ее основное назначение заключается лишь в предоставлении экспертам вспомогательных инструментов для сбора статистических данных о частных признаках почерка и формирования интерактивных подсказок.

Кроме того, среди работ, не связанных напрямую с использованием нейросетевых алгоритмов, но посвященных применению автоматизированных алгоритмических средств в рамках судебно-почерковедческой экспертизы, следует выделить монографическое исследование А.Н. Охлупиной¹⁰. Несмотря на то, что автор отдает предпочтение применению ДСМ-метода (метод автоматического порождения гипотез) и достаточно критично оценивает перспективы внедрения нейросетевых алгоритмов в почерковедческие исследования, предложенный ею методический подход по интеграции интеллектуальных систем в существующие методики экспертизы, в частности посредством объединения на аналитической стадии исследования и автоматизации процесса оценки выявленных признаков, представляется интересным для дальнейшего осмысления. Более того, предложенная автором система обеспечивает наглядность, что способствует повышению прозрачности экспертного заключения для органов предварительного расследования и суда.

⁸ Бахтеев Д.В. Концептуальные основы теории криминалистического мышления и использования систем искусственного интеллекта в расследовании преступлений: диссертация ... доктора юридических наук: 5.1.4. / Бахтеев Дмитрий Валерьевич – Екатеринбург, 2022.

⁹ Бобовкин М.В., Диденко О.А., Нестеров А.Е. Компьютерное моделирование раздельного и сравнительного исследования частных признаков почерка на основе программного комплекса «Фрося» // Судебная экспертиза – 2021–№3 (67). – С. 62–71.

¹⁰ Охлупина А.Н. Теоретические, методические и организационно-тактические основы применения интеллектуальных систем в судебно-почерковедческом исследовании подписей: диссертация ... кандидата юридических наук: 12.00.12 / Охлупина Анастасия Николаевна – Москва, 2019.

Предмет и цель настоящего диссертационного исследования формулируются следующим образом:

Объект исследования – судебно-экспертная деятельность, в которой применяются ИНС и/или компьютерные программы, основанные на нейросетевых алгоритмах, в том числе при проведении судебно-почерковедческой экспертизы.

Предмет исследования – закономерности внедрения и применения программных комплексов, в частности ИНС и/или программ на их основе, для решения задач судебно-почерковедческой экспертизы, а также теоретические, методологические и организационно-тактические особенности их применения в экспертной практике.

Цель исследования – комплексное изучение возможностей внедрения и применения ИНС и других компьютерных программ, базирующихся на нейросетевых алгоритмах, для решения отдельных задач судебно-почерковедческой экспертизы.

Для достижения поставленной цели в рамках исследования необходимо решить следующие **задачи**:

- проанализировать понятие «искусственная нейронная сеть» и соотнести его с категориями «искусственный интеллект», «машинное обучение» и «глубокое обучение»;
- изучить принципы функционирования современных ИНС при осуществлении судебно-экспертной деятельности;
- исследовать историю разработки и применения программных комплексов для решения задач судебно-почерковедческой экспертизы, а также определить актуальные проблемы в этом направлении;
- определить цели, задачи, условия и этапы экспериментального исследования, направленного на оценку возможности применения ИНС в судебно-почерковедческой экспертизе;
- провести анализ результатов экспериментального исследования;
- при получении положительных результатов выработать на их основе методические и организационно-тактические рекомендации по применению ИНС для решения задач судебно-почерковедческой экспертизы, а также определить дальнейшие перспективы данного направления.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке комплекса теоретических положений и практических рекомендаций, направленных на совершенствование судебно-почерковедческой экспертизы в части интеграции современных компьютерных технологий, а именно искусственных нейронных сетей и методов машинного обучения.

В данной работе:

- через призму судебно-почерковедческой экспертизы и судебной экспертологии рассмотрены современные ИИ-технологии, в частности искусственные нейронные сети. При этом подчеркивается, что на современном этапе науки и техники нейронные сети, равно как и другие

схожие ИИ-технологии, следует рассматривать как алгоритмический инструмент, обеспечивающий обработку и анализ почерка как большого массива данных;

- разработана оригинальная периодизация развития применения нейросетей в почерковедении, позволяющая проследить этапы от ранних экспериментов (1960–1970-е гг.) до современных проектов (NSP-SigVer, «Фрося»), с анализом методологических пробелов и влияния вычислительных технологий на эволюцию экспертизы;

- впервые комплексно и на монографическом уровне рассмотрена возможность применения современных нейросетевых архитектур, таких как сверточные нейронные сети и сети с механизмами внимания (CBAM, Self-Attention, Cross-Attention), для автоматизации отдельных задач судебно-почерковедческой экспертизы, в частности для идентификации исполнителя спорной подписи;

- предложена новая система классификации подходов к обучению нейросетевых моделей в экспертной практике, построенная на критериях «локального» (на ограниченной выборке конкретной экспертизы) и «глобального» (на больших массивах обезличенных данных) обучения, что обеспечивает адаптивность, точность и воспроизводимость моделей;

- интерпретируемость результатов работы искусственных нейронных сетей впервые определена как необходимое и обязательное условие их применения в судебном почерковедении, позволяющее экспертам оценивать, корректировать и научно обосновывать свои выводы в соответствии с требованиями судебной практики;

- разработаны методические рекомендации по интеграции нейросетевых алгоритмов в систему общих и частных методик судебно-почерковедческой экспертизы. Предложена схема их использования на стадиях предварительного, аналитического, сравнительного исследования и оценки результатов. При этом предлагается использование специализированных моделей, ориентированных на решение конкретных задач в рамках экспертного исследования – таких, как выделение, анализ и сопоставление диагностических, общих и частных признаков. Такой подход, как ожидается, позволит повысить эффективность и объективность экспертного исследования;

- предложена организационно-тактическая модель внедрения нейросетей в судебно-экспертную деятельность, предусматривающая разработку и валидацию методик с нейросетевыми алгоритмами, создание специализированного программного обеспечения и обучение судебных экспертов работе с ИИ-инструментами;

- обоснована правовая допустимость использования нейронных сетей в судебно-почерковедческой экспертизе на текущем этапе развития законодательства, при условии соблюдения норм о защите персональных данных и применении процедур обезличивания;

- определены перспективные направления дальнейшего развития,

включая интеграцию больших языковых моделей для автоматизации подготовки текстов экспертных заключений и создание единой цифровой платформы для систематизации признаков почерка.

Методология и методы исследования. Методологическая база исследования основана на положении диалектического материализма, а также включает общенаучные и специальные методы, применяемые в судебной экспертологии и почерковедении. К основным методам исследования относятся:

- Эксперимент: предназначен для воссоздания условий экспертного исследования и проверки возможностей нейронных сетей в решении задач почерковедения, таких как идентификация исполнителя подписи;

- Моделирование: направлено на представление рукописей в удобной для алгоритма форме (в виде многомерных векторов), что улучшает точность прогнозов и позволяет обосновать результаты, полученные нейросетью;

- Описание: служит вспомогательным средством фиксации и анализа экспериментальных данных;

- Сравнение: используется для сопоставления различных подходов и архитектур нейронных сетей, выбирая наиболее эффективный подход для решения задач почерковедческой экспертизы.

Из частнонаучных методов был применен метод оценки совпадений признаков почерка и анализ рукописей, выполненных с подражанием почерку другого человека. Из области искусственного интеллекта бы применены такие методы машинного обучения как обратное распространение ошибки как базовый алгоритм обучения ИНС, метод опорных векторов, а также анализ почерка с применением ИНС.

Теоретическую основу диссертации составили труды отечественных ученых в области судебной экспертологии, криминалистики, почерковедения и разработки ИНС: Л.Е. Ароцкера, Д.В. Бахтеева, М.В. Бобовкина, С.М. Бобовкина, В.Б. Вехова, О.А. Диденко, А.И. Иванова, А.Е. Нестерова, Д.А. Никонца, С.Д. Кулика, А.Ф. Купина, Р.М. Ланцмана, Г.Г. Омелянюка, А.Н. Охлупиной, Е.Р. Россинской, А.В. Смирнова, С.А. Смирновой, А.И. Усова, Ш.Н. Хазиева, А.И. Хмыза, Е.В. Чесноковой, Л.Г. Эджубова.

Также были изучены работы следующих зарубежных авторов: Ч. Вен, Д. Гонг, Т. Дуани, Х. Као, В. Кумара, Я. Лекуна, Ш. Лю, И. Ма, М. Марциновского, С. Сундарам, Г. Сюэ, А. Хедрика, Р. Хубера, М. Чауханз, М.А. Шейх, С.Н. Шрихари.

Нормативную базу исследования составляют положения процессуального законодательства, иных федеральных законов, указов и поручений Президента Российской Федерации, правовых актов федеральных органов исполнительной власти, иных нормативно-правовых документов, регулирующих деятельность судебно-экспертных учреждений, а также нормативно-техническая документация в виде национальных и международных стандартов.

Эмпирическую основу исследования составили:

- практика применения программного комплекса «ОКО-1», предназначенного для анализа малообъемных почерковых объектов;
- экспериментальные разработки и исследования отечественных и зарубежных исследователей в области интеграции алгоритмов искусственного интеллекта, в частности искусственных нейронных сетей, как для решения идентификационных и диагностических задач судебно-почерковедческой экспертизы, так и для решения задач, связанных с биометрией почерка;
- образцы рукописей и подписей, предоставленных для сравнительного исследования и выполненных проверяемыми лицами, с количеством не менее 100 образцов от каждого автора. Эти материалы использовались для обучения и тестирования нейросетевых моделей;
- открытые базы данных рукописных текстов и подписей, в том числе международные датасеты. Указанные базы данных применялись для апробации «глобального» подхода к обучению нейронных сетей как непосредственно автором, так и другими исследователями;
- результаты экспериментальных исследований, в ходе которых моделировались различные условия выполнения подписей и рукописей.
- нормативно-правовые акты, ГОСТы, регламентирующие порядок проведения судебных экспертиз, защиту персональных данных, а также документы, определяющие статус систем искусственного интеллекта в правовом поле.

Положения, выносимые на защиту:

1. Концепция интеграции искусственных нейронных сетей (ИНС) в систему научно-методического обеспечения судебно-почерковедческой экспертизы. Разработан модульный подход к применению ИНС в судебно-почерковедческой экспертизе, предполагающий использование специализированных нейросетевых моделей для решения конкретных задач на различных стадиях исследования.

2. Обоснование применения «локального» и «глобального» подходов к обучению нейронных сетей при осуществлении судебно-экспертной деятельности. Системно обоснована целесообразность одновременного применения двух подходов при обучении нейронных сетей в рамках анализа объектов судебно-почерковедческой экспертизы:

- «Локальное» обучение нейросетевой модели – производится на ограниченной выборке в рамках конкретной судебно-почерковедческой экспертизы;

- «Глобальное» обучение нейросетевой модели, производимое на больших массивах обезличенных данных для создания обобщенных моделей, решающих наиболее общий спектр задач, которые могут возникнуть при интеграции ИНС в процесс экспертного исследования почерка (такие как кодирование элементов рукописи и извлечение из них признаков).

Такой подход, по мнению автора, позволяет обеспечить высокую точность, воспроизводимость и адаптивность нейросетевых алгоритмов.

3. Интерпретируемость результатов ИНС как необходимое и обязательное условие их применения в судебно-почерковедческой экспертизе. Установлено, что интерпретируемость получаемых результатов позволяет экспертам оценивать, корректировать и обосновывать свои выводы в соответствии с потребностями судебной практики.

4. Методические рекомендации по интеграции искусственных нейронных сетей в общие и частные методики судебно-почерковедческой экспертизы. В частности, разработана и предлагается следующая схема по интеграции нейросетевых алгоритмов в структуру различных методик судебно-почерковедческой экспертиза:

1) В общую идентификационную и диагностическую методики судебно-почерковедческого исследования предлагается интегрировать ИНС на стадиях предварительного исследования для кодирования¹¹ рукописей и предварительного извлечения признаков почерка, аналитического анализа для выявления общих, частных и диагностических признаков в конкретной рукописи, сравнительного исследования выявленных признаков и оценки полученных результатов;

2) В частные (типовые) экспертные методики¹² – в качестве специализированных методов обработки данных для решения конкретных задач, возникающих на разных стадиях экспертного исследования. Среди них можно выделить:

- кластеризация и предварительный отбор наиболее пригодных образцов для сравнительного анализа;
- автоматизированное выделение диагностических признаков необычных условий выполнения подписи;
- выделение, извлечение и анализ общих и частных признаков почерка в исследуемой рукописи и образцах для сравнительного исследования;
- идентификации исполнителя подписи путем сравнения выявленных признаков с последующей оценкой полученных результатов.

При этом во всех случаях нейронные сети рассматриваются как специальные методы экспертного исследования, обеспечиваемые машинными средствами (кодировщики, алгоритмы кластеризации, сиамские сети, байесовские нейросети и др.), с обязательным соблюдением принципов научной обоснованности, законности, воспроизводимости и интерпретируемости.

Внедрение нейросетевых алгоритмов требует валидации в двух аспектах:

- для «глобальных» моделей – создание верифицированных наборов

¹¹ Под процедурой кодирования мы подразумеваем процедуру фотографирования или сканирования рукописи с последующим анализом полученного изображения, чтобы получить ее цифровой аналог, в котором бы явно отражались общие и частные признаки почерка.

¹² В частности, в работе предлагается типовой шаблон методики, основанный на интеграции нейросетевых алгоритмов в структуру частной качественно-описательной методики идентификационного исследования подписей и рукописей.

данных и тестирование по схеме, предложенной Е.Р. Россинской¹³;

– для «локальных» нейросетевых моделей – процедурная валидация по правилам апробации экспертных методик (оценка корректности и эффективности способа решения задачи).

5. Организационно-тактическая модель внедрения ИНС в судебно-экспертную деятельность. Предложена организационная схема внедрения ИНС, предусматривающая:

- разработку методик с ИНС-алгоритмами и их валидацию;
- создание специализированного программного обеспечения;
- обучение судебных экспертов базовым навыкам работы с ИИ-инструментами без необходимости глубоких ИТ-компетенций.

6. Правовые и этические аспекты использования ИНС в судебной экспертизе. Обоснована допустимость использования ИНС в судебно-почерковедческой экспертизе на текущем этапе развития права, при условии соблюдения действующего законодательства о персональных данных и осуществления процедур обезличивания и соблюдения конфиденциальности.

7. Перспективы интеграции больших языковых моделей (LLM) в процессе подготовки заключений эксперта. Определены некоторые возможности применения LLM для автоматизации подготовки текстов заключений эксперта, их стилистической и логической проверки, что повышает эффективность и стандартизирует процесс оформления результатов.

8. Рекомендации по созданию единой цифровой платформы для комплексной оценки и систематизации диагностических признаков почерка. Предложен перспективный путь создания цифровой базы данных обезличенных почерков с целью улучшения нейросетевых моделей и стандартизации диагностики необычных условий выполнения рукописей.

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в дальнейшем развитии судебного почерковедения, в частности положений по использованию в экспертной практике алгоритмов, построенных на нейронных сетях; их месте и роли в системе общей и частных методик судебно-почерковедческой экспертизы; практических возможностях применения данных алгоритмов при производстве судебно-почерковедческой экспертизы.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в разработке и формулировании рекомендаций по внедрению нейросетевых алгоритмов в практику производства судебно-почерковедческой экспертизы, а также ориентира для разработки полноценных программных комплексов, построенных на базе нейронных сетей, для решения задач судебно-почерковедческой экспертизы.

Апробация и внедрение результатов исследования. Работа

¹³ Россинская Е.Р. Нейросети в судебной экспертологии и экспертной практике: проблемы и перспективы // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА). 2024. № 3(115). С. 21–33.

подготовлена на кафедре судебно-экспертной деятельности юридического института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы». Основные положения диссертационного исследования получили свое освещение в одиннадцати научных статьях автора, четыре из которых опубликованы в журналах, рецензируемых ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Основные положения работы докладывались на следующих научных конференциях и иных мероприятиях: «We speak legal English, German, French, Spanish...»: students' annual conference, 21.11.2022, г. Москва, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»; научно-практической конференции с международным участием «Труды профессора Р. С. Белкина как вектор развития теории и практики судебной экспертизы. К 100-летию со дня рождения ученого и педагога», 24.11.2022, г. Москва, ФГАОУ ВО «Московский государственный юридический университет имени О.Е. Кутафина»; 5-й Международной научно-практической конференции «Дискуссионные вопросы теории и практики судебной экспертизы», посвященной столетию профессора Г. Л. Грановского, 13.04.2023 – 14.04.2023, г. Москва, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет правосудия»; XXXV Всероссийском круглом столе «Комплексные экспертные исследования с использованием современных технологий: правовые и методические проблемы», 19.10.2023, г. Москва, ФГКОУ ВО «Московский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации имени В.Я. Кикотя»; Международной научно-практической конференции «Криминалистика – наука без границ: традиции и новации», 30.11.2023 – 01.12.2023, г. Санкт-Петербург, ФГКОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации»; Международной научно-практической конференции «Экспертные ошибки: современные проблемы возникновения, выявления и профилактики», 19.01.2024, г. Москва, ФГАОУ ВО «Московский государственный юридический университет имени О.Е. Кутафина»; Всероссийском круглом столе «Инновационные аспекты в экспертной практике и дидактическом процессе», 27.06.2024, г. Москва, ФГКОУ ВО «Московский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации имени В.Я. Кикотя»; X Международной научно-практической конференции «Теория и практика судебной экспертизы в современных условиях», 30.01.2025 – 31.01.2025, г. Москва, ФГАОУ ВО «Московский государственный юридический университет имени О.Е. Кутафина».

Кроме этого, выводы диссертационного исследования используются в научно-исследовательской работе Российского федерального центра судебной экспертизы имени профессора А.Р. Шляхова при Министерстве юстиции Российской Федерации (РФЦСЭ) для разработок соответствующих методик и методических рекомендаций по интеграции искусственных нейронных сетей для исследования почерка, поскольку положения диссертационного исследования развивают основы применения нейронных сетей в судебной

почерковедческой экспертизе, а также представляют собой комплекс организационных и технологических решений по использованию нейронных сетей в качестве инновационного инструмента по вопросу об установлении лица, выполнившего подпись или рукописную запись (см. Приложение №1). Также, согласно Акту о внедрении, полученные результаты и выводы также могут быть использованы при производстве конкретных судебно-почерковедческих экспертиз после проведения комплекса валидационных испытаний и комплекса запланированных научно-методических работ совместно с отделом почерковедческой экспертизы РФЦСЭ.

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием методов научного познания, достаточным объемом эмпирического материала по тематике исследования, результатами научных работ по исследуемой тематике.

Структура диссертации соответствует логике проведенного исследования, определена его целью и задачами, состоит из введения, трех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и приложений.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы объект, предмет, цели и задачи работы, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов, изложены основные положения, выносимые на защиту и сведения об апробации работы.

В первой главе «Основные теоретические положения использования искусственных нейронных сетей в судебно-почерковедческой экспертизе» представлены основные теоретические основы применения искусственных нейронных сетей (ИНС) в экспертной практике исследования почерка.

В частности, в первом параграфе «Искусственные нейронные сети – понятие, виды и принципы работы. Соотношение с понятием «искусственный интеллект» и «машинное обучение»» описаны исторические предпосылки и философские основания развития идеи искусственного интеллекта. При этом особо подчеркивается, что ИИ – это прежде всего экспериментальная область информатики, которая стремится различными способами и подходами алгоритмизировать решение задач, с которыми на текущем этапе научно-технического развития могут справляться только люди. Далее автор приводит базовые принципы функционирования алгоритмов «классического» машинного обучения, после чего через призму истории раскрывает особенности работы и внутреннего устройства искусственных нейронных сетей. При этом акцентируется внимание на роли метода обратного распространения ошибки в обучении нейросетей. Именно этот подход способствовал появлению и развитию «глубоких» архитектур ИНС с более совершенными вычислительными возможностями. В завершение автором представлены современные архитектуры нейронных сетей, включая сверточные, рекуррентные и модели, основанные на механизмах внимания.

Второй параграф «История внедрения и применения искусственных нейронных сетей и программных комплексов ЭВМ в судебно-почерковедческой экспертизе», как ясно из названия, отражает основные вехи в интеграции ИНС и иных компьютерных алгоритмов в сферу судебно-экспертного исследования почерка. Определяются четыре ключевых этапа развития применения нейросетей в судебно-почерковедческой экспертизе: зарождение идеи, спад интереса, возрождение исследований и современный этап. Указаны причины снижения интереса в 1970-х гг. и факторы, способствующие возрождению интереса в 1980–2010-х гг. Кроме этого приведены некоторые примеры отечественных и зарубежных разработок в промежутке с 1960 по 2010 гг.

В завершающем параграфе первой главы «Современные подходы использования искусственных нейронных сетей для решения задач судебно-почерковедческой экспертизы» приводятся уже новейшие экспериментальные проекты, в которых нейронные сети используются для решения отдельных задач судебно-почерковедческой экспертизы. Особое внимание при этом акцентируется на видах архитектур ИНС, которые разные специалисты используют в своих проектах. Так, было установлено, что наиболее часто используемым методом для анализа рукописей, выполненных традиционным способом, являются сверточные нейронные сети. Однако в последнее время среди научного сообщества возрастает интерес к проблеме интерпретируемости алгоритмов машинного обучения. В связи с этим все чаще применяются механизмы, позволяющие наглядно визуализировать закономерности почерка, выявленные нейронными сетями.

Во второй главе «Использование искусственных нейронных сетей для решения типовых задач судебно-почерковедческой экспертизы» проанализировано современное состояние вопроса применения ИНС в почерковедении, уделено внимание основным проблемам этой области и при помощи экспериментальных исследований были предложены некоторые пути их решения.

Так, в первом параграфе «Оценка текущего положения практики использования искусственных нейронных сетей для решения отдельных задач судебно-почерковедческой экспертизы» детально описано, что сегодня наиболее острыми проблемами, препятствующими эффективной интеграции ИНС в область исследования почерка, является интерпретируемость результатов исследования и сложности постановки задачи перед алгоритмом. Интерпретируемость является неотъемлемой частью судебно-экспертной деятельности, поскольку она является одним из наглядных показателей научности и эффективности метода исследования. Нейронные сети, напротив, сами по себе не могут продемонстрировать, на основе каких закономерностей ими был составлен тот или иной прогноз. Это обосновывает необходимость разработки таких моделей, в частности, с применением механизмов внимания, которые могут позволить обеспечить прозрачности принятия решений алгоритмом. В свою очередь трудности, связанные с адаптацией задач

криминалистической идентификации под формат задач машинного обучения, обоснованы различиями между биометрической идентификацией, верификацией и криминалистической идентификацией. Кроме того, подчеркнуты ограничения существующих нейросетевых подходов, основанных на «глобальной» классификации объектов исследования. Вследствие этого предложена необходимость в разработке «локального» подхода, ориентированного на конкретные материалы каждой экспертизы.

Во втором параграфе «Возможные подходы применения искусственных нейронных сетей для решения задачи идентификации исполнителя подписи. Архитектура нейросетевых моделей» была представлена общая схема решения задачи криминалистической идентификации исполнителя подписи, основанная на обучении и применении сиамских нейронных сетей. Выбор SNN как наиболее подходящей архитектуры для сопоставления рукописей обусловлен тем, что она специально разработана для сравнения двух объектов между собой. В частности, в работе описаны четыре основных механизма сравнения исследуемых рукописей: на основе косинусного сходства, использования средних значений и стандартного отклонения, а также двух вариантов метода опорных векторов (ON-SVM и SGD SVM). Для интерпретации полученных результатов в структуры моделей были внедрены различные механизмы внимания: Self-Attention (основанного на сверточных слоях), Cross-Attention и CBAM. Подробно описаны принципы работы каждого механизма и особенности их реализации. В конце параграфа приводятся схемы обучения каждой из моделей, методы оптимизации и критерии оценки.

Анализ полученных результатов осуществляется в параграфе «Анализ и оценка результатов применения искусственной нейронной сети в решении задачи идентификации исполнителя подписи». В частности, представлены результаты оценки точности разработанных моделей, проанализированы ошибки первого и второго рода, проведен сравнительный анализ классификационных (модели сравнения на основе традиционной классификации) и сиамских моделей, выделены особенности обучения моделей с разными attention-механизмами. Полученные результаты свидетельствуют о том, что разработанный «локальный» подход анализа данных в целом применим в «реальной» практике исследования рукописей, однако требует отдельных доработок. Кроме того, отмечена высокая чувствительность моделей к объему обучающей выборки и необходимость применения трансферного обучения для некоторых архитектур. Что касается визуализации признаков почерка, которыми оперируют нейронные сети при расчете прогноза, было установлено, что модели действительно используют отдельные частные признаки почерка при составлении прогноза. Однако в силу того, что анализу подвергались изображения подписей, выявляемые признаки не всегда были информативными и устойчивыми. Вследствие этого автор констатирует, что лучшим методом решения этой проблемы является отказ от анализа изображения рукописи и концентрация на подходах, дающих

возможность кодирования и извлечения конкретных частных признаки почерка с последующим их анализом алгоритмом.

В третьей главе «Методические и организационно-тактические рекомендации и предложения по использованию искусственных нейронных сетей в судебно-почерковедческой экспертизе» раскрываются выработанные на основе результатов экспериментального исследования методические рекомендации по интеграции ИНС в структуру общей и частных методик судебно-почерковедческих экспертизы, а также предлагаются положения в области правового и организационно-тактического обеспечения.

В параграфе «Место искусственных нейронных сетей в методике судебно-почерковедческой экспертизы» рассматривается существующая система методик судебно-почерковедческой экспертизы и показывается возможность интеграции ИНС в качестве отдельных методов исследования на уровне частных методик. При этом указывается, что нейросети как метод исследования должны соответствовать требованиям научной обоснованности, законности и воспроизводимости. Также предложена система, согласно которой «глобальный» и «локальный» подходы к обучению нейронных сетей должны использоваться для решения конкретных задач и подзадач различного уровня. Например, модели, обученные по «глобальной» схеме, можно потенциально применять для кодирования рукописей с последующим извлечением признаков почерка. «Локальные» модели, в свою очередь, должны использоваться уже для анализа конкретных образцов почерка или его признаков. При этом приводится обоснование необходимости валидации алгоритмов и обязательной интерпретируемости получаемых результатов. Помимо перечисленного в работе предлагается структура типовой методики идентификационного исследования подписи с использованием ИНС, включающая этапы, аналогичные качественно-описательной методике. Разница состоит лишь в том, что часть процедур и задач выполняется ИНС. В завершении параграфа обосновывается нецелесообразность создания общей методик исследования почерка, разработанной исключительно для нейросетевых алгоритмов. Вместо этого предложен универсальный подход, позволяющий адаптировать использование как ИНС, так и иные перспективные ИИ-алгоритмы.

Во втором параграфе «Правовые и организационно-тактические рекомендации по использованию искусственных нейронных сетей в судебно-почерковедческой экспертизе» проведен обзор современного правового статуса ИИ и ИНС в контексте судебной экспертизы. Аргументировано, что ИНС следует рассматривать как программный инструмент, не обладающий самостоятельной правосубъектностью. В связи с этим подчеркивается, что в настоящее время целесообразным является регулирование процедуры разработки, внедрения и использования ИНС через нормативно-технические документы (ГОСТы), аналогичные медицинским стандартам. Также проанализированы положения применения ИНС с позиции законодательства о защите персональных данных. Рассмотрены два сценария: «локальное»

обучение на образцах конкретной экспертизы и «глобальное» обучение на больших выборках. В первом случае дополнительная нормативно-правовая регламентация, по мнению автора, не нужна в силу того, что действующее законодательство в полной мере обеспечивает защиту персональных данных личности. Во втором случае уже обосновывается необходимость внедрения процедуры обезличивания данных для создания обобщенных баз. Данная процедура должна быть необходима для использования «реальных» данных судебно-почерковедческих экспертиз в научных целях. Помимо этого, проанализированы варианты организации экспертного исследования с применением ИНС. Указаны сложности в привлечении специалистов по машинному обучению и необходимости разграничения компетенций между программистом и экспертом. Предложена модель, при которой разрабатываются валидированные методики и программные комплексы, с последующим обучением экспертов по их применению. Приведены примеры успешной реализации аналогичных схем в системе Минюста и МВД РФ.

В заключительном параграфе «Возможные направления по дальнейшей интеграции искусственных нейронных сетей в судебно-почерковедческую экспертизу» обосновывается перспектива объединения анализа «статических» изображений рукописей и цифровых («динамических») рукописей для повышения точности и интерпретируемости. Предложено использование нейросетевых кодировщиков для извлечения признаков. Показаны преимущества предлагаемого метода для повышения информативности и ускорения обработки. Кроме этого, предложено использовать нейросетевые алгоритмы для автоматизированного решения диагностических задач: выявление необычных условий письма, физического состояния пишущего, признаков имитации и автоподлога. Рассмотрена возможность создания нейросетевых классификаторов на основе «глобального» обучения для повышения объективности и стандартизации диагностических признаков. В завершении рассмотрены перспективы использования больших языковых моделей для автоматизации подготовки экспертных заключений: генерация текстов, редактирование, структурирование выводов, создание учебных материалов. Отмечена возможность применения LLM для повышения стандартизации и качества оформления экспертных документов.

В заключении подводятся итоги диссертационного исследования, излагаются его основные теоретические и практические результаты, включая разработанную модель интеграции искусственных нейронных сетей в судебно-почерковедческую экспертизу, а также предлагаются пути совершенствования методик экспертных исследований и нормативно-правового регулирования применения ИНС.

В приложениях представлена дополнительная информация о принципах функционирования различных нейронных сетей, информационные таблицы с результатами экспериментов по идентификации исполнителя подписи, визуализации карт внимания, рассчитанных при прогнозировании, а также иные материалы, иллюстрирующие результаты исследования.

Основные положения диссертации нашли отражение в следующих работах соискателя:

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации и из перечня РУДН им Патриса Лумумбы:

1. Мищук В.А. Соотношение понятий «искусственный интеллект» и «искусственная нейронная сеть» в судебной экспертологии // Теория и практика судебной экспертизы. 2024. Т. 19. № 3. С. 33–46;
2. Мищук В.А. Применение механизма внимания искусственных нейронных сетей для решения идентификационных задач судебно-почерковедческой экспертизы // Судебная экспертиза и исследования. 2024. № 4. С. 130–136;
3. Мищук В.А. Использование искусственных нейронных сетей для решения задач судебно-почерковедческой экспертизы: анализ зарубежного опыта // Теория и практика судебной экспертизы. 2025. Т. 20. № 1. С. 44–65;
4. Мищук В.А. Использование модуля сверточного внимания для интерпретации результатов работы сиамской нейронной сети при идентификации рукописных подписей // Теория и практика судебной экспертизы. 2025. Т. 20. № 2. С. 65–81;

Статьи, опубликованные в иных научных изданиях, материалах по итогам конференций

5. Mishchuk V. Possibilities of using neural networks to identify the signature executor // «We speak legal English, German, French, Spanish...»: students' annual conference, 21.11.2022, г. Москва, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», 2023. – С. 89–90;
6. Мищук В.А. Возможности применения нейронных сетей для идентификации исполнителя кратких записей // Государство и право России в современном мире: Сборник докладов XII Московской юридической недели. XXII Международная научно-практическая конференция. XXIII Международная научно-практическая конференция Юридического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова: в 5 ч., Москва, 23–25 ноября 2022 года. Том 4. Москва: Издательский центр Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА), 2023. С. 346–350;
7. Мищук В.А. Правовые вопросы использования систем искусственного интеллекта в судебной экспертизе // Дискуссионные вопросы теории и практики судебной экспертизы: Материалы 5-й Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию профессора Г.Л. Грановского, Москва, 13 апреля 2023 года – 14 2024 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Российский государственный университет правосудия имени В.М. Лебедева», 2023. С. 439–447;

8. Мищук В.А. Основные общемировые тенденции внедрения искусственных нейронных сетей в судебно-почерковедческую экспертизу // Комплексные экспертные исследования с использованием современных технологий: правовые и методические проблемы: Сборник материалов Всероссийского круглого стола, Москва, 19 октября 2023 года. – Москва: Московский университет МВД РФ им. В.Я. Кикотя, 2023. С. 62–69;

9. Мищук В.А. Возможности использования современных методов интерпретации искусственных нейронных сетей в судебно-почерковедческой экспертизе // Криминалистика наука без границ: традиции и новации: Материалы международной научно- практической конференции, Санкт-Петербург, 30 ноября – 01 2023 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет МВД РФ, 2024. С. 474–480;

10. Мищук В.А. Возможные риски внедрения искусственных нейронных сетей в судебную экспертизу // Экспертные ошибки: современные проблемы возникновения, выявления и профилактики: Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 19 января 2024 года. Москва: РГ-Пресс, 2024. С. 135–141;

11. Мищук В.А. Использование искусственных нейронных сетей для выявления диагностических признаков почерка, свидетельствующих о возможной фальсификации подписи // Теория и практика судебной экспертизы в современных условиях. Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной двадцатилетию Института судебных экспертиз Московского государственного юридического университета имени О. Е. Кутафина (МГЮА), г. Москва, 30–31 января 2025 года. Москва: Издательский центр Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА), 2025. С. 205–209.

АННОТАЦИЯ
Мищук Всеволод Александрович
(Российская Федерация)

**«Теоретические и практические аспекты применения нейронных сетей
в судебно-почерковедческой экспертизе»**

В представленной работе рассматриваются теоретические и практические аспекты интеграции современных искусственных нейронных сетей (ИНС) в судебно-почерковедческую экспертизу (СПЭ). На основе анализа отечественных и зарубежных научных источников автор раскрывает основные положения теории ИНС, прослеживает этапы внедрения и применения этой технологии в области исследования рукописного почерка, а также анализирует существующие проблемы, сопровождающие процесс интеграции нейросетевых подходов в СПЭ.

В рамках исследования проведена серия экспериментов, подтвердивших применимость современных архитектур ИНС и их отдельных компонентов для решения отдельных задач почерковедческой экспертизы. Полученные результаты легли в основу методических, правовых и организационно-тактических рекомендаций по использованию ИНС в СПЭ. Эти рекомендации направлены на расширение возможностей и повышение эффективности судебно-экспертной деятельности в области исследования рукописного почерка.

ANNOTATION:
Mishchuk Vsevolod
(Russian Federation)

**«Theoretical and Practical Aspects of the Use of Neural Networks
in Forensic Handwriting Analysis»**

The presented study examines the theoretical and practical aspects of integrating modern artificial neural networks (ANNs) into forensic handwriting examination (FHE). Based on the analysis of domestic and international scientific sources, the author outlines the key principles of ANN theory, traces the stages of introducing and applying this technology in the field of handwritten text analysis, and analyzes the existing challenges accompanying the integration of neural network approaches into FHE.

As part of the research, a series of experiments were conducted, confirming the applicability of modern ANN architectures and their individual components for solving specific tasks in handwriting examination. The results formed the basis for methodological, legal, and organizational-tactical recommendations for the use of ANNs in FHE. These recommendations are aimed at expanding the capabilities and increasing the effectiveness of forensic handwriting analysis.