

На правах рукописи



Полякова Анастасия Васильевна

**ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ
В СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ
И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ**

Специальность 5.1.4. Уголовно-правовые науки

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата юридических наук

Научный руководитель:
доктор юридических наук, профессор
Аминев Фарит Гизарович

Уфа — 2023

Работа выполнена на кафедре криминалистики Института права федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

Научный руководитель

Аминев Фарит Гизарович
доктор юридических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Усов Александр Иванович
доктор юридических наук, профессор,
ФБУ «Российский федеральный центр
судебной экспертизы при
Министерстве юстиции Российской
Федерации», первый заместитель
директора, курирующий вопросы
научно-методической и
образовательной деятельности

Дьяконова Оксана Геннадьевна
доктор юридических наук, доцент,
ФГАОУ ВО «Московский
государственный юридический
университет имени О.Е. Кутафина
(МГЮА)», профессор кафедры
судебных экспертиз Института
судебных экспертиз

Ведущая организация

**ФГКОУ ВО «Волгоградская
академия Министерства внутренних
дел Российской Федерации», г.
Волгоград**

Защита диссертации состоится «25» апреля 2024 г. в 10.00 на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 24.2.479.09, созданного на базе ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», по адресу, 450005, г. Уфа, ул. Достоевского, д. 131, ауд. 317.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (<https://uust.ru>).

Автореферат разослан «___» января 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор юридических наук, доцент



Р.И. Зайнуллин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования. Цифровизация является серьезным ресурсом развития криминалистической науки и судебной экспертологии. Следствием ее в судебной экспертологии стало внедрение новых методов и разработка современных экспертных технологий, способствующих решению задач на более высоком уровне, то есть цифровизацию можно рассматривать как средство совершенствования методологии судебно-экспертной деятельности. Одними из таких перспективных и эффективных технологий являются технологии получения и работы с трехмерной графикой. Они позволяют заместить физический объект-оригинал и получить информацию о нем в цифровом виде.

Высокие требования к доказательственной базе заставляют искать методы объективизации процессов фиксации и сохранения следов преступления с целью их дальнейшего экспертного исследования. Однако совершенствование методического арсенала деятельности судебного эксперта невозможно без интеграции и дифференциации научного знания, которые заключаются в приспособлении методов других наук для решения задач судебной экспертизы, разработке новых и совершенствовании существующих методов на базе развития различных отраслей знания. Внедрение в экспертную практику инновационных методов исследования позволит совершенствовать теоретические и методические подходы к решению данных задач.

Необходимость внедрения современных компьютерных технологий в практику борьбы с преступностью отмечена в документах, определяющих на государственном уровне стратегические направления научно-технического развития Российской Федерации. Так, Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» определяет в качестве приоритетных направлений научно-технологического развития страны переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создания систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта для противодействия техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, киберугрозам и иным источникам опасности для

общества, экономики и государства¹. Данные направления можно развивать путем проведения мероприятий, направленных на совершенствование применения инновационных средств, методов и технологий в раскрытии и расследовании преступлений.

Квалифицированный подход к выбору способов фиксации хода и результатов следственных действий определяет результативность дальнейшего процесса раскрытия и расследования преступлений. Объем и качество зафиксированных данных позволяют следователю выдвинуть и проверить различные следственные версии о механизме произошедшего события, определить последовательность производства следственных действий, назначать и направлять объекты для производства судебной экспертизы. Современный этап развития цифровой техники и компьютерных технологий позволяет фиксировать, обрабатывать и исследовать информацию об объектах судебной экспертизы объективными и эффективными методами, такими как трехмерные технологии. Однако еще не во все виды криминалистического исследования объектов внедрены возможности замены их компьютерными моделями.

В настоящее время в теории и практике судебной экспертизы недостаточно полно освещены или совсем не освещены вопросы, связанные с получением 3D-моделей криминалистических объектов, которые позволяют работать с объектами судебной экспертизы, подвергающимися изменениям, для сохранения их первоначального состояния; осуществления трехмерной реконструкции события для установления обстоятельств, имеющих значение для раскрытия и расследования преступлений, как при единоличных, так и при комиссионных и комплексных экспертизах; более наглядного представления результатов судебно-экспертных исследований участникам судопроизводства.

Отсутствуют методические рекомендации по применению технических средств получения и дальнейшей работы с 3D-изображениями различных объектов судебной экспертизы. Необходимостью разработки методологических и организационных аспектов формирования и развития 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности и объясняется актуальность выбранной темы диссертационного исследования.

Степень научной разработанности проблемы исследования. Вопросы цифровизации и компьютеризации судебно-экспертной деятельности

¹ О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642 (ред. от 15.03.2021) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207967/ (дата обращения: 01.04.2023).

поднимались в научных трудах начиная со второй половины XX в. Значительный вклад в разработку теоретических и практических аспектов данного направления внесли Т.В. Аверьянова, Ф.Г. Аминев, Р.С. Белкин, Л.В. Бертовский, В.Б. Вехов, Т.С. Волчецкая, Г.Л. Грановский, А.В. Кокин, Н.П. Майлис, С.В. Леонов, И.М. Лузгин, Н.С. Полевой, Е.Р. Россинская, М.Я. Сегай, В.А. Федоренко, Ю.П. Шакирьянова, А.Р. Шляхов, Л.Г. Эджубов и др.

На диссертационном уровне проблемы использования современных компьютерных технологий для решения задач судебной экспертизы рассматривались в исследованиях С.С. Абрамова «Компьютеризация краниофациальной идентификации (методология и практика)» (1998), Т.В. Толстухиной «Современные тенденции развития судебной экспертизы на основе информационных технологий» (1999), Н.А. Замараевой «Правовые и организационно-методические проблемы использования компьютерных технологий при производстве судебных экспертиз» (2001), Д.И. Немчина «Методические основы применения информационных компьютерных технологий в судебно-баллистической экспертизе» (2002), Р.В. Бондаренко «Применение информационных технологий в исследовании и использовании следов рук при раскрытии и расследовании преступлений» (2003), К.В. Ярмака «Правовые и научные проблемы совершенствования структуры и содержания заключения эксперта-криминалиста в условиях компьютеризации экспертной деятельности» (2003), В.А. Жаворонкова «Информационно-компьютерное обеспечение судебной экспертизы маркировочных обозначений транспортных средств» (2019), А.С. Яковлевой «Современные информационные технологии в дактилоскопической регистрации» (2019), А.В. Кокина «Концептуальные основы криминалистического исследования нарезного огнестрельного оружия по следам на пулях» (2015), Т.А. Додашвили «Разработка и исследование методов и средств количественной оценки деформации пули в канале ствола» (2016), И.О. Несмияновой «Применение информационных технологий в производстве трасологических экспертиз» (2021), Ю.П. Шакирьяновой «Трехмерное моделирование в судебной медицине: визуализация, идентификация, реконструкция» (2021).

Несмотря на большое количество исследований, посвященных использованию компьютерных и информационных технологий в судебно-экспертной деятельности, лишь в последних двух рассматривается применение 3D-технологий при производстве судебной экспертизы. Благодаря данным работам сформированы методические рекомендации по применению некоторых

технических средств получения 3D-моделей. Однако имеется ряд нерешенных проблем, связанных с применением технологий 3D-моделирования: неполно освещены вопросы, связанные с внедрением данных технологий в производство судебной экспертизы, не сформированы теоретические, методические и организационные основы применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности, отсутствуют критерии оценки качества трехмерных моделей как объектов судебной экспертизы.

Объектом исследования выступает теория и практика судебно-экспертной деятельности, связанная с применением 3D-технологий при производстве судебных экспертиз и исследований.

Предметом исследования являются теоретические, методические и организационные основы судебно-экспертных трехмерных технологий, закономерности их использования в судебно-экспертной деятельности в целях установления фактов и обстоятельств, имеющих значение для дела.

Цель диссертационного исследования состоит в установлении закономерностей объективной действительности, определяющих сущность, содержание и порядок формирования и развития трехмерных технологий в судебно-экспертной деятельности, разработке методологических и организационных вопросов применения средств 3D-моделирования для повышения качества судебно-экспертной деятельности.

На основании сформулированной цели, а также объекта и предмета исследования были поставлены и решались следующие **задачи**:

- выделить основные технологии получения и работы с 3D-моделями, технические средства и программное обеспечение, реализующие данные технологии, для использования полученных сведений при производстве судебных экспертиз;
- определить основные этапы развития и внедрения 3D-технологий в судебно-экспертную деятельность;
- разработать теоретические основы применения трехмерных технологий в судебно-экспертной деятельности;
- разработать методические основы применения трехмерных технологий при решении криминалистических задач: собирании следов и иных объектов при производстве следственных действий, решении задач судебной трасологической экспертизы;

– проверить возможности метода трехмерной фотограмметрии и выработать качественные и количественные критерии оценки отображения на модели признаков объекта-оригинала;

– выявить особенности технологий аддитивного производства, которые могут применяться для изготовления орудий преступления (огнестрельного оружия, патронов и их частей, орудий взлома и т. п.), выработать системы диагностических признаков установления способа изготовления объекта с помощью аддитивных технологий по конкретным типам трехмерной печати с учетом свойств используемых материалов;

– усовершенствовать подходы к формированию цифровых компетенций при подготовке и повышении квалификации экспертных кадров за счет внедрения трехмерных технологий;

– установить этапы и содержание объективной оценки результатов применения 3D-технологий следователем, дознавателем и судом.

Методологической основой исследования послужили диалектико-материалистический метод научного познания о всеобщей связи и взаимной обусловленности явлений, с использованием категорий и законов диалектической и формальной логики, таких как: анализ, синтез, суждение по аналогии, абстрагирование, индукция, дедукция, которые позволили проанализировать теоретические, методические и организационные основы формирования и внедрения трехмерных технологий в судебную-экспертную деятельность. В целях получения достоверных результатов в процессе исследования применялись методы сравнительного, системно-структурного анализа, математические, в том числе статистический метод, социологические методы исследования. При проведении экспериментальных исследований большое значение имели методы моделирования, математические методы, фотографические методы, микроскопический метод.

Нормативно-правовую базу исследования составили положения Конституции РФ, норм Уголовного кодекса РФ, Уголовно-процессуального кодекса РФ, федеральных законов «О государственной судебной-экспертной деятельности», «О полиции» и др., ведомственных нормативно-правовых актов МВД России.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые на монографическом уровне системно и комплексно выработаны теоретические положения и практические рекомендации по внедрению 3D-технологий в судебную-экспертную деятельность. Эти положения и рекомендации были

реализованы в виде следующих результатов: синтезированы этапы становления 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности; разработаны основы частного учения о трехмерном моделировании в судебно-экспертной деятельности; впервые апробирована и предложена к внедрению в судебно-экспертную деятельность работа с 3D-моделями объектов судебной экспертизы, созданными методом фотограмметрии, при решении задач трасологической экспертизы; расширены возможности экспертного установления способа изготовления изделий, созданных с использованием аддитивных технологий; усовершенствована подготовка экспертных кадров за счет внедрения в учебный процесс достижений 3D-моделирования; установлено содержание оценки результатов применения 3D-технологий следователем, дознавателем и судом.

Научная новизна диссертационного исследования отражена в **основных положениях, выносимых на защиту:**

1. Конкретизированы 3D-технологии, применяемые в судебно-экспертной деятельности, а именно технологии трехмерного моделирования, в состав которых входят технологии 3D-сканирования, построения моделей в 3D-редакторах, построения моделей в системах автоматизированного проектирования и получения моделей из фотографий и кадров видеозаписи, а также технологии аддитивного производства в виде различных типов 3D-печати, которые составляют основу для накопления эмпирического материала, выработки теоретико-методологических положений по их применению для решения задач судебно-экспертной деятельности.

2. Этапы становления и развития технологий получения трехмерных моделей для решения задач судебно-экспертной деятельности.

Первый этап (1995–2019) связан с появлением научных работ, в которых содержатся первые рекомендации по фиксации некоторых объектов судебной экспертизы с помощью методов 3D-моделирования, 3D-сканирования и накоплению эмпирического материала для дальнейшего исследования полученных моделей с целью решения задач судебной экспертизы.

Второй этап (2020 г. – по настоящее время) связан с формированием теоретических основ применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности, расширением методических основ решения задач различных родов и видов судебных экспертиз за счет методов получения 3D-моделей, расширением технических возможностей моделирования за счет его комплексирования с микроскопическими, спектральными методами экспертного исследования.

Предусматривается переход на третий этап применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности, который будет направлен на совершенствование разработанного теоретического и методического аппарата, а также более технологичный и продвинутый уровень применения трехмерных технологий в совокупности с методами машинного обучения, обработкой и использованием больших данных.

3. Расширена сфера применения теории цифровизации судебно-экспертной деятельности за счет разработки авторской концепции нового направления – частного учения о трехмерном моделировании, которое представляет собой систему теоретических положений о закономерностях, определяющих содержание, сущность и порядок построения, исследования и использования 3D-моделей объектов судебной экспертизы и разрабатываемых на основе познания данных закономерностей технологий по применению 3D-моделирования при производстве судебно-экспертных исследований для установления фактов и обстоятельств, имеющих значение для дела. Это учение включает в себя общетеоретические положения (предмет и объекты учения, понятийный аппарат, классификацию моделей, задачи, принципы моделирования); основные методы получения 3D-моделей; основные направления применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности; требования и принципы получения 3D-моделей объектов судебной экспертизы; значение 3D-моделей как источников доказательственной информации; место учения в системе судебной экспертологии. Объектами учения выступают технические средства, программное обеспечение получения 3D-моделей, из которых извлекается информация об обстоятельствах, имеющих значение для раскрытия и расследования преступлений, рассмотрения дел в суде.

4. Авторское определение понятия «3D-модель», под которой понимается цифровой объект, создаваемый в трех измерениях с помощью специализированного программного обеспечения, который в процессе исследования воспроизводит объект-оригинал, обладая его существенными свойствами, позволяет получить информацию о нем в целях установления фактов (вынесения суждений о факте), имеющих значение для раскрытия и расследования преступления, рассмотрения дела в суде.

5. Усовершенствована система классификаций трехмерных моделей по двум основаниям:

1) исходя из процессуальной формы и природы объекта-оригинала, которые определяют, в ходе каких следственных действий могут быть получены данные

модели, каким способом они будут процессуально оформлены: модель вещественного доказательства; модель образца для сравнительного исследования; модель вещной обстановки места происшествия; модель процесса, механизма или отдельных его компонентов.

Процессуальная форма трехмерной модели определяется способом ее процессуального оформления и использования. Если модель воспроизводит вещественное доказательство, она выступает в его качестве, т. к. выступает в качестве способа фиксации доказательства и сохранения его в цифровом виде. Если модель получают в ходе следственного действия, например, осмотра места происшествия, проверки показаний на месте, допроса, она является приложением к протоколу следственного действия и самостоятельного значения не имеет. Получение модели в ходе производства судебной экспертизы ставит ее в ряд материалов, иллюстрирующих проведенное исследование, модель будет приложена к заключению эксперта как наглядный источник информации об экспериментах, результатах исследования;

2) по размерным характеристикам объектов, что влияет на выбор субъектом технологии получения 3D-модели, а также необходимое для этого технико-методическое обеспечение: модель одиночного следа (отображения, предмета, вещества), модель группы/совокупности следов (дорожки следов, капель и брызг крови на различных объектах и т. п.), модель помещения, здания, сооружения, модель участка местности.

6. Научно-методическая основа для разработки экспертной технологии построения 3D-моделей объектов судебных экспертиз методом фотограмметрии, представляющая собой алгоритм действий субъекта при работе с программными пакетами фотограмметрии, в который входят стандартно заложенные в программное обеспечение шаги для построения моделей: загрузка фотографий/кадров видеозаписи в программу, выравнивание фотографий с выбором параметров, построение плотного облака точек с выбором параметров, построение полигональной модели с выбором параметров, построение текстуры с выбором параметров, производство измерений, экспорт модели, а также предложенные автором критерии оценки качества полученных результатов на каждом этапе и способы устранения недостатков при построении моделей с учетом специфики работы с объектами судебной экспертизы.

7. Критериальная система оценки адекватности и достоверности получаемых 3D-моделей как научная база решения вопроса об их пригодности для решения задач определенного рода судебной экспертизы.

Сформированы требования к получению исходных данных при построении трехмерной модели в программах фотограмметрии, к обработке полученных данных в программных пакетах фотограмметрии и параметрах каждого этапа построения модели, к производству измерений в трехмерных моделях. Предложены качественные и количественные критерии, определяющие адекватность и достоверность получаемых трехмерных моделей. Качественными критериями адекватности и достоверности трехмерной модели выступают четкость в передаче визуальных признаков объекта-оригинала (цвета, геометрической формы, контуров, составных элементов, мелких особенностей), отсутствие визуальных ошибок (несмоделированных участков, ошибочного расположения полигонов и текстур, которые проявляются в перекосах и замыленности, неполноте отображения поверхности объекта, искажении контуров объекта и его элементов, двойных контурах, отсутствии границ между объектами).

В качестве количественных критериев выступают число исходных материалов (количество фотографий, кадров видеозаписи), разрешающая способность исходных материалов, результаты программной обработки исходных изображений (количество связующих точек, количество и достоверность вершин точек в плотном облаке, количество полигонов), погрешность полученных на модели измерений.

8. Методические основы применения метода фотограмметрии для получения 3D-моделей при производстве судебной экспертизы, которые содержат:

- положения по подготовке материалов для реализации трехмерной фотограмметрии: выбор методов и приемов фото/видеофиксации, выбор схемы движения вокруг объекта или его вращения вокруг средства фиксации, расстановка измерительных маркеров (кодированных меток/криминалистических линеек), настройка параметров экспозиции технических средств фиксации, оценка качества и количества исходного материала, обработка исходного материала в графических редакторах (при необходимости);

- рекомендации по построению модели в программе фотограмметрии с учетом этапов алгоритма, а также оценки адекватности и достоверности полученной модели для решения экспертных задач;

- особенности методики экспертного исследования объектов с помощью методов трехмерной фотограмметрии с учетом принятой стадийности на примере трасологической экспертизы.

Разработаны методические рекомендации по подготовке исходного материала и реализации метода трехмерной фотограмметрии.

9. Система диагностических признаков аддитивного производства и конкретных его типов: признаки послойного наплавления нитей пластика и стереолитографии, струйной печати, селективного лазерного спекания, которые устойчиво отображаются на изделиях, несмотря на различия в термопластичности, прочности, вязкости, термоустойчивости, гибкости применяемых при печати материалов. Данные признаки составляют основу для установления способа изготовления объекта как части методики судебно-баллистического исследования, которая по аналогии также может быть использована при трасологическом исследовании изделий массового производства для решения вопроса об изготовлении представленного на экспертизу объекта способом аддитивного производства и установления типа печати.

10. Рекомендации по совершенствованию подготовки экспертных кадров, которые могут быть реализованы в нескольких направлениях:

- актуализации, расширения предметного содержания учебных дисциплин по специальности «Судебная экспертиза» за счет включения тем, связанных с изучением технологий получения трехмерной графики и анимации;

- введения в учебный процесс дисциплины «Основы 3D-моделирования»; целью данной дисциплины будет получение навыков создания 3D-моделей криминалистических объектов для нужд судебно-экспертной деятельности, всего процесса раскрытия и расследования преступления.

11. Установлено содержание оценки результатов применения 3D-технологий следователем, дознавателем и судом в виде следующей последовательности:

- проверка обоснованности и законности применения данных 3D-технологий по конкретному делу;

- проверка подлинности и достаточности исходных материалов для создания 3D-модели;

- проверка выбранной технологии создания 3D-модели, хода и результатов ее построения, установления с ее помощью фактов и обстоятельств, имеющих значение для дела, примененных технических средств и программного обеспечения;

- проверка обоснованности и аргументированности полученных с помощью 3D-технологий выводов;

– относимость данных выводов к предмету доказывания по делу и соответствие выводов, полученных с помощью 3D-технологий, имеющимся в деле доказательствам.

Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в решении научной задачи обоснования расширения системы информационно-компьютерного обеспечения судебно-экспертной деятельности за счет внедрения 3D-технологий. Разработанные основы частного учения о трехмерном моделировании в судебно-экспертной деятельности и входящие в него классификация, алгоритмы работы с трехмерными моделями создают предпосылки для дальнейшего развития частных теорий информационно-компьютерного обеспечения криминалистической деятельности и цифровизации судебно-экспертной деятельности за счет включения в них положений, связанных с применением 3D-технологий, для эффективного раскрытия и расследования преступлений.

Практическая значимость исследования заключается в подготовке на основании предложенной теоретической базы структуры методических основ производства судебных экспертиз и исследований с применением 3D-технологий, что приведет к повышению качества, объективности, наглядности и доказательственного значения результатов применения специальных знаний в судопроизводстве.

Сформулированные выводы и предложения являются фундаментом для модернизации и разработки новых экспертных методик решения идентификационных и диагностических экспертных задач. Результаты проведенного исследования способствуют совершенствованию программ профессиональной подготовки экспертных кадров по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза, расширению технического обеспечения образовательного процесса за счет внедрения эффективных образцов криминалистической техники и программного обеспечения.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Достоверность полученных в ходе диссертационного исследования результатов обеспечивается использованием следующей эмпирической базы:

– результаты анкетирования, проведенного с 2019 по 2022 г., в рамках которого изучено мнение 166 сотрудников различных экспертно-криминалистических подразделений Экспертно-криминалистического центра МВД России Нижегородской и Владимирской областей, экспертно-

криминалистических подразделений Управления МВД России на транспорте по Приволжскому федеральному округу;

– данные, полученные в результате изучения протоколов осмотров мест происшествия и фототаблиц к ним, составленных по факту обнаружения трупа, краж, взрывов, пожаров, дорожно-транспортных происшествий, других материалов по 200 уголовным делам;

– результаты экспериментальных исследований автора за период 2017–2023 гг., в ходе которых подготовлено и изучено более 400 трехмерных моделей объектов криминалистических экспертиз.

Основные результаты исследования докладывались и обсуждались на следующих научно-практических конференциях: III международной научно-практической конференции «Судебная экспертиза: теория и практика в современных условиях» (Минск, 26–27 апреля 2023 г.), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Национальные и международные тенденции и перспективы развития судебной экспертизы» (Нижний Новгород, 21–22 мая 2020 г., 19–20 мая 2022 г.), X Международной конференции по криминалистическому исследованию оружия (Саратов, 19–20 октября 2021 г.), Всероссийском молодежном научном форуме «Наука будущего – наука молодых» (Москва, 28–31 октября 2020 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Криминалистика – наука без границ: традиции и новации» (Санкт-Петербург, 8 ноября 2018 г.), Международной научно-практической конференции «Уголовное производство: процессуальная теория и криминалистическая практика», посвященной 100-летию Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского (Симферополь – Алушта, 26–27 апреля 2018 г.), VI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы судебно-экспертной деятельности в уголовном, гражданском, арбитражном процессе и по делам об административных правонарушениях» (Уфа, 12–13 октября 2017 г.).

Основные идеи, теоретические и практические положения, изложенные в диссертационном исследовании, нашли отражение в учебнике и в 13 научных публикациях, в том числе 4 научных статьях, опубликованных в журналах и изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий и рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ.

Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс и научную деятельность кафедры криминалистики Института права Уфимского университета науки и технологий, кафедры судебной экспертизы юридического

факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского, а также в практическую деятельность Приволжского регионального центра судебной экспертизы Министерства юстиции РФ, Экспертно-криминалистического центра Управления на транспорте МВД России по Приволжскому федеральному округу. Внедрение результатов исследования оформлено соответствующими актами.

Структура диссертации определена объектом и предметом исследования, его целями, задачами и полученными результатами. Работа состоит из введения, трех глав, объединяющих 8 параграфов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во *введении* обосновываются актуальность и степень научной разработанности темы, определяются объект и предмет исследования. Указывается цель исследования, для достижения которой поставлены и решены соответствующие задачи. Описываются методологическая основа и нормативно-правовая база исследования, используемые эмпирические данные. Формулируются основные положения, выносимые на защиту. Указывается теоретическая и практическая значимость, научная новизна, степень достоверности результатов исследования и сведения об их апробации.

Первая глава «Современное состояние применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности» состоит из трех параграфов и посвящена анализу процесса формирования и внедрения различных технологий получения 3D-моделей в судебно-экспертную практику, а также формированию теоретических основ применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности.

В *первом параграфе «Основные методы получения 3D-моделей»* выделены основные технологии создания трехмерных моделей. Технологии трехмерного сканирования, построение в 3D-редакторах, построение моделей в системах автоматизированного проектирования и получение моделей из фотографий и кадров видеозаписи (трехмерная фотограмметрия), а также дальнейшее получение физической модели путем технологий аддитивного производства составляют систему 3D-технологий, применяемых для решения задач судебно-экспертной деятельности.

Рассмотрены основные явления, лежащие в основе получения 3D-моделей в каждой технологии, технические средства и программное обеспечение для

получения моделей. Для технологии трехмерного сканирования приведена классификация 3D-сканеров, внутренние и внешние факторы сканирования, которые влияют на качество 3D-моделей. Рассмотрены возможности, структура систем автоматизированного проектирования. Для построения моделей объектов судебной экспертизы также могут быть использованы универсальные программы работы с трехмерной графикой и анимацией, которые располагают обширным инструментарием для их создания.

Автором обоснована доступность технологии получения моделей из фотографий и кадров видеозаписи, так как она связана с минимальной степенью адаптации существующей системы цифровизации судебно-экспертной деятельности к применению данного метода. Рассмотрен общий алгоритм работы программного обеспечения фотограмметрии для создания 3D-моделей из совокупности перекрывающихся изображений объекта-оригинала.

Во *втором параграфе «Этапы применения технологий получения 3D-моделей в судебно-экспертной деятельности»* на основании анализа зарубежного и отечественного опыта применения различных 3D-технологий выделены этапы становления и использования технологий получения и работы с 3D-моделями объектов судебной экспертизы.

Для оценки сложившейся обстановки применения передовых цифровых технологий в экспертной практике был проведен опрос сотрудников экспертно-криминалистических подразделений МВД России Нижегородской и Владимирской областей, МВД России на транспорте по Приволжскому федеральному округу. 84,3 % респондентов считают необходимым внедрение новых методов и компьютерных технологий в практику участия специалиста в следственных действиях; 69,3 % подтвердили целесообразность внедрения методов 3D-моделирования и сканирования в практику производства судебных криминалистических экспертиз; 94,6 % выразили готовность применять такие методы в собственной практике производства экспертиз. Полученные результаты позволили автору синтезировать данные о новом направлении развития системы компьютеризации судебно-экспертной деятельности.

Первый этап внедрения трехмерных технологий (1995–2019) характеризуется накоплением эмпирического материала за счет появления научных работ и практических рекомендаций по фиксации некоторых объектов судебной экспертизы с помощью методов 3D-моделирования, 3D-сканирования и дальнейшему исследованию полученных моделей для фиксации внешнего вида объектов, решения задач судебной экспертизы.

На втором этапе (2020 г. – по настоящее время) осуществляется формирование теоретических основ применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности, модернизация и становление методических основ решения задач различных родов и видов судебных экспертиз за счет методов получения 3D-моделей.

Предусмотрен переход на третий этап применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности, который будет направлен на совершенствование разработанного теоретического и методического аппарата, а также более технологичный и продвинутый уровень применения трехмерных технологий в совокупности с методами машинного обучения, обработкой и использованием больших данных.

В *третьем параграфе «3D-технологии как средство развития основ частного учения о трехмерном моделировании в судебно-экспертной деятельности»* на основании заложенной системы развития 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности, а также опираясь на разработки в области информационно-компьютерного обеспечения судебно-экспертной деятельности В.Б. Вехова, Н.П. Майлис, И.О. Несмияновой, Е.Р. Россинской, Ю.П. Шакирьяновой, автором выработаны основы учения о трехмерном моделировании в судебно-экспертной деятельности, которое представляет собой систему теоретических положений о закономерностях, определяющих содержание, сущность и порядок построения, исследования и использования 3D-моделей объектов судебной экспертизы и разрабатываемых на основе познания данных закономерностей технологий по применению 3D-моделирования при производстве судебно-экспертных исследований в целях установления фактов и обстоятельств, имеющих значение для дела.

Разработана система предложенного учения, включающая в себя общетеоретические положения (предмет и объекты, понятийный аппарат, классификации, задачи учения), основные методы получения 3D-моделей, основные направления применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности, требования и принципы получения 3D-моделей объектов судебной экспертизы, значение 3D-моделей как источников доказательственной информации, место учения в системе судебной экспертологии. В качестве объектов учения выступают технические средства, программное обеспечение получения 3D-моделей, из которых извлекается информация об обстоятельствах, имеющих значение для раскрытия и расследования преступлений, рассмотрения дел в суде.

Сформулировано авторское определение понятия «3D-модель» – цифровой объект, создаваемый в трех измерениях с помощью специализированного программного обеспечения, который в процессе исследования воспроизводит объект-оригинал, обладая его существенными свойствами, позволяет получить информацию о нем в целях установления фактов (вынесения суждений о факте), имеющих значение для раскрытия и расследования преступления, рассмотрения дела в суде, а также дополнена существующая система классификаций трехмерных моделей в зависимости от процессуальной формы и природы объекта-оригинала и исходя из его размерных характеристик.

Для установления процессуальной роли информации, зафиксированной на трехмерной модели, подчеркнута взаимосвязь 3D-модели с процессуальной формой объекта-оригинала, со следственным действием, в ходе которого она получается, так как это определяет особенности ее процессуального оформления и дальнейшей оценки субъектами.

Вторая глава «Методические основы применения 3D-моделирования при решении задач судебно-экспертной деятельности» включает три параграфа и отражает результаты экспериментального исследования по апробации технологии фотограмметрии для создания 3D-моделей объектов судебной экспертизы, а также по разработке признаков аддитивных технологий как современного способа изготовления изделий.

В *первом параграфе «Получение трехмерных моделей объектов судебной экспертизы методом трехмерной фотограмметрии»* приведен ход и результаты экспериментального исследования по построению 3D-моделей из фотоизображений и кадров видеозаписи в программных пакетах фотограмметрии. Предложен алгоритм построения 3D-модели.

1. Подготовительный этап предполагает фиксацию объектов, модели которых будут построены, и получение исходного материала для моделирования. Он состоит из подэтапов:

1) выбор средства фиксации, дополнительных осветительных, увеличительных технических средств;

2) настройка средств фиксации с учетом условий съемки и получение необходимого количества исходного материала;

3) оценка исходного материала с точки зрения пригодности и достаточности для построения модели, при необходимости – обработка в графических редакторах для подготовки к программной обработке.

2. Этап программной обработки – построение 3D-модели в программе фотограмметрии: выравнивание снимков, построение плотного облака точек, построение полигональной модели, наложение текстуры. Программная обработка фотоизображений предполагает подбор оптимальных настроек, при которых модель будет отвечать всем критериям для экспертного исследования. По нашему мнению, параметры настроек каждого этапа построения модели должны быть не ниже высоких и очень высоких.

3. Оценка результатов построения модели и ее пригодности для исследования определяет включение 3D-модели в процесс экспертного исследования и успешность решения с ее помощью экспертных задач.

На основании проведенных экспериментальных исследований по оценке качества 3D-модели при изменении параметров ее построения на различных этапах, количества фотоизображений и кадров видеозаписи, достаточных для построения 3D-модели и качественного отображения визуальных характеристик объекта-оригинала на модели, точности передачи размерных характеристик объекта-оригинала в 3D-модели, автором выработаны критерии оценки адекватности и достоверности передачи признаков объекта-оригинала на 3D-модели.

Качественными критериями адекватности и достоверности 3D-модели выступают четкость в передаче визуальных признаков объекта-оригинала (цвета, геометрической формы, контуров, составных элементов объекта, мелких особенностей), отсутствие визуальных ошибок (несмоделированных участков, ошибочного расположения полигонов и текстур, которые проявляются в перекосах и замыленности, неполноте отображения поверхности объекта, искажении контуров объекта и его элементов, двойных контурах, отсутствии границ между объектами).

В качестве количественных критериев выступают число исходных материалов (количество фотографий, кадров видеозаписи), разрешающая способность исходных материалов, результаты программной обработки исходных изображений (количество связующих точек, количество и достоверность вершин точек в плотном облаке, количество полигонов), погрешность полученных на модели измерений.

Результаты проведенного исследования нашли отражение в методических рекомендациях по подготовке исходного материала и построению 3D-модели методом фотограмметрии.

Второй параграф «Применение трехмерной фотограмметрии для решения экспертных задач» посвящен особенностям производства трасологической экспертизы с применением методов и программного обеспечения трехмерного моделирования.

Положения традиционных методик производства трасологических экспертиз следов зубов, обуви, орудий взлома дополнены рекомендациями исходя из применения технологии фотограмметрии. Подход к определению последовательности действий эксперта зависит от природы исходного объекта, которым может быть непосредственно след и проверяемый слеодообразующий предмет либо в качестве объекта выступает построенная трехмерная модель. Сложившаяся на данном этапе исследования ситуация предполагает необходимость более тщательной оценки исходного материала, а также определяет дальнейшую последовательность действий эксперта. Обосновано предложение о сохранении полученных трехмерных моделей для дополнительного или повторного осмотра объектов, направления трехмерных моделей для производства комплекса экспертиз экспертам разных специальностей для одновременной работы с ними, наглядного представления результатов экспертных исследований в зале суда, ведения экспертно-криминалистических учетов в новой форме.

Автором продемонстрирован ход и результаты экспертного исследования трасологических объектов с помощью программного пакета фотограмметрии AgisoftMetashape, универсального редактора трехмерных моделей Blender 3D, видеоспектрального компаратора «Регула» 4308.

Обоснованы преимущества методов 3D-моделирования при производстве судебной экспертизы, которые состоят:

– в фиксации объектов, подвергающихся влиянию окружающей среды, быстрой порче, признаки которых могут измениться, затрудняя дальнейшее экспертное исследование либо делая его невозможным; 3D-модели обеспечивают сохранение информации об объектах при производстве судебной экспертизы в их первоначальном состоянии;

– в расширении идентификационного комплекса признаков за счет выявления «признаков в признаке», когда один крупный признак может быть разбит на более мелкие, а также обнаружении таких признаков в моделях, которые могут не просматриваться из-за текстуры самой следовоспринимающей поверхности на фотоизображениях объекта. Данный фактор также позволяет

расширить комплекс признаков при установлении пригодности объекта для идентификации;

– в производстве компьютерного экспертного эксперимента по проверке механизма следообразования, контактного взаимодействия без осуществления действий, которые могут изменить объекты-оригиналы, а также представлении в рамках эксперимента механизмов, которые невозможно воссоздать в материальной форме, что влечет необходимость в рамках 3D-моделирования переходить от внешних особенностей объекта, к его внутренней структуре;

– в возможности предоставить 3D-модели параллельно в качестве объектов на другие экспертизы, которые проводятся в комплексе по конкретному объекту по делу, что позволит сократить время на получение заключений экспертов, а это особенно актуально для судебных экспертиз, связанных с решением ситуационных диагностических задач;

– в интеграции всех полученных результатов в единую трехмерную реконструкцию, которая позволит представить обстоятельства расследуемого события в объективной и наглядной для восприятия форме.

В *третьем параграфе «Исследование объектов судебной экспертизы, изготовленных способом аддитивного производства»* рассмотрены направления применения современного способа производства – аддитивного производства, которое реализует принцип послойного добавления материала для создания изделия. При широком распространении данной технологии констатируем также факт применения аддитивного производства для изготовления орудий совершения преступлений (орудий взлома, оружия и патронов, деталей оборудования для совершения преступлений и т. п.). Новый способ изготовления объектов предполагает разработку соответствующих методических рекомендаций.

Автором приведена краткая характеристика типов аддитивного производства, которые были классифицированы стандартами, исходя из принципа работы, типа материала, механизма сплавления/спекания/отверждения материала: фотополимеризация в ванне, экструзия материала, синтез на подложке, струйное нанесение материала, струйное нанесение связующего, прямой подвод энергии и материала, листовая ламинация.

Выделены и проиллюстрированы признаки типов аддитивного производства фотополимеризации в ванне, а именно технологии стереолитографии, экструзии материала – технологии послойного наплавления нитей фотополимера, синтеза на подложке – селективного лазерного спекания, а также струйного нанесения материала – струйной печати, отображающиеся в ходе

изготовления на объекте из различных материалов. Проведенное исследование позволило констатировать устойчивость отображения признаков данных технологий трехмерной печати, несмотря на различие таких свойств применяемых материалов, как термопластичность, прочность, вязкость, гибкость, термоустойчивость. Полученные результаты позволили усовершенствовать методические подходы к производству судебно-баллистической и трасологической экспертизы, подготовить справочно-иллюстративный материал для их производства.

Третья глава «Организационные основы применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности» посвящена рассмотрению дидактических и организационных положений применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности и состоит из двух параграфов.

В первом параграфе «3D-технологии в деятельности по подготовке и повышению квалификации экспертных кадров» обоснована необходимость совершенствования системы подготовки экспертных кадров за счет внедрения в учебные дисциплины модулей, посвященных основам трехмерного моделирования, техническим средствам моделирования, их применению для фиксации объектов судебной экспертизы и решения задач конкретного рода или вида судебной экспертизы.

Предложена система формирования цифровых компетенций по овладению 3D-технологиями, состоящая из начального этапа, в ходе которого обучающиеся знакомятся с физическими явлениями, на которых основано получение 3D-моделей, техническими средствами и программным обеспечением для их построения и исследования, учатся решать простые задачи (запустить систему, ознакомиться с интерфейсом программы, открыть/создать объект в системе, просмотреть результат, внести изменения), и основного, на котором студенты учатся применять соответствующие технологии для решения основных задач судебно-экспертной деятельности, что осуществляется в ходе изучения дисциплин специализации.

Освоение компетенций, связанных с 3D-технологиями, возможно и путем введения новой учебной дисциплины – «Основы 3D-моделирования» с преломлением к специфике судебно-экспертной деятельности и природе объектов экспертного исследования. Цель освоения дисциплины – обучение навыкам создания 3D-моделей криминалистических объектов различными методами. В ходе ее изучения должны быть рассмотрены понятийный аппарат трехмерного моделирования, методы 3D-моделирования, программное обеспечение 3D-

моделирования, основы анимации и рендеринга, знакомство с технологией 3D-печати.

На более высоком уровне студенты способны использовать различные технические средства и программное обеспечение для решения сложных задач профессиональной деятельности и переходить от создания трехмерных моделей единичных объектов к трехмерной реконструкции, которая позволяет проводить исследование механизмов, условий и обстановки произошедшего события, причинно-следственных связей. Автором обозначены перспективы овладения 3D-технологиями и в ходе программ повышения квалификации для студентов и сотрудников экспертных учреждений, желающих применять данные технологии в практической деятельности.

Во втором параграфе *«Оценка и использование результатов применения 3D-технологий в процессе раскрытия и расследования преступлений»* автор рассматривает трехмерные технологии как допустимый метод собирания, исследования доказательств в судопроизводстве.

Подчеркивается, что эффективность применения данных технологий для установления фактов и обстоятельств, имеющих значение для дела, зависит от налаженного взаимодействия между участниками судопроизводства, начиная с инициатора создания 3D-модели до субъектов оценки применения методов моделирования. Следователь, дознаватель, суд должны подойти к оценке с содержательной стороны проведенного с помощью 3D-технологий исследования, чтобы убедиться в достоверности и объективности полученных результатов. Оценка применения 3D-технологий должна проходить по следующим этапам:

1) проверка обоснованности и законности применения 3D-технологий по конкретному делу (построение модели и ее исследование компетентным лицом, недопущение нарушения принципа состязательности сторон, объективность модели без вводящих в заблуждение элементов, формирования эмоциональных оценок);

2) проверка подлинности и достаточности исходных материалов для создания 3D-модели: допустимо ли было использовать для создания модели доказательства, которые служили источником исходных данных; получены ли исходные источники информации законным путем, зафиксированы ли они в форме, закрепленной в уголовно-процессуальном законодательстве; относимы, допустимы и достоверны ли доказательства, послужившие исходными данными для создания модели; достаточны ли и качественны исходные материалы;

3) проверка выбранной технологии создания 3D-модели, хода и результатов ее построения, установления с ее помощью фактов и обстоятельств, имеющих значение для дела, примененных технических средств и программного обеспечения (анализ метода построения модели, технических средств и программного обеспечения, качества 3D-модели, хода и результатов построения модели и проведенного с помощью нее исследования, выбранная методика решения экспертных задач);

4) проверка обоснованности и аргументированности полученных с помощью 3D-технологий выводов;

5) относимость данных выводов к предмету доказывания по делу и соответствие выводов, полученных с помощью 3D-технологий, имеющимся в деле доказательствам.

В *заключении* приводятся выводы и предложения, сформулированные по результатам работы, которые определяют основную новизну работы, а также её теоретическую и практическую значимость.

В *списке литературы* приведено 233 источника.

В *приложениях* приведены: анкета и аналитическая справка по результатам опроса, технические характеристики техники фото- и видеофиксации, результаты оценки передачи визуальных и размерных характеристик объекта-оригинала в трехмерных моделях, сформированные алгоритмы работы в программном обеспечении, методические рекомендации по применению технологии фотограмметрии для создания моделей объектов судебной экспертизы, справочно-иллюстративный материал по исследованным типам аддитивного производства.

Основные положения диссертационного исследования опубликованы в следующих работах автора:

Учебники, учебные пособия

1. Полякова А.В. Судебно-баллистическая экспертиза : учебник. / А.В. Полякова, В.А. Юматов. – Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2019. – 416 с. (12,4 п. л.).

*Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК
при Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов
диссертаций*

2. Полякова, А.В. 3D-технологии в судебно-экспертной деятельности / А.В. Полякова // Юридические исследования. – 2023. – № 8. – С. 51–59 (0,6 п. л.).

3. Полякова, А.В. Особенности экспертного исследования объектов, изготовленных способом аддитивного производства / А.В. Полякова // Бизнес. Образование. Право. – 2023. – № 1 (62). – С. 225–230 (0,6 п. л.).

4. Полякова, А.В. Исследование обстоятельств выстрела с помощью метода трехмерной фотограмметрии / А.В. Полякова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2022. – № 2. – С. 205–209 (0,44 п. л.).

5. Полякова, А.В. Возможности идентификации нарезного огнестрельного оружия по следам на деформированных пулях / А.В. Полякова, В.А. Юматов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2018. – № 6. – С. 169–175 (0,5 п. л.).

Статьи в журналах и других научных изданиях

6. Полякова, А.В. Построение трехмерных моделей объектов судебной экспертизы с помощью метода фотограмметрии / А.В. Полякова // Судебная экспертиза: теория и практика в современных условиях : материалы III международной научно-практической конференции, Минск, 26–27 апр. 2023 г. / Гос. ком. судеб. экспертиз Респ. Беларусь. – Минск, 2023. – С. 134–136 (0,16 п. л.).

7. Полякова, А.В. Совершенствование подготовки экспертных кадров в свете перехода к передовым цифровым технологиям / А.В. Полякова // Национальные и международные тенденции и перспективы развития судебной экспертизы : сборник докладов Научно-практической конференции с международным участием, Нижний Новгород, 19–20 мая 2022 г. – Нижний Новгород: ННГУ, 2022. – С. 200–206 (0,32 п. л.).

8. Полякова, А.В. Перспективы развития судебной баллистики в свете применения современных способов фиксации криминалистической информации / А.В. Полякова // Сборник тезисов докладов участников пятого Всероссийского молодежного научного форума «Наука будущего – наука молодых». – Москва, 2020. – С. 20 (0,05 п. л.).

9. Полякова, А.В. К вопросу о перспективах применения 3D-технологий в судебно-экспертной деятельности / А.В. Полякова // Международные и

национальные тенденции и перспективы развития судебной экспертизы : сборник докладов II Международной научной конференции, Нижний Новгород, 21–22 мая 2020. – Нижний Новгород : ННГУ, 2020. – С. 226–232 (0,32 п. л.).

10. Полякова, А.В. Технологии трехмерной печати и перспективы их использования в судебной экспертизе / А.В. Полякова // Криминалистика – наука без границ: традиции и новации : материалы Всероссийской научно-практической конференции (2 ноября 2018 г.) / сост. О.С. Лейнова. – Санкт-Петербург : Изд-во СПб ун-та МВД России, 2019. – С. 181–186 (0,32 п. л.).

11. Полякова, А.В. Перспективы развития судебной баллистики в свете применения современных способов фиксации криминалистической информации / А.В. Полякова // Законность и правопорядок. – 2019. – № 4. – С. 36–41 (0,5 п. л.).

12. Полякова, А.В. Перспективы использования 3D-моделирования и 3D-печати при производстве некоторых криминалистических экспертиз / А.В. Полякова // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Уголовное производство: процессуальная теория и криминалистическая практика» (посвященной 100-летию Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского), 26–27 апреля 2018 г., Симферополь–Алушта / отв. ред. М.А. Михайлов, Т.В. Омельченко ; Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского. – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2018. – С. 96–98 (0,35 п. л.).

13. Полякова А.В. Проблемные аспекты идентификации огнестрельного оружия по следам на деформированных и фрагментированных пулях / А.В. Полякова, В.А. Юматов // Актуальные проблемы судебно-экспертной деятельности в уголовном, гражданском, арбитражном процессе и по делам об административных правонарушениях : материалы VI Международной научно-практической конференции, 12–13 октября 2017 г. – Уфа : РИЦ БашГУ, 2017. – С. 210–216 (0,36 п. л.).

14. Полякова, А.В. Тенденции и перспективы развития ручного стрелкового огнестрельного оружия и боеприпасов к нему: оружие и патроны, распечатанные на 3D-принтерах / А.В. Полякова // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Теория и практика судебной экспертизы в современных условиях», посвященной памяти заслуженного юриста РФ, доктора юридических наук, профессора Юрия Кузьмича Орлова (Москва, 19–20 января 2017 г.). – Москва : Проспект, 2017. – С. 585–588 (0,27 п. л.).