

Современное право и управление

Modern law and administration

УДК 343.98.

DOI: 10.47351/2658-7874_2020_2_2_50

3D сканирование в экспертной деятельности: понятие, сущность и возможности применения¹



Несмиянова Ирина Олеговна

Московский университет МВД России имени В.Я. Кикотя, Россия, 117997, Москва, ул. Академика Волгина д. 12.

Адъюнкт факультета подготовки научно-педагогических и научных кадров по кафедре оружейведения и трасологии учебно-научного комплекса судебной экспертизы.

nesmianova@yandex.ru.

Аннотация. Одними из активных проводников в юридической науке по внедрению современных технологий в противодействии преступности являются криминалистика и судебная экспертиза, где, могут использоваться современные возможности 3D-технологий. Целью работы является анализ применения 3D-сканирования в экспертной деятельности при решении идентификационных и диагностических задач, при фиксации доказательственной информации в ходе осмотра места происшествия. В ходе исследования применялись общенаучные методы познания, такие как: анализ, синтез, сравнение, индукция, дедукция.

© Несмиянова И.О., 2020

¹ 12.00.12. Криминалистика; судебно-экспертная деятельность; оперативно-розыскная деятельность

Анализировались законодательство Российской Федерации, научные и учебно-методические публикации, изучались методические рекомендации, статистика ЭКЦ МВД России за 2019 год, справочный материал по данной теме. Рассмотрены актуальные вопросы цифровизации криминалистической техники, в части внедрения и применения современных 3D-технологий. Обозначено авторское определение 3D-сканирования, раскрыты возможные области его применения и использования. Особый акцент сделан на возможностях использования современных технологий на примере объектов трасологических экспертиз. Сформулированы выводы о том, что современные технологии все шире внедряются в экспертную деятельность, поэтому за технологией 3D-сканирования будущее, поскольку благодаря существующим сканирующим устройствам возможно сэкономить время осмотров мест происшествий, повысить эффективность обнаруженной доказательственной информации, оптимизировать процесс трасологических и других видов исследований.

Ключевые слова: криминалистика, судебная экспертиза, судебно-медицинская экспертиза, 3D-сканирование, 3D-сканер, трехмерное изображение, цифровая фотография, трасологическая экспертиза, осмотр места происшествия.

3D scanning in expert activity: concept, essence and application possibilities

Irina Nesmiyanova

Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after V.Ya. Kikot, Russia, 117997, Moscow, ul. Academician Volgin d. 12. Adjunct of the faculty for the preparation of scientific and pedagogical and scientific personnel in the department of weapons science and trasology of the educational and scientific complex of forensic science. nesmiyanova@yandex.ru.

Abstract. One of the active guides in legal science for the implementation of modern technologies in combating crime are forensic science and forensic science, where modern possibilities of 3D technologies can be used. The aim of the work is to analyze the use of 3D scanning in expert activities when solving identification and diagnostic problems, when fixing evidential information during an inspection of the scene. In the course of the study, general scientific methods of cognition were used, such as: analysis, synthesis, comparison, induction, deduction.

The legislation of the Russian Federation, scientific and educational-methodical publications were analyzed, methodological recommendations, statistics of the ECC (EKTs) of the Ministry of Internal Affairs of Russia for 2019, reference material on this topic were studied. Topical issues of digitalization of forensic technology are considered, in terms of the introduction and

application of modern 3D technologies. The author's definition of 3D scanning is indicated, possible areas of its application and use are disclosed. Special emphasis is placed on the possibilities of using modern technologies on the example of objects of trace examination expertise. Conclusions are formulated that modern technologies are increasingly being introduced into expert activities, therefore, 3D scanning technology is the future, since thanks to existing scanning devices it is possible to save time for examining accident sites, increase the efficiency of the evidence found, and optimize the process of traceological and other types of research.

Keywords: forensics, forensic examination, forensic medical examination, 3D scanning, 3D scanner, 3D image, digital photography, traceological examination, scene inspection.

Введение. Актуальность, значимость, сущность проблемы. В связи с глобальным переходом человечества к информационному обществу современные технологии стали активно использоваться во всех сферах деятельности. Компьютеризация сбора и обработки информации проявляется и во внедрении в экспертно-криминалистическую деятельность новых информационно-измерительных приборов, цифровой фототехники и видеотехники, использование таких устройств позволяет упростить и ускорить процесс получения криминалистически значимой информации.

Положительным и эффективным примером служит использование цифровой фотографии в ходе осмотра места происшествия, следственных действий и при производстве экспертных исследований. Однако наука и техника не стоит на месте, продолжается разработка новых технологий и возможности их использования в практической деятельности эксперта [16].

В настоящее время актуальным направлением в практической деятельности экспертно-криминалистических подразделений является использование 3D-сканирования. Впервые технология 3D-сканирования появилась в конце XX века, а первый работающий 3D-сканер появился в 60-х г. прошлого столетия, но практика его применения в экспертно-криминалистической деятельности так и не была обозначена.

Цель работы заключается в анализе возможности использования 3D-сканера в целях фиксации доказательственной информации в ходе осмотра мест происшествия, при решении задач судебных экспертиз.

Теоретические предпосылки и состояние проблемы. В настоящее время теория применения современных информационных технологий не стоит на месте, постоянно развивается теоретическая база. Теоретическую базу исследования составили труды отечественных ученых-криминалистов, посвященные указанной теме: Белкина Р.С., Аверьяновой Т.В., Корухова Ю.Г., Россинской Е.Р., Майлис Н.П. [1-4; 13]. В настоящее время вопросы применения и использования 3D-технологий в экспертных целях рассматриваю как в России, так и за рубежом [5-11; 14; 15; 17]. Сегодня технологии 3D-сканирования уже активно используются при проведении судебно-медицинских экспертиз (например, в Бюро СМЭ Ивановской области), однако практика применения 3D-сканирования в экспертно-криминалистических подразделениях в настоящее время отсутствует.

Материалы, методы. Диалектический, историко-юридический, сравнительно-правовой, системно-аналитический, логический методы. Анализировались законодательство Российской Федерации, научные и учебно-методические публикации, статистические данные ЭКЦ МВД России за 2019 г.

Результаты и обсуждения. В связи с научно-техническим прогрессом в современном обществе назрела необходимость внедрения современных разработок в области применения 3D-сканирования в экспертной деятельности. Применение 3D-сканирования даст новые возможности экспертам как при выявлении следов в ходе осмотра места происшествия, так и при исследовании объектов судебной экспертизы.

В настоящее время экспертную деятельность невозможно представить без применения современной техники. В практическую деятельность активно внедряются новые технические средства, одним из таким является 3D-сканер.

Рассмотрим подробнее что же такое 3D-сканирование и какова его область применения. Нам хочется акцентировать внимание на возможности 3D-сканирование, и способах его применения.

3D-сканирование – это своеобразный инструмент для компьютерного зрения, который позволяет распознавать и воспроизводить трехмерный

продукт [9]. Компьютеры могут получать трехмерную информацию об окружающей среде, анализировать ее в понятном формате и затем заново создавать это физическое пространство уже в цифровом пространстве. Хранится данная информация в «точках» или строках, которые обозначают местоположения по осям X, Y и Z. Цель состоит в том, чтобы видеть мир вокруг нас – то, что наши глаза видят каждый день, и перенести это видение в цифровую сферу.

3D-сканирование в экспертной деятельности – это одно из основных направлений научно-технического прогресса, которое представляет собой процесс анализа реального объекта (предмета) исследования, обстановки места происшествия (вещной обстановки). 3D-сканирование предназначено для сбора, обработки и хранения данных об конкретном объекте, затем собранные данные могут быть использованы для построения цифровых 3D-моделей для проведения экспертных исследований.

3D-сканирование в отличие от плоского изображения позволяет оценить, то что нас окружает и дать цифровое представление информации в трех измерениях. 3D-сканирование, которое часто называют «Геодезическая съемка высокого разрешения» (HDS), стало популярным в конце 1990-х годов для очень быстрой и детальной съемки зданий, местности и других архитектурных объектов. Однако вскоре многие поняли, что быстрый сбор огромного количества точечных данных неоправдан по сравнению с более традиционными тахеометрами. 3D-сканеры могут получать десятки тысяч точечных измерений в секунду, в то время как большинство тахеометров в лучшем случае регистрируют одно измерение каждые несколько секунд. Следовательно, экономия времени и возможности, доступные с помощью 3D-сканера, были бы практически невозможны при использовании более традиционных методов. Конечным результатом является то, что модели места происшествий и преступлений могут быть получены за долю времени с большим количеством измерений, чем когда-либо было возможно раньше.

Термин «3D-сканеры» охватывает широкий спектр устройств и технологий, которые направлены на проведение большого количества измерений поверхности объекта или окружающей среды [10]. Выбор и

применение 3D-сканирования часто зависит от размера сканируемого объекта, а также от понимания того, что будет сделано с данными после их сканирования. Эти два фактора часто определяют тип технологии, которую можно использовать для получения измерений, а в некоторых случаях, какой тип программного обеспечения будет использоваться для редактирования данных.

Процесс самого сканирования представляет следующее: у каждого приложения 3D-сканирования есть две стороны [11]:

- сбор данных, для получения облаков точек – термин, используемый для ссылки на 3D-данные, требуется система 3D-камеры;
- обработка собранной информации требует алгоритмов для организации данных в структуру.

Приведем наглядный пример. В руках у эксперта имеется световой проектор, то есть сканер, он излучает инфракрасный свет на объект, который необходимо отсканировать, а камеры в сканере регистрируют отраженный свет. Можно напрямую измерять и визуализировать данные облака точек, полученные в результате 3D-сканирования в режиме реального времени, однако в большинстве случаев мы хотим зафиксировать данные сканирования, чтобы предоставить больше возможностей для использования информации сканирования [5]. Мы делаем это путем ввода облака точек в алгоритмы, которые строят модели сканируемого объекта в режиме реального времени. Это может принимать форму полигональной модели сетки, модели поверхности (называемой моделью NURBS) или твердотельной модели для автоматизированного проектирования.

Цель сканирования с помощью 3D-сканера в том, чтобы создать облако точек геометрических образцов на поверхности объекта. В дальнейшем эти точки могут быть экстраполированы для воссоздания формы предмета (процесс, называемый реконструкцией). Если были получены данные и о цвете, то и цвет реконструированной поверхности также возможно определить.

3D-сканеры немного похожи на обычные камеры. В частности, у них есть конусообразное поле зрения, и они могут получать информацию только с тех поверхностей, которые не были закрыты. Различия между двумя этими устройствами в том, что камера передаёт только информацию о цвете поверхности, которая попала в ее поле зрения, а вот 3D-сканер собирает информацию о расстояниях на поверхности, которая также пребывает в его поле зрения. Таким образом «картинка», полученная с помощью 3D-сканера, описывает расстояние до поверхности в каждой точке изображения. Это позволяет определить положение каждой точки на изображении сразу в 3 плоскостях. В большинстве случаев одного сканирования недостаточно для создания полноценной модели предмета. Таких операций потребуется несколько. Как правило, приличное множество сканирований с разных направлений понадобится для того, чтобы получить информацию обо всех сторонах объекта. Все результаты сканирования должны быть приведены к общей системе координат – процесс, называемый привязкой изображений или выравниванием, и только после этого создаётся полная модель. Вся эта процедура от простой карты с расстояниями до полноценной модели называется 3D-конвейер сканирования.

Возможности использования 3D-сканирования:

- проведения измерений,
- проверки доказательственной информации;
- анализ мест происшествия (например, по следам крови или траектории пуль) [17].

А также данные трехмерного сканирования можно использовать в зале суда, так, например, присяжные заседатели и другие участники могут быть перенесены в трехмерный мир, который им более понятен и нагляден.

Существует несколько технологий для цифрового сканирования формы и создание 3D-модели объекта. На сегодняшний день существует классификация, которая делит 3D-сканеры на 2 типа:

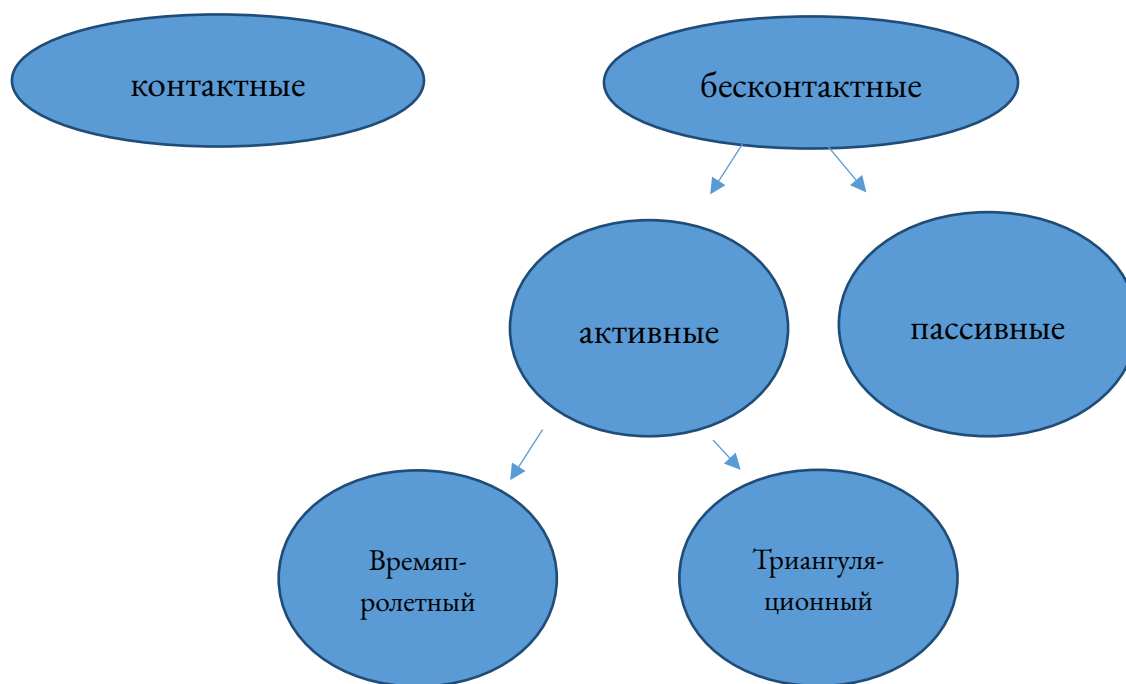


Рисунок 1. Виды 3D-сканеров.

Контактные 3D-сканеры исследуют объект непосредственно через физический контакт, пока сам предмет пребывает на специальной поверхности. Если объект сканирования неровный или не может стабильно лежать на горизонтальной поверхности, то его будут удерживать специальные тиски.

Бесконтактные активные сканеры

Активные сканеры используют определённые виды излучения или просто свет и сканируют объект через отражение света или прохождение излучения через объект или среду. В таких устройствах применяется свет, ультразвук или рентгеновские лучи.

Мы считаем, что 3D-сканирование в экспертной деятельности можно использовать по двум направлениям:

1. В рамках осмотра мест происшествия (далее ОМП);
2. В рамках производства экспертиз.

Трехмерное сканирование места происшествия для обнаружения и сбора доказательств является неотъемлемой частью фиксации осмотра места происшествия. Различные сканирующие системы ускоряют процесс исследования места происшествия, создавая его точное трехмерное представление.

Так, например, в зарубежных странах активно применяется 3D-сканер для ОМП [15]. 3D-сканер не только эффективен для быстрого сбора доказательств с места происшествия, но также и экономит время. Например, при осмотре дорожно-транспортных происшествий [6], которое занимает часы, на это время перекрывается движение, то с применением 3D-сканера по получению ценной информации работа специалиста занимает всего несколько минут. Другой немаловажной стороной применения данного сканера является, то, что он объективен в процессе сбора доказательств. Кроме того, 3D-сканер можно использовать как днем, так и ночью, время суток не влияет на его точность и производительность.

Также возможно использовать данную технологию и при осмотре одежды в случае убийства, когда необходимо определить, где на теле потерпевшего могли быть повреждения. Одним из методов фиксации таких повреждений на одежде является использование трехмерного лазерного сканера [17]. Окончательная завершенная модель становится доступной для непосредственного измерения и проверки.

Альтернативным является метод использования цифровой фотограмметрии с близкого расстояния. С помощью цифровой камеры и некоторого специализированного программного обеспечения для фотограмметрии фотографии делаются «кольцом» вокруг манекена для фиксации одежды со всех сторон. Затем фотографии загружаются в программное обеспечение и обрабатываются для получения 3D-точек. Преимущество наличия такой трехмерной модели одежды, которая естественным образом располагается на теле, состоит в том, что измерения становятся более точными (ближе к истинному значению). Кроме того, повреждения на одежде, которые являются объектами трасологических исследований (такие как разрывы, надрезы и тд.) могут быть измерены и

воспроизведены в их истинной форме, а не просто как плоский двухмерный вид.

В настоящее время 3D сканирование уже активно используется при проведении судебно-медицинских экспертиз [7; 14] (в некоторых регионах нашей страны, например, в Бюро СМЭ Ивановской области).

Оказывая помощь правоохранительным органам и судам, судебные эксперты играют решающую роль в сборе и изучении материалов. Традиционно места преступления фиксируются с помощью фотографии. И по сей день мало что изменилось – камеры остаются их приемным устройством. Однако, как подчеркивается в исследовании, камеры с 2D-изображениями, независимо от их разрешения, технических характеристик и общего визуального качества, испытывают недостаток в критически важных данных, которые могут создавать только пространственные отношения между объектами.

Приведем пример применения 3D-сканера структурированного света ArtecEva, который используется при осмотре мест происшествий в некоторых зарубежных странах.

ArtecEva – это инструмент для создания трехмерных изображений профессионального уровня, который произвел революцию в бесчисленных отраслях промышленности. Кроме того, он используется в экспериментах и тестах в широком диапазоне академических дисциплин и технических областей зарубежных государств.

Так, например, рассмотрим опыт его применения зарубежными коллегами [9]. В этом эксперименте человеку делали 11 временных татуировок на разных участках тела (вокруг области головы и шеи, по длине рук и ног). Таким образом, авторы исследования могли оценить производительность 3D-сканеров в получении, во-первых, высококачественного цвета - элемента в криминалистической патологии, который может выявить гораздо больше, чем личность жертвы. Фактически, цвет может пролить свет на различные состояния тела, предоставляя исследователям более широкий спектр данных судебной экспертизы.

Например, степень окрашивания следов телесных повреждений, включая ушибы и раны, может передавать тяжесть травмы и ее последствия. Их эксперимент состоял из двух тестов, выполненных и наблюдаемых в одинаковых условиях: один для фотографии, а другой для 3D-сканера.

В первом тесте участника попросили лечь. Для регистрации расстояний везде использовалась рулетка со ссылкой на места ориентации лица и тела (то есть нос, локти, колени и т. д.). Затем тело было сфотографировано вместе со шкалой, вытянутой по бокам стола. Между тем, дополнительные фотографии травм были сделаны на более близких расстояниях.

Для второго теста, процесс стал заметно более плавным. Тело участника сканировалось несколько раз с помощью 3D-сканера, с помощью которого были зафиксированы измерения повреждений и искривлений [8]. Цветовая карта была применена, чтобы зарегистрировать цвет. Между тем, во время сканирования на компьютере отображались данные трехмерной сетки или облака точек, которые помогают регулировать углы обзора и ориентации. Примечательно, что они приводят к данным по сетчатой поверхности, что обеспечивает более высокое разрешение. Платформой для этих сканирований было программное обеспечение «ArtecStudio 3D» предназначенное для сканирования, где изображения подвергались выравниванию и слиянию для сборки трехмерной цифровой копии.

Пользователи 3D-сканера действительно извлекают выгоду из гибкости и универсальности, с которой можно манипулировать и просматривать изображения. Они допускают более широкий спектр применения, обеспечивая, таким образом, более полный и более реалистичный отчет. Например, возможность воссоздать траекторию проникновения в организм постороннего предмета может помочь правоохранительным органам и медицинским экспертам в определении причины смерти, а также во взаимодействии субъектов на месте преступления. По сути, это открывает другие возможности для раскрытия преступления.

Также, в целях эксперимента зарубежные коллеги попытались воссоздать траекторию попадания пули в тело. Они установили штативы по бокам стола и установили стальные стержни, чтобы обозначить путь пули. Из-за их блеска стержни часто трудно уловить, особенно для сканеров со структурированным светом, где конфликтующие источники света генерируют много шума. Тем не менее, 3D-сканер справился с задачей хорошо. Такое фотографирование было бы невозможным для фотографической фиксации, которая не передает геометрию.

Действительно, способность сканера ArtecEva воспроизводить геометрические детали оказалась наиболее эффективным, если сравнивать ее с традиционными методами судебной экспертизы.

И все же авторы исследования на этом не остановились. Они также провели параллельный опрос, а именно, насколько просты эти методы и насколько безошибочны эти устройства. В конце концов, технология, предназначенная для предоставления сложных и многоуровневых данных, вероятно, должна быть сложной и в эксплуатации. Исследование опровергает это предположение.

Для количественной оценки простоты фотографирования и трехмерного сканирования экспериментаторы разработали метод расчета эффективности и простоты использования. Метод представлял собой систему оценки, основанную на технических трудностях (которые могли включать такие, как сбой программного обеспечения, который может серьезно затруднить фиксацию) и время, затрачиваемое на фиксацию. Результаты были сразу очевидны. В то время как полная фото-фиксация заняла ровно 54 минуты и 30 секунд, 3D-сканирование проведено за 26 минут и 1 секунду. Большая часть различий связана со скоростью до 16 кадров в секунду, с которой сканер может воспроизводить сложные геометрии [17].

Поэтому исследователи данного 3D-сканера пришли к выводу, что он обладает существенными преимуществами по сравнению с существующими традиционными методами фиксации. Также судебные эксперты, которые плохо знакомы с материалами дела, могут просто открывать файлы

изображений, манипулировать ими и изучать их с разных сторон, и познакомиться с визуальными доказательствами гораздо быстрее, чем просматривать множество картинок. Поэтому, трудность воссоздания объекта исследования, места происшествия практически может быть устранена с помощью 3D-сканирования.

В свете выше сказанного, мы считаем, что необходимо использовать возможности 3D-сканирования при производстве судебных экспертиз, например, при исследовании трасологических объектов.

Для этого уточним, что же является источником информации в трасологии. По мнению профессора Н.П. Майлис, таковыми являются [12, с. 16]:

- следы человека;
- следы орудий;
- следы механизмов;
- следы транспортных средств;
- следы животных;
- вещная обстановка места происшествия в натуре или зафиксированная на фотоснимках и в протоколах осмотра.

Так, устройство 3D-сканера позволяет детально зафиксировать следы, после чего воссоздать их точную модель в цифровом формате.

Ниже продемонстрирована характеристика получения 3D-модели следа обуви с помощью 3D-сканирования [5, с.30.], см. Таблицу 1:

Таблица 1. Характеристика получения 3D-модели следа обуви с помощью 3D-сканирования

Характеристики	3D - сканирование
Время исследования	Для получения 3D-модели требуется 10-20 секунд.
Разрушение / загрязнение образца	3D-сканер применяет неразрушающий и не загрязняющий метод
Количество доказательств	с 3D-сканера получают больше доказательств, в том числе из-за его легкости в применении

Зависимость от внешних условий	3D-сканер независим от внешних условий
Хранение результатов	3D-модели хранятся на съемных носителях информации
Обработка данных	Обработка изображения и получение 3D-модели полностью лежит на искусственном интеллекте, и детализация изображения полностью соответствует состоянию следа
Передача данных	3D-модели отправляются в лабораторию в электронном виде и могут быть распечатаны на принтере

Поэтому, мы считаем, что за данной технологией будущее, благодаря таким сканирующим устройствам возможно в первую очередь фиксировать криминалистическую информацию и комплексно исследовать ее, а также повысить эффективность обнаруженной доказательственной информации, оптимизировать процесс раскрытия расследования преступлений в целом, и трасологических исследований в частном.

Далее приведем ряд требований, которые необходимо учитывать экспертам при работе с данными технологиями 3D-сканирования:

1. Уровень требуемой точности. У каждого инструмента есть диапазон, где он обеспечивает наиболее точные результаты. Измерения, проводимые за пределами практического диапазона в данных условиях, могут быть неточными, и результаты будут подвергаться проверке. Не стоит устанавливать 3D-сканер на расстоянии более 50 метров от места, которое требует детального анализа и изучения. Если необходимо сделать сканирование следа, то лучше использовать сканер ближнего действия, расположенный на расстоянии менее одного метра.

2. Отражающие поверхности. Поскольку большинство сканеров ищут отраженный луч лазерного света, сильно отражающие и глянцевые поверхности создают особую проблему, перенаправляя свет в сторону от 3D-сканера. В некоторых случаях луч света может отражаться от другой поверхности и возвращаться в сканер, давая ошибочные результаты. Следовательно, стекло, вода и зеркальные поверхности обычно вызывают «шум» или просто не предоставляют никаких данных.

3. Темные поверхности. Темные поверхности поглощают свет и затрудняют получение показаний приемнику. В худшем случае, темную блестящую поверхность (например, чистую блестящую черную машину) может быть очень трудно отсканировать без обработки поверхности автомобиля. Во многих случаях специалисты по сканированию наносят специальный воск или белые порошкообразный спрей на впитывающие поверхности.

4. Косые поверхности. Когда поверхность объекта перпендикулярна приемнику лазерного сканера, он обычно обеспечивает сильный обратный сигнал, который можно точно измерить. Однако, поскольку поверхность объекта становится более наклонной, меньшее количество луча направляется обратно на лазерный сканер.

5. Ошибки регистрации. При объединении нескольких сканирований в одном большом облаке точек необходимо учитывать ошибки регистрации, поскольку окончательные результаты могут содержать ошибки, превышающие ожидаемые. Это может быть заметно, когда есть перекрывающиеся сканы, и некоторые объекты явно находятся в двух соседних местах одновременно, но не настолько близко, чтобы точки точно перекрывались. Лучшее решение – использовать опорные маркеры во время сканирования, так как многие сканеры имеют возможность выравнивать отдельные сканы во время фактического сканирования, а не во время обработки данных.

Основные результаты исследования:

1. 3D-сканирование – это своеобразный инструмент для компьютерного зрения, который позволяет распознавать и воспроизводить трехмерный продукт.

2. 3D-сканирование в экспертной деятельности – это одно из основных направлений научно-технического прогресса, которое представляет собой процесс анализа реального объекта (предмета) исследования, обстановки места происшествия (вещной обстановки). 3D-сканирование предназначено для сбора, обработки и хранения данных об конкретном объекте, затем

собранные данные могут быть использованы для построения цифровых 3D-моделей для проведения экспертных исследований.

3. Технологии 3D-сканирования необходимо внедрять в экспертную деятельность, использовать специалистами в ходе осмотра места происшествия (например, дорожно-транспортных происшествий), а также использовать при производстве экспертиз (например, трасологических экспертиз).

4. Проанализировав специальную литературу и статистику ЭКЦ МВД России за 2019 год, очевидно, что в настоящее время технологии 3D-сканирования в практической деятельности экспертных подразделений не применялись, однако мы считаем, что необходимо внедрять 3D-сканеры и в практическую деятельность, что подтверждается и концепцией Научно-технической политики МВД России.

5. Положительной особенностью применения 3D-технологий является оптимизация процесса раскрытия и расследования преступлений, получение информации высокого качества, возможности ее передачи без изменения первоначального содержания, возможность многократного ее использования, демонстрация 3D-модели всем участникам судопроизводства, а в ходе судебного заседания и присяжным заседателям, что даст возможность комплексно изучить полученную информацию о событии преступления.

Литература

1. Аверьянова Т.В. и др. Криминалистика. Учебник для вузов. Под ред. Заслуженного деятеля науки Российской Федерации, профессора Р. С. Белкина. – М.: Издательство НОРМА (Издательская группа НОРМА – ИНФРА М), 2000. – 990 с.
2. Аверьянова Т.В., Белкин Р.С., Корухов Ю.Г., Россинская Е.Р. Криминалистика: учебник /– 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Норма : Инфра-М, 2010. – 944 с.
3. Бачило И.Л. Лопатин В.Н., Федотов М.А. Информационное право: учебник / под ред. акад. РАН Б.Н. Топорнина. – СПб.: Издательство «Юридических центр Пресс», 2001. – 798 с.
4. Белкин Р.С. Криминалистическая энциклопедия [Текст] // - М.: Мегатрон XXI 2000 (http://enc-dic.com/enc_crime/Rekonstrukcija-938.html) – интернет-источники.
5. Беляев М. В., Машошин Д. Ф. К вопросу о фиксации объемных следов на месте происшествия: сб. науч. тр. Московский университет МВД России имени В. Я. Кикотя, 2018. С. 24–31.

6. Беляев М.В., Четвергов М.А. К вопросу о современных способах моделирования дорожно-транспортных происшествий. Вестник Московского университета МВД России №4 2018 г. – под ред. М.В. Саудаханова С.11-15.
7. Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю., Федорова А.С. О технологиях анализа изображений как средствах повышения объективности и достоверности судебно-медицинских экспертиз. Судебная-медицина. 2017;3(2): С. 17-23.
8. Evans S.T., Jones C., Plassmann P. 3D-изображения для анализа следов укуса // Научный журнал. 2013. 61, N 4. С. 351–360.
9. Liscio, E. (2009). A Primer on 3D Scanning in Forensics: Part 1.
10. Kühmstedt P., Vassena, G. M., van Spanje, W., and Hendrix, A. (2014). 3D-криминалистика-мобильный 3D-сканер высокого разрешения и 3D-анализ данных для судебных доказательств. 9-й будущей безопасности - научно-практическая конференция безопасности; Берлин, сентябрь 16-18, 2014.
11. Kühmstedt, P. C. Munkelt M. Heinze C. Bräuer-Burchardt G. Notni : 3D формы измерения с фазовой корреляции на основе проекционных полос. 2015. – 178 с.
12. Майлис Н.П. Судебная трасология: учебник для студентов юридических вузов. М., 2013. – 272 с.
13. Майлис Н.П. Трасология и трасологическая экспертиза: Курс лекций – М.: РГУП, 2015. – 205 с.
14. Макаров И.Ю., Светлаков А.В., Сотин А.В., Шигеев С.В., Гусаров А.А., Смиренин С.А., Емелин В.В., Страгис В.Б., Фетисов В.А. Эффективность использования современных компьютерных технологий в клинической практике и перспективы применения биомеханических 3D-моделей в судебной медицине // Судебно-медицинская экспертиза. – М., 2018 – №2. – С. 58-64.
15. Медиев Р.А. Реконструкция места происшествия (3d свидетель) // Құқық қорғау органдары академиясының жаршысы № 2 (8) 2018. – С. 33-39.
16. Россинская Е. Р., Рядовский И. А. Концепция цифровых следов в криминалистике // Аубакировские чтения: материалы Международной научно-практической конференции (19 февраля 2019 г.). Алматы, 2019. С. 6-9.
17. Jon J. Nordby Eugene Liscio: Документирование одежды в 3D. 2010. – 260 с.

References

1. Aver'yanova, T.V. et al. (2000). *Kriminalistika. Uchebnik dlya vuzov. Pod red. Zasluzhennogo deyatelya nauki Rossiyskoy Federatsii, professora R. S. Belkina* [Forensic science. Textbook for universities. Ed. Honored Scientist of the Russian Federation, Professor R.S. Belkin] Moscow: Izdatel'stvo NORMA (Izdatel'skaya gruppa NORMA – INFRA M).
2. Aver'yanova, T.V., Belkin, R.S., Korukhov, Yu.G. & Rossinskaya, E.R. (2010). *Kriminalistika: uchebnik. 3-e izd., pererab. i dop.* [Forensic science: textbook, 3rd ed., Revised. and add]. Moscow: Norma, Infra-M.
3. Bachilo, I.L., Lopatin, V.N. & Fedotov, M.A. (2001). *Informatsionnoe pravo: uchebnik / pod red. akad. RAN B.N. Topornina.* [Information law: textbook. ed. acad. RAS B.N. Topornin]. Spb: Izdatel'stvo «Yuridicheskikh tsentr Press».

4. Belkin R.S. (2000). *Kriminalisticheskaya entsiklopediya* [Criminalistic Encyclopedia]. Moscow: Megatron XXI (http://enc-dic.com/enc_crime/Rekonstrukcija-938.html).
5. Belyaev, M.V. & Mashoshin, D.F. (2018) K voprosu o fiksatsii ob"emnykh sledov na meste proisshestiya [On the issue of fixing volumetric traces at the scene]. *Sb. nauch. tr. Moskovskiy universitet MVD Rossii imeni V. Ya. Kikotya*, 24–31.
6. Belyaev, M.V. & Chetvergov, M.A. (2018). K voprosu o sovremennykh sposobakh modelirovaniya dorozhno-transportnykh proisshestiyy. *Vestnik Moskovskogo universitete MVD Rossii* (4), 11-15.
7. Erofeev, S.V., Shishkin, Yu.Yu. & Fedorova, A.S. (2017). O tekhnologiyakh analiza izobrazheniy kak sredstvakh povysheniya ob"ektivnosti i dostovernosti sudebno-meditsinskikh ekspertiz [About image analysis technologies as a means of increasing the objectivity and reliability of forensic medical examinations]. *Sudebnaya-medsina* 3(2), 17-23.
8. Evans, S.T., Jones, C. & Plassmann, P. (2013). 3D imaging for bite mark analysis. *Imaging Science journal* 61(4), 351–360.
9. Liscio, E. (2009) A Primer on 3D Scanning in Forensics: Part 1.
10. Crabbe, S., Kühmstedt, P., Vassena, G. M., van Spanje, W., and Hendrix, A. (2014). 3D-Forensics – Mobile High-Resolution 3D Scanner and 3D Data Analysis for Forensic Evidence. *9th Future Security - Security Research Conference; Berlin, September 16 -18, 2014; Proceedings*; Klaus Thoma, Ivo Häring, Tobias Leismann. (Eds.) (ISBN 978-3-8396-0778-7) pp 215-222.
11. P. Kühmstedt, C. Munckelt, M. Heinze, C. Bräuer-Burchardt, and G. Notni, (2007) 3D shape measurement with phase correlation based fringe projection, *Proc. SPIE 6616, Optical Measurement Systems for Industrial Inspection V, 66160B* (18 June 2007). DOI:10.1117/12.726119.
12. Maylis, N.P. (2013). *Sudebnaya trasologiya: uchebnik dlya studentov yuridicheskikh vuzov* [Forensic traceology: a textbook for law students]. Moscow.
13. Maylis, N.P. (2015). *Trasologiya i trasologicheskaya ekspertiza: Kurs lektsiy* [Trasology and traceological examination: Course of lectures]. Moscow: RGUP.
14. Makarov, I.Yu., Svetlakov, A.V., Sotin, A.V., Shigeev, S.V., Gusarov, A.A., Smirenin, S.A., Emelin, V.V., Stragis, V.B., & Fetisov, V.A. (2018). Effektivnost' ispol'zovaniya sovremennykh komp'yuternykh tekhnologiy v klinicheskoy praktike i perspektivy primeneniya biomekhanicheskikh 3D-modeley v sudebnoy meditsine [The effectiveness of the use of modern computer technologies in clinical practice and the prospects for the use of biomechanical 3D models in forensic medicine]. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza* (2), 58-64.
15. Mediev, R.A. (2018). Rekonstruktsiya mesta proisshestiya (3d svidetel') [Reconstruction of the scene (3d witness)]. *ҚҰҚҰҚ қорғару органдары академиясының zharshtsy* 2(8), 33-39.
16. Rossinskaya, E.R. & Ryadovskiy, I. A. (2019). Kontseptsiya tsifrovyykh sledov v kriminalistike [The concept of digital traces in forensic science]. *Aubakirovskie chteniya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (19 fevralya 2019 g.)*. [Aubakirovskie readings: materials of the International scientific and practical conference (February 19, 2019)]. Almaty.
17. Nordby, J. & Liscio, E. (2010). Documenting Clothing in 3D.