Дружинина Анастасия Александровна,
преподаватель кафедры трасологии и баллистики, учебно-научного комплекса экспертно-криминалистической деятельности,
Волгоградская академия МВД России

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ 3Д- СКАНИРОВАНИЯ И ФОТОГРАММЕТРИИ ПРИ ФИКСАЦИИ ОБЪЕМНЫХ СЛЕДОВ НА МЕСТЕ ПРОИСШЕСТВИЯ

Аннотация. В статье сравниваются методы 3D-сканирования и фотограмметрии для фиксации объемных следов. Установлено, что 3Д-сканирование оптимально для точных идентификационных трасологических экспертиз. Фотограмметрия эффективна для общей фиксации. Обоснована необходимость разработки единых стандартов метрологического обеспечения цифровых моделей.

Ключевые слова: 3Д-сканирование, цифровая фотограмметрия, цифровые следы.

Развитие криминалистической техники в условиях цифровизации требует от следственно-оперативных групп применения современных методов фиксации вещественных доказательств, обеспечивающих сохранение не только факта обнаружения следа, но и его пространственно-координатных характеристик [5]. Традиционные способы фиксации объемных следов – слепки с использованием дактилоскопических порошков, гипса, силиконовых масс – при всей их доказательственной значимости обладают рядом ограничений: трудоемкость, риск повреждения объекта, невозможность повторного исследования после изъятия [1].

В связи с этим в современной криминалистической практике все активнее применяются методы бесконтактной цифровой фиксации, среди которых наиболее распространены лазерное 3D-сканирование и цифровая фотограмметрия [2]. Оба метода позволяют создавать цифровые трехмерные модели следов, пригодные для последующего трасологического исследования, однако их метрологические характеристики, условия применения и экономическая эффективность существенно различаются, что обусловливает актуальность их сравнительного анализа.

Цель работы – провести сравнительный анализ эффективности методов 3D-сканирования и фотограмметрии при фиксации объемных следов на месте происшествия.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- охарактеризовать технологические особенности каждого метода;
- сравнить метрологические показатели точности получаемых моделей;
- оценить условия применения и ограничения методов;
- сформулировать практические рекомендации по выбору метода фиксации.

Основу исследования составили нормативные правовые акты, регламентирующие производство следственных действий, методические рекомендации ведущих экспертных учреждений (Экспертно-криминалистический центр МВД России, Российский центр судебной экспертизы Минюста России), а также научные публикации по вопросам криминалистической техники и трасологии за период 2020–2026 гг [1,2,3].

Методологическую базу составили сравнительно-правовой анализ, метод экспертных оценок, а также обобщение материалов судебно-экспертной практики.

Лазерное 3D-сканирование представляет собой метод получения цифровых трехмерных моделей объектов путем измерения расстояний от сканера до поверхности объекта с помощью лазерного луча. В криминалистической практике применяются как

стационарные наземные лазерные сканеры (НЛС), так и ручные портативные сканеры структурированного света. Последние особенно эффективны при фиксации локальных объемных следов (следов обуви, орудий взлома, протекторов шин) благодаря высокой детализации поверхности.

Цифровая фотограмметрия – метод получения трехмерных моделей объектов по сериям перекрывающихся цифровых фотографий, обработанных специализированным программным обеспечением (Agisoft Metashape, RealityCapture, 3DF Zephyr и др.). Метод не требует дорогостоящего оборудования – достаточно цифровой камеры с матрицей высокого разрешения и вычислительных мощностей для обработки массива изображений.

Точность получаемых моделей является ключевым критерием пригодности метода для судебно-трасологической экспертизы. Согласно данным исследований, представленных в специализированной литературе, метрологические характеристики методов сопоставлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительные метрологические характеристики методов

Параметр	**3D-сканирование (ручное)**	**Фотограмметрия (близкая)**
Пространственное разрешение	0,01–0,05 мм	0,05–0,2 мм
Точность геометрических измерений	±0,01–0,03 мм	±0,05–0,15 мм
Воспроизведение микрорельефа	Высокое	Среднее/высокое
Точность цветопередачи	Средняя (зависит от сканера)	Высокая
Возможность калибровки по эталону	Автоматическая	Требуется масштабный эталон

Анализ показывает, что ручное 3D-сканирование обеспечивает более высокую точность воспроизведения микрорельефа поверхности, что критически важно при идентификации по следам обуви и орудий взлома, где значение имеют частные признаки в пределах десятых долей миллиметра. Фотограмметрия уступает по абсолютной точности, однако ее показателей достаточно для решения большинства диагностких и идентификационных задач трасологии, включая определение механизма образования следа, групповой принадлежности объекта и идентификацию по совокупности признаков.

3Д-сканирование предъявляет повышенные требования к условиям проведения съемки: необходимо стабильное положение сканера относительно объекта, отсутствие вибраций, ограничение по уровню освещенности (для оптических сканеров), а также требования к отражающей способности поверхности. Глянцевые, зеркальные и темные поверхности требуют предварительной обработки матирующим спреем, что в ряде случаев недопустимо при работе с вещными доказательствами.

Фотограмметрия более гибка в условиях применения, однако требует соблюдения ряда правил: равномерное освещение объекта, наличие текстурной информации на поверхности, обязательное использование масштабного эталона и маркеров для точной привязки модели в системе координат. Ограничением метода является сложность реконструкции участков с резкими перепадами высот, теневых зон и поверхностей без выраженной текстуры.

С точки зрения экономических затрат фотограмметрия существенно выигрывает: базовый комплект оборудования (цифровая камера, штатив, масштабный эталон, маркеры) обходится в 5–10 раз дешевле портативного 3D-сканера. Однако временные затраты на

обработку массива фотографий и построение модели при фотограмметрии могут быть выше, чем при 3D-сканировании, особенно при использовании ручных сканеров, формирующих модель в режиме реального времени.

Оба метода позволяют получать цифровые модели, пригодные для проведения судебно-трасологической экспертизы, что подтверждается практикой экспертных учреждений. Как справедливо отмечает Е. В. Виноградова, при исследовании цифровых следов эксперты нередко допускают ошибки, связанные с недостаточной оценкой метрологических параметров исходных данных, что может повлиять на достоверность выводов [4].

Лазерное 3D-сканирование обеспечивает более высокую точность воспроизведения микрорельефа поверхности (до 0,01 мм) и оптимально для фиксации следов, по которым предполагается проведение идентификационных исследований с использованием частных признаков (следы обуви, орудий взлома, следы зубов).

Цифровая фотограмметрия при меньшей абсолютной точности (0,05–0,15 мм) обладает существенными преимуществами в части экономичности, гибкости применения и качества цветопередачи, что делает ее предпочтительной для фиксации следовой обстановки в целом, а также для решения диагностических задач трасологии.

Оптимальной стратегией является комбинированное применение методов: фотограмметрия – для общей фиксации обстановки места происшествия и привязки следов в системе координат, 3D-сканирование – для детальной фиксации отдельных объемных следов, имеющих наибольшее доказательственное значение. Важно также отметить, что эффективность применения методов цифровой фиксации во многом зависит от квалификации специалиста, проводящего съемку, и от того, насколько грамотно выстроена модель использования полученных данных в процессе расследования [5].

Дальнейшее развитие методов цифровой фиксации должно сопровождаться разработкой единых методических рекомендаций и стандартов метрологического обеспечения, что повысит доказательственную ценность цифровых моделей в судебно-трасологической экспертизе.

Список литературы:

1. Криминалистическая техника: учебник для вузов / под ред. К. В. Коршунова. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 512 с. – (Высшее образование).

2. Багмет, А. М. Цифровые следы преступлений: монография / А. М. Багмет, В. В. Бычков, С. Ю. Скобелин, Н. Н. Ильин. – Волгоград: Волгоградская академия МВД России, 2024. – 287 с.

3. Посельская, Л. Н. Генезис частного криминалистического учения о следах в условиях развития цифровых технологий / Л. Н. Посельская // Вестник Московского университета. Серия 11, Право. – 2025. – № 3. – С. 88–97.

4. Виноградова, Е. В. Экспертные ошибки, допускаемые при исследовании традиционных и цифровых следов / Е. В. Виноградова // Теория и практика судебной экспертизы. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 56–65.

5. Воронков, Д. В. Модели использования следователем современных информационных источников ориентирующего и доказательственного значения / Д. В. Воронков // Актуальные проблемы российского права. – 2025. – № 12. – С. 77–82.