



УДК 343.982.35

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ
В ЦЕЛЯХ ФИКСАЦИИ ОБЪЕМНЫХ СЛЕДОВ
ШИН ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Андрей Игоревич Попов

Волгоградская академия МВД России,
Волгоград, Россия, popovandrey197978@gmail.com

Аннотация. Сегодня 3D-технологии активно развиваются и находят широкое применение в аэрокосмической, автомобильной, медицинской и других промышленных отраслях. Использование 3D-технологий дает ряд преимуществ перед традиционными способами решения вопросов, а в некоторых случаях открывает новые возможности для тех задач, которые раньше считались невыполнимыми. В статье речь идет о возможностях использования портативного 3D-сканера Calibry Mini для фиксации отображений объемных следов шин транспортных средств. Для этого были проведены эксперименты, по результатам которых был описан алгоритм действий эксперта по фиксации объемных следов шин транспортных средств. Далее был сделан сравнительный анализ отобразившихся идентификационных признаков на следообразующей поверхности исследуемой шины, 3D-модели, гипсовом слепке и распечатанной 3D-модели на 3D-принтере. Кроме того, был проведен правовой анализ применения технологии 3D-сканирования для фиксации следов шин в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

Ключевые слова: 3D-технологии, 3D-сканирование, 3D-моделирование, 3D-сканер Calibry Mini, объемные следы, шины транспортных средств

Для цитирования: Попов А. И. Возможности применения 3D-технологий в целях фиксации объемных следов шин транспортных средств // Судебная экспертиза. 2024. № 4 (80). С. 94–104.

**THE POSSIBILITIES OF USING 3D TECHNOLOGIES
IN ORDER TO FIX VOLUMETRIC TIRE TRACKS OF VEHICLES**

Andrey Igorevich Popov

Volgograd Academy of the Ministry of the Interior of Russia,
Volgograd, Russia, popovandrey197978@gmail.com

Abstract. Today, 3D technologies are actively developing and are widely used in aerospace, automotive, dental, medical and other industries. The use of 3D technologies provides a number of advantages over traditional ways of solving problems, and in some cases opens up new opportunities for those tasks that were previously considered impossible. In our article, we will talk about the possibilities of using a portable 3D scanner "Calibry Mini" to fix the displays of volumetric tire tracks of ve-

© Попов А. И., 2024



hicles. To do this, the authors conducted experiments based on the results, which described the algorithm of the expert's actions for fixing volumetric tire tracks of vehicles. Next, a comparative analysis of the displayed identification features was made on: the trace-forming surface of the tire under study, a 3D model, a plaster cast and a printed 3D model on a 3D printer. A legal analysis of the use of 3D scanning technology for fixing tire tracks in accordance with the current legislation of the Russian Federation was also carried out.

Keywords: 3D technologies, 3D scanning, 3D modeling, 3D scanner "Calibry Mini", volumetric tracks, vehicle tires

For citation: Popov A. I. The possibilities of using 3D technologies in order to fix volumetric tire tracks of vehicles. Forensic Examination, 94–104, 2024. (In Russ.).

Анализ следственной практики показал, что каждое третье преступление совершается с использованием транспортного средства. В ходе расследования таких преступлений следы шин имеют большое криминалистическое значение, так как при их обнаружении специалист-криминалист может установить ценную информацию о произошедшем событии. Полученные данные будут использованы для раскрытия и расследования преступления.

За последние годы активный рост цифровизации способствовал бурному развитию 3D-технологий. 3D-сканирование и 3D-моделирование стали активно входить во все сферы жизнедеятельности человека: они применяются в аэрокосмической отрасли, автомобилестроении, оборонной промышленности, медицине и сфере производства потребительских товаров. С развитием технологий 3D-печати открылась широкая область их применения в сфере промышленного производства.

В криминалистике 3D-технологии нашли свое применение в научных трудах П. В. Севастьянова, М. В. Беляева, Е. В. Пискуновой, И. Н. Горбулинской, Ю. Ю. Барбачковой, Е. В. Шавленко, И. С. Кацарского, И. Ю. Макарова, Я. Ю. Бондарева [1–8]. Авторами были изучены вопросы использования цифровых технологий в технико-криминалистическом обеспечении осмотра места происшествия, в частности цифровой фотограмметрии и перспективах ее применения. Однако исследований применения 3D-моделирования для фиксации отображений объемных следов шин транспортных средств на месте происшествия авторами не проводилось.

Известно, что оперативность раскрытия преступления зависит от полноты и качества фиксации следов на месте происшествия. Анализ экспертной практики показал, что при обнаружении объемных следов шин часто вместо изготовления гипсовых слепков следы фиксируются при помощи фотоаппарата. Однако фотографии отображений объемных следов не всегда передают полную следовую картину, что в дальнейшем приводит к невозможности качественного их исследования. Современные цифровые 3D-технологии сканирования и моделирования открывают новые возможности фиксации объемных следов методом бесконтактного сканирования, исключая угрозу их уничтожения, что позволяет получать точные 3D-модели объемных следов.

Возникает справедливый вопрос: «Каково правовое основание использования технологий 3D-сканирования?». Для того чтобы ответить на него, в первую очередь необходимо обратиться к Уголовно-процессуальному кодексу Российской



ской Федерации от 18 декабря 2001 г. № 174-ФЗ (далее – УПК РФ), где в ч. 6 ст. 164 говорится, что при проведении следственных действий для фиксации следов преступлений может применяться современная цифровая техника.

В статье 10 Федерального закона «О государственной судебно-экспертной деятельности» от 31 мая 2021 г. № 73-ФЗ¹ поясняется, что объектами судебной экспертизы могут быть все вещественные доказательства, добытые в ходе следственных действий. В статье 25 этого закона указано, что иллюстрации объектов исследования (к которым можно отнести сканированные 3D-материалы) прилагаются к заключению эксперта.

Исходя из сказанного, полагаем, что эксперту разрешается использование современной техники, в том числе 3D-сканеров, для решения поставленных перед ним задач.

Анализ криминалистической литературы показал, что ранее коллективом авторов ЭКЦ МВД России [7; 8] проводились исследования 3D-технологий. Авторы разработали криминалистическую классификацию 3D-сканеров, описали их возможности. Экспериментальным путем было установлено, что для криминалистических исследований оптимален метод бесконтактного сканирования с использованием 3D-сканера Calibry Mini.

В связи с изложенным было принято решение изучить возможности использования 3D-сканера Calibry Mini для фиксации отображений объемных следов протекторов шин транспортных средств.

3D-сканер Calibry Mini – это портативное (ручное) сканирующее устройство, действующее бесконтактным методом по технологии триангуляции и структурированного света (рис. 1) [8].



Рис. 1. 3D-сканер Calibry Mini

¹ О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации: федер. закон от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ (ред. 01.07.2021) // Справ.-правовая система «КонсультантПлюс». URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 24.09.2024).



Технические характеристики 3D-сканера Calibry Mini

Точность.....	до 0,07 мм
Разрешение.....	до 0,15 мм
Рабочее расстояние сканирования, мм.....	180–300 мм
Источник света.....	LED, синий свет
Скорость сбора данных.....	3 млн точек / с
Вес.....	0,9 кг
Размеры.....	85×165×273 мм
Сенсорный экран.....	4 дюйма
Программное обеспечение.....	
Допустимая температура воздуха для эксплуатации сканера.....	от +5 до +40 С°
Рабочий диапазон влажности для эксплуатации сканера.....	10–80 % (без образования конденсата)
Формат данных сканирования.....	stl

3D-сканер Calibry Mini подключается к стационарному персональному компьютеру (ПК) или ноутбуку при помощи специальных проводов с разъемом USB 3.0 и питания сети 220 вольт. Для работы с 3D-моделями следов и объектов рабочее место эксперта должно соответствовать следующим требованиям: монитор Full HD 1920×1080, четырехъядерный процессор от 3 GHz (восьмипоточный, с объемом оперативной памяти не менее 32 Гб), видеокарта последнего поколения не менее 4–8 Гб, дополнительный операционный носитель SSD-накопитель на 512 Гб или 1 ТБ с малым временем отклика, свободное место на диске не менее 50 Гб.

Принцип работы сканера. Поступательными движениями руки 3D-сканер Calibry Mini перемещается вокруг сканируемого объекта на удалении от 180 до 300 мм, в результате чего получается сложнопрофильная (полигональная) модель, с которой возможно работать в любой системе автоматизированного программирования.

Работа с 3D-сканером и последующая обработка полученных трехмерных моделей следов требует навыков использования специальной приборной базы, ПО Calibry Nest, конвертеров изображений, например Blender, а также влечет необходимость в соответствующем оснащении рабочего места эксперта. Трехмерные модели следов сохраняются в цифровых форматах STL, OBJ, PLY, WRL [7].

Для достижения поставленной цели нами была взята шина марки AMTEL PLANET-2P 175/70 R13 – 82H со следами эксплуатации (рис. 2). При изучении беговой дорожки было установлено, что рисунок протектора шины имеет среднюю степень износа с признаками выкрошенности и порезов протектора в виде углублений различной формы. Далее был выбран наиболее информативный участок шины, в котором имеется достаточное количество признаков, индивидуализирующих ее (рис. 3).



Рис. 2. Исследуемая шина марки AMTEL PLANET-2P 175/70 R13 – 82H



Рис. 3. Выбранный фрагмент беговой дорожки исследуемой шины

На выбранном участке влажного песка был образован статический объемный след качения (рис. 4).



Рис. 4. Объемный след протектора шины, образованный на влажном грунте фрагментом беговой дорожки исследуемой шины

Для осуществления процесса сканирования запускалась программа Calibry Nest, после чего проводилась калибровка сканера. Для этого на его экране нажималась клавиша «Начать». Используя калибровочный стенд, поставляемый в комплекте, выполнялись операции, отображающиеся на экране сканера. Далее на экране сканера в зависимости от сканируемого объекта подбирались соответствующие настройки (режим сканирования, яркость подсветки, частота получения текстурных кадров, уровень детализации).

В большинстве случаев для работы с объемными следами шин на грунте оптимальными настройками были следующие:

- яркость текстуры – 5 (рис. 5);
- частота текстурных кадров – 20 (рис. 5);



- вспышка – включена (рис. 6);
- выбор трекинга – по текстуре, маркерам или геометрии (рис. 7).

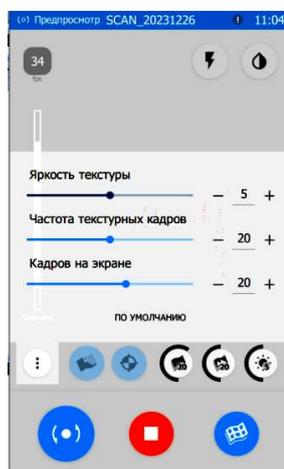


Рис. 5. Выбор яркости текстуры, частоты текстурных кадров



Рис. 6. Включение или выключение вспышки



Рис. 7. Выбор трекинга: по текстуре, маркерам или геометрии

Важно было проводить сканирование, контролируя правильное размещение сканера относительно сканируемого объекта. Движения должны быть плавными, расстояние до следа должно составлять 180–300 мм. Процесс сканирования контролировался по экрану сканера, обращалось внимание на то, чтобы сканируемый участок находился в зоне зеленого спектра. Полученный результат автоматически сохранялся в меню программы Calibry Nest.

Преобразование области сканированных точек в 3D-модель. После сканирования переходили к 3D-моделированию путем обработки отсканированного изображения для получения .stl-модели. В меню программы выбирали требуемый отсканированный файл, нажимали «Открыть», в результате чего открывалось изображение, представляющее собой облако точек. Для работы с полученным изображением в меню программы выбирали команду «Регистрация».

В итоге полное облако точек оказывалось наиболее приближенным к реальной поверхности сканируемого объекта. На этапе регистрации выполнялась процедура предварительной чистки, убирались шумы и данные, не имеющие отношения к сканированному объекту.

Далее активировалась команда «Финализация». При выполнении данной команды облако точек преобразовалось в полигональную модель, при этом необходимо было задать некоторые настройки алгоритмов: разрешение, заполнение отверстий, резкость, вырезание маркеров, фильтрация по размеру, перестройка сетки, упрощение, наложение текстуры (при необходимости).

Нужно учитывать, что выбор настроек для обработки отсканированного следа определялся в каждом отдельном случае индивидуально, в зависимости от текстуры, материала, цвета, поверхности и т. д. В отдельных случаях для построения 3D-модели необходимо было проводить несколько сессий сканиро-



вания. В результате 3D-модель объекта приходилось собирать из нескольких частей. Для этого открывалось несколько требуемых файлов, выбиралась команда «Выравнивание по точкам». На открывшихся изображениях отмечались одноименные участки, после чего выбиралась команда «Принять изменения».

В таком случае алгоритм множественной постобработки (рис. 8) выглядел следующим образом:

1. Простая постобработка каждой отдельной части объекта.
2. Склейка объекта из частей.
3. Множественная регистрация.
4. Множественная финализация.
5. Множественное текстурирование (при необходимости).

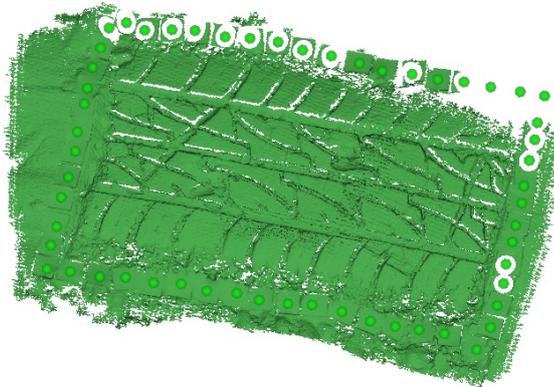


Рис. 8. Изображение следа после множественной постобработки

Следует отметить, что в данной программе, помимо команд для обработки результата сканирования, имеются вспомогательные функции: например, «измерительная линейка» позволяет измерить расстояние в миллиметрах между двумя выбранными точками на кадрах либо на модели.

После выполнения всех этапов обработки сканированного следа получали 3D-модель объемного следа отображения шины транспортного средства (рис. 9).

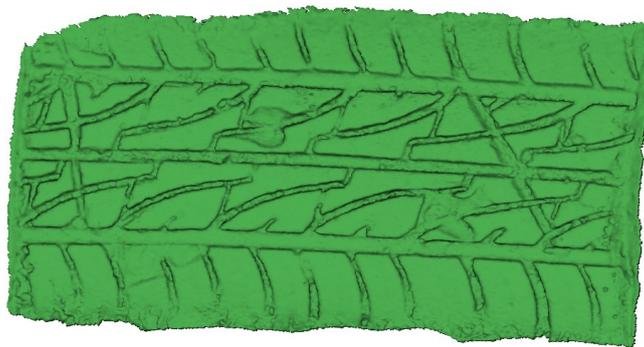


Рис. 9. 3D-модель объемного следа отображения шины транспортного средства



Далее необходимо было сохранить полученную модель в формате .stl. Для этого выбрана команда «файл» – сохранить результат в формате .stl – указывается место хранения.

В целях решения задачи пригодности следа для идентификации проводилось подробное изучение 3D-модели и оценивались отобразившиеся идентификационные признаки (рис. 10–13).



Рис. 10. След беговой дорожки фрагмента исследуемой шины

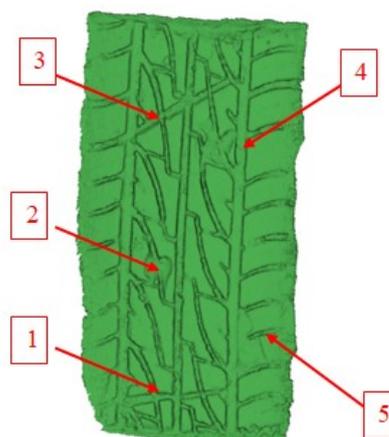


Рис. 11. 3D-модель объемного следа отображения исследуемой шины



Рис. 12. Гипсовый слепок, изготовленный со следа отображения исследуемой шины



Рис. 13. 3D-модель объемного следа отображения исследуемой шины, изготовленная на 3D-принтере

Проведенное исследование показало, что преимущество применения 3D-сканирования для фиксации объемных следов очевидно. Данная технология является неразрушающим методом, сканирование пылевых следов или следов, образованных на сыпучих поверхностях, например сухом песке, может прово-



даться экспертом многократно до получения качественной 3D-модели. Сканирование следа можно провести как фрагментарно, так и на всю длину окружности колеса, что дает впоследствии возможность более полного и тщательного его исследования. 3D-модель хранится на электронном носителе, упаковывается и изымается по правилам УПК РФ. Следы с нераскрытых мест преступлений могут передаваться, накапливаться и храниться в цифровом виде, также возможно создание электронных баз данных 3D-моделей.

Подводя итог проведенному исследованию, необходимо отметить, что применение 3D-сканирования допустимо для фиксации следов на месте происшествия и при производстве трасологической экспертизы следов шин транспортных средств. Внедрение 3D-сканирования в данную область значительно облегчит работу специалистов и экспертов при решении идентификационных и диагностических задач.

Список источников

1. Беляев М. В. Возможности трехмерного сканирования трасологических объектов // Судебная экспертиза: прошлое, настоящее и взгляд в будущее: материалы междунар. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург: С.-Петерб. ун-т МВД России, 2018. С. 34–39.
2. Бондарев Я. Ю. Информация о типах ручных сканеров и подробный разбор их применения в литейном производстве. URL: <https://i3d.ru/blog/brend-3d-printery-materialy/%20scantech/primenenieruchnykh-3d-skanerov-v-liteynom-proizvodstve> (дата обращения: 24.09.2024).
3. Горбулинская И. Н., Барбачкова Ю. Ю., Шавленко Е. В. О возможностях применения методов 3D-моделирования в ходе производства криминалистических экспертиз // Вестник экономической безопасности. 2018. № 1. С. 42–45.
4. Кацарский И. С. О цифровой фотограмметрии и перспективах ее применения // Геопрофи. 2006. № 3. С. 4–8.
5. Возможности применения метода 3D-микроскопического моделирования в ходе производства медико-криминалистических экспертиз огнестрельной травмы / И. Ю. Макаров, Н. Д. Гюльмамедова, В. Б. Страгис [и др.] // Судебно-медицинская экспертиза. 2019. № 4. С. 55–57.
6. Пискунова Е. В. Использование 3D-технологий в криминалистике и судебной экспертизе. (Реферативный обзор) // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 4: государство и право. 2014. № 4. С. 153–164.
7. Севастьянов П. В. Использование технологий 3D-моделирования при производстве судебных экспертиз: метод. пособие. Москва: ЭКЦ МВД России, 2022. 118 с.
8. Использование цифровых технологий в технико-криминалистическом обеспечении осмотров мест происшествий: практ. рекомендации / П. В. Севастьянов, В. И. Попов, С. В. Томчик [и др.]. Москва: ЭКЦ МВД России, 2022. 177 с.



References

1. Belyaev M. V. Possibilities of three-dimensional scanning of traceological objects. In: Forensic examination: past, present and a look into the future. Materials of the international scientific and practical conference. Saint Petersburg: St. Petersburg University of the Ministry of the Interior of Russia; 2018: 34–39. (In Russ.).
2. Bondarev Ya. Yu. Information about the types of hand-held scanners and a detailed analysis of their use in foundry production. Available from: <https://i3d.ru/blog/brend-3d-printery-materialy/%20scantech/primenenieruchnykh-3d-skanerov-v-liteynom-proizvodstve>. Accessed: 24 September 2024. (In Russ.).
3. Gorbulinskaya I. N., Barbachkova Yu. Yu., Shavlenko E. V. On the possibilities of using 3D modeling methods during the production of forensic examinations. Bulletin of Economic Security, 42–45, 2018. (In Russ.).
4. Katsarsky I. S. On digital photogrammetry and the prospects of its application. Geoprofi, 4–8, 2006. (In Russ.).
5. Makarov I. Yu., Gulmamedova N. D., Stragis V. B. (et al.) Possibilities of using the 3D microscopic modeling method during the production of medical and forensic examinations of a gunshot injury. Forensic medical examination, 55–57, 2019. (In Russ.).
6. Piskunova E. V. The use of 3D technologies in criminology and forensic examination. (Abstract review). Social and humanitarian sciences. Domestic and Foreign literature. Series 4: State and Law, 153–164, 2014. (In Russ.).
7. Sevastyanov P. V. The use of 3D modeling technologies in the production of forensic examinations. A methodological guide. Moscow: Forensic Centre of the Ministry of Internal Affairs of Russia; 2022: 118. (In Russ.).
8. Sevastyanov P. V., Popov V. I., Tomchik S. V. (et al.) The use of digital technologies in the technical and forensic support of inspections of accident sites. Practical recommendations. Moscow: Forensic Centre of the Ministry of Internal Affairs of Russia; 2022: 177. (In Russ.).

Попов Андрей Игоревич,

старший преподаватель кафедры трасологии и баллистики
учебно-научного комплекса
экспертно-криминалистической деятельности
Волгоградской академии МВД России;
popovandrey197978@gmail.com

Popov Andrey Igorevich,

senior lecturer of the department of traceology and ballistics
of the training and scientific complex of expert-criminalistic activity
of the Volgograd Academy of the Ministry of the Interior of Russia;
popovandrey197978@gmail.com



Статья поступила в редакцию 23.10.2024; одобрена после рецензирования 07.11.2024; принята к публикации 15.11.2024.

The article was submitted 23.10.2024; approved after reviewing 07.11.2024; accepted for publication 15.11.2024.

* * *