



Научная статья
УДК 343.98



Исследование обстоятельств выстрела с помощью метода трехмерной фотограмметрии

А. В. Полякова

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского, Россия, 603950, г. Нижний Новгород, просп. Гагарина, д. 23

Полякова Анастасия Васильевна, старший преподаватель кафедры судебной экспертизы, anastasia.poliakova811@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0256-2432>

Аннотация. Введение. Перспективным направлением в судебно-экспертной практике является применение метода трехмерного моделирования объектов в целях установления обстоятельств, имеющих значение для уголовного дела. **Теоретический анализ.** Для получения трехмерной модели в качестве источника информации могут служить фотографии, полученные в ходе производства различных следственных действий. Методом, который позволяет осуществлять автоматизированное построение трехмерных моделей по снимкам объекта, является фотограмметрия. В качестве основных данных в трехмерной фотограмметрии следует выделить элементы внешнего и внутреннего ориентирования, координаты на фотографии, пространственные координаты. **Эмпирический анализ.** Для построения трехмерной модели были использованы фотоизображения с места происшествия, представленные на судебно-баллистическую экспертизу для установления соответствия/несоответствия ситуации, излагаемой обвиняемым, подозреваемым, объективному механизму происшествия. Отражены основные стадии построения модели в программе трехмерной фотограмметрии Agisoft Metashape. Исходя из представленных на экспертизу процессуальных документов, на трехмерной модели были отражены предполагаемое расположение стрелявшего и потерпевшего, направление выстрелов со слов обвиняемого, а также вероятное направление выстрелов в соответствии с раневыми каналами и обстановкой. **Обсуждение результатов.** Существенные достоинства трехмерной фотограмметрии: не требует дорогостоящего и сложного оборудования, оперирует фотоснимками, полученными в ходе следственных действий, строится вся область объекта в кадре, позволяет синтезировать данные из различных источников. Однако качество получаемых моделей зависит от количества фотографий и соблюдения правил измерительной и панорамной съемки объектов. Также важно, чтобы эксперт обладал навыками работы с программными средствами построения трехмерных моделей по фотоизображениям, мог вносить корректировки на каждом этапе. **Выводы.** Отражена возможность производства трехмерной реконструкции события преступления и решения задач не только в рамках судебно-баллистических, но и тех родов, с которыми она может быть в комплексе.

Ключевые слова: 3D-моделирование, 3D-модель, фотограмметрия, трехмерная фотограмметрия, обстоятельства выстрела, судебно-баллистическая экспертиза

Для цитирования: Полякова А. В. Исследование обстоятельств выстрела с помощью метода трехмерной фотограмметрии // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2022. Т. 22, вып. 2. С. 205–209. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2022-22-2-205-209>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Investigation of the circumstances of the shooting using three-dimensional photogrammetry

A. V. Polyakova

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 23 Prospekt Gagarina (Gagarin Avenue), Nizhny Novgorod 603950, Russia

Anastasiia V. Polyakova, anastasia.poliakova811@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0256-2432>

Abstract. Introduction. A promising direction in forensic practice is the use of three-dimensional modeling of objects to establish the circumstances relevant to the criminal case. **Theoretical analysis.** Photographs taken during the investigation could be used as a source of information to derive a three-dimensional model. Photogrammetry is a method that allows for the automated construction of three-dimensional models from images. The main data in three-dimensional photogrammetry should be the elements of external and internal orientation, coordinates in the photograph, and spatial coordinates. **Empirical analysis.** To build a three-dimensional model, photos from the crime scene submitted for forensic firearm examination were used to determine whether the situation described by the accused, suspect, corresponded to the objective mechanism of the accident. The main stages of model building in 3D photogrammetry software Agisoft Metashape were reflected. Based on the procedural documents submitted for examination, the three-dimensional model reflected the alleged location of the shooter and the victim, and the direction of the shots from the defendant's words, as well as the likely direction of the shots in accordance with the wound channels



and the situation. **Discussion of results.** There are essential advantages of three-dimensional photogrammetry: it does not require expensive and complex equipment, operates with photographs obtained during the investigation, constructs the whole area of an object in the frame, and allows for synthesizing data from various sources. However, the quality of the resulting models depends on the number of photographs and compliance with the rules of measurement and panning of objects. It is also important that the researcher skilled in the use of software tools to build three-dimensional models from photographic images is able to make adjustments at each stage. **Conclusions.** The possibility of producing a three-dimensional reconstruction of the crime and solving problems not only within forensic firearm examination, but also those kinds, with which it can be combined, is reflected.

Keywords: 3D modelling, 3D model, photogrammetry, 3D photogrammetry, shooting circumstances, forensic firearm examination

For citation: Polyakova A. V. Investigation of the circumstances of the shooting using three-dimensional photogrammetry. *Izvestiya of Saratov University. Economics. Management. Law*, 2022, vol. 22, iss. 2, pp. 205–209 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2022-22-2-205-209>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

Перспективным направлением в судебно-экспертной практике является применение метода трехмерного моделирования объектов с целью установления обстоятельств, имеющих значение для уголовного дела.

На современном этапе применение технологий 3D-сканирования видится при фиксации различных объектов судебной экспертизы и технологий 3D-моделирования при производстве судебных экспертиз.

В качестве средства фиксации различных объектов и предметов преступления, а также обстановки места происшествия в целом (например, фиксации поверхностей тела человека, нанесенных огнестрельных повреждений с целью установления оружия, оставившего следы, а также реконструкции обстоятельств применения огнестрельного оружия) используются системы 3D-сканирования.

Теоретический анализ

Преимущества использования 3D-методов в судебной баллистической экспертизе при решении задач идентификации огнестрельного оружия по следам на снарядах и гильзах нельзя отрицать. Качество изучаемых в ходе экспертизы общих и частных признаков, а также дальнейшего сравнительного исследования детерминированы характеристиками сканирующего устройства, реализованного в автоматизированных баллистических идентификационных комплексах (АБИС). АБИС последнего поколения имеют возможность получения 3D-изображений, что позволяет не только повысить информативность и качество полученных изображений, но и более точно производить поиск объектов по заданным признакам. К существующим системам трехмерной баллистической визуализации относятся баллистический сканер «POISC», АБИС Трах3D, EvoFinder и ALIAS, которые содействуют экспертам в объективизации и эффективности сравнения признаков в следах

наряду с использованием сравнительного микроскопа. Применение технологий 3D-моделирования представляется наиболее целесообразным в ходе решения ситуационных задач как моноэкспертиз, так и комплексных исследований.

Основной задачей 3D-моделирования является получение реалистичного конечного изображения с последующей возможностью его визуализации. Одним из методов получения трехмерных изображений выступает фотограмметрия. На основании двух и более фотоизображений, изготовленных в различных положениях, определяются пространственные координаты объекта. Затем на них определяются идентичные точки и проводится линия от положения виртуальной камеры до этой точки на объекте. По пересечению лучей определяется расположение точек в пространстве.

Фотограмметрия представляет собой процесс создания 3D-моделей из нескольких изображений объекта, сфотографированного с разных углов, и позволяет определять размеры, положения, формы и другие характеристики объектов. Первоначально метод фотограмметрии получил распространение в картографии и геодезии. В дальнейшем он стал применяться при создании геоинформационных систем, при проектировании и строительстве, создании спецэффектов в кино, археологических раскопках, проектировании протезов в медицине, в криминалистике и т.п.

При использовании фотограмметрии возможны четыре основных типа данных, которые могут быть как заданными, так и искомыми:

- элементы внешнего ориентирования – определяют положение и направление съемки фотокамеры в пространстве;
- элементы внутреннего ориентирования – определяют характеристики камеры и процесса съемки;
- координаты на фотографии – определяют положение точек объекта на фотоснимке;
- пространственные координаты – определяют положение точек объекта в пространстве [1, с. 275].



Эмпирический анализ

В качестве объекта моделирования выступили фотоизображения с места происшествия, представленные на судебно-баллистическую экспертизу, с целью решения вопроса «Могли ли выстрелы, в результате которых образованы повреждения у гражданина М., быть произведены при обстоятельствах, указанных обвиняемым А. в ходе допроса в качестве подозреваемого, обвиняемого и в ходе проверки показаний на месте?».

Построение модели осуществлялось с помощью программного обеспечения трехмерной фотограмметрии Agisoft Metashape в четыре этапа:

1) определение параметров внешнего и внутреннего ориентирования камер. После загрузки фотографий в Metashape программа автоматически определяет положение и ориентацию камеры для каждого кадра и строит разреженное облако точек;

2) построение плотного облака точек. На втором этапе Metashape строит плотное облако точек, используя рассчитанные положения камер. Плотное облако точек можно отсечь/исключить и классифицировать;

3) создание трехмерной поверхности. По плотному облаку точек строится полигональная модель. Есть два метода построения: построение карты высот – для поверхностей, как рельеф, и произвольный метод – для любых типов поверхностей. Полученную модель можно редактировать прямо в Metashape или экспортировать;

4) построение текстуры для полигональной модели [2, с. 5–6]. Для повышения качества текстур в Metashape есть функция автоматической оценки фотографии. Программа может рекомендовать исключить некоторые изображения из редактора создания текстуры, что существенно повысит качество текстуры итоговой модели.

Исходя из расположения раневых каналов на трупe убитого, расположения трупа на месте происшествия, взаиморасположения огнестрельного повреждения на двери в комнату бани, обнаружения трех стреляных гильз, показаний обвиняемого о производстве трех выстрелов в гражданина М., на трехмерной модели были отражены предполагаемое расположение стрелявшего и потерпевшего, направление выстрелов, со слов обвиняемого, а также вероятное направление выстрелов в соответствии с раневыми каналами и обстановкой.

Сопоставляя направление раневого канала одного сквозного повреждения на трупe и

расположение огнестрельного повреждения на двери в каминную комнату бани, можно предположить, что направление линии выстрела могло быть справа налево и несколько сверху вниз (как показано пунктирной стрелкой), дульный срез огнестрельного оружия находился за пределами расстояния близкого выстрела, так как следы близкого выстрела не были обнаружены на теле и одежде потерпевшего (рисунок).

Следовательно, выстрелы, в результате которых образованы огнестрельные повреждения на теле гражданина М., не могли быть произведены при обстоятельствах, указанных обвиняемым в ходе допроса в качестве подозреваемого, обвиняемого и в ходе проверки показаний на месте.

Обсуждение результатов

Полученные в ходе проведения исследования результаты позволили сформировать представления о достоинствах метода трехмерной фотограмметрии при решении диагностической задачи судебно-баллистической экспертизы: получение трехмерной модели не требует дорогостоящего и сложного оборудования; числовую и графическую информацию об объекте можно получить бесконтактным путем и в случае, когда объект непосредственно недоступен для эксперта; оперирует фотоснимками, полученными в ходе следственных действий либо судебной экспертизы; строится вся область объекта, попадающая в кадр; отражает размеры, положение, формы и другие характеристики по фотоизображениям объектов, а также позволяет синтезировать данные из различных источников.

Однако применение данного метода связано с тем, что сотрудники экспертных подразделений обязаны обладать знаниями, умениями и навыками работы с различными компьютерными программами и техническими средствами получения трехмерных изображений. Анализ основанных на реальных данных 3D-моделей поверхности тела трупа, его внутренних повреждений, вещной обстановки места происшествий требует значительного опыта. На этапе построения моделей может возникнуть необходимость внесения корректировок для получения более качественной и полной модели (например, исключить виртуальную камеру, отсечь некоторые совокупности точек), что также требует от специалиста умений работать с инструментами программного обеспечения. Несмотря на то что количество времени при фиксации может быть сокращено за счет применения современных технологий,



Скриншот трехмерной модели, полученной в программе Agisoft Metashape (пунктирными линиями и овалами указаны обстоятельства выстрела, полученные из представленных на экспертизу процессуальных документов, и направление выстрела, установленное в ходе экспертизы)

Figure. Screenshot of the three-dimensional model obtained in Agisoft Metashape (the dotted lines and ovals indicate the circumstances of the shot obtained from the procedural documents submitted to the examination and the direction of the shot established during the examination)

построение все еще занимает много времени. Кроме того, качество получаемых моделей зависит от количества фотографий и соблюдения правил измерительной и панорамной съемки объектов. Часть информации может быть потеряна из-за низкого качества фотографий.

Использование лазерного сканирования и фотограмметрии позволяет провести первоначальные исследования трехмерных данных в ходе непосредственного осмотра места происшествия. Полученные изображения и модели могут быть вовлечены в процесс решения идентификационных и диагностических задач судебно-баллистической экспертизы. С помощью фотограмметрического исследования и лазерного сканирования множества точек рисуется

3D-модель геометрии места происшествия, в которую возможно интегрировать данные из других источников (например, снимков МРТ, визуализирующих внутренние повреждения), модели подозреваемого и потерпевшего. В дальнейшем возможно создание динамичных сцен взаимодействия объектов (например, систем «стрелявший – потерпевший», «стрелявший – преграда»), где каждая модель может быть перемещена и двигаться в сцене.

Технология сканирования поверхности очень удобна и может быть применена после короткого времени внедрений и обучения. Она может быть использована для фиксации объектов от очень малого до крупного размера и, следовательно, является подходящим инструментом для реконструкции места преступления.



Выводы

Полученные трехмерные модели, соответствуя объективным характеристикам созданных объектов, могут быть интегрированы в производство следственных действий, судебных экспертиз, а также продемонстрированы в судебном заседании как подтверждение фактических данных, установленных в ходе расследования преступления, для наглядности тех исследований, которые проведены с участием лиц, обладающих специальными знаниями. Используя метод трехмерной фотограмметрии, возможно осуществлять реконструкцию события преступления «всё в одном», что подчеркивают необходимость совершенствования системы информационно-компьютерного обеспечения судебно-баллистической экспертизы, расширение арсенала методов приемами и технологиями работы с трехмерными объектами в судебно-экспертной деятельности в целом.

Поступила в редакцию 06.11.2021; одобрена после рецензирования 09.12.2021; принята к публикации 10.12.2021
The article was submitted 06.11.2021; approved after reviewing 09.12.2021; accepted for publication 10.12.2021

Список литературы

1. Назаров А. С. Фотограмметрия : учеб. пособие. Минск : ТетраСистемс, 2006. 368 с.
2. Руководство пользователя Agisoft Metashape Professional Edition, версия 1.5 : [Электронный ресурс]. URL: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_5_ru.pdf (дата обращения: 13.09.2021).

References

1. Nazarov A. S. *Fotogrammetriya* [Photogrammetry]. Minsk, TetraSistems Publ., 2006. 368 p. (in Russian).
2. *Rukovodstvo pol'zovatelya Agisoft Metashape Professional Edition, versiya 1.5 [Elektronnyj resurs]*. (Agisoft Metashape User Manual Professional Edition, Version 1.5). Available at: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_5_ru.pdf (accessed 13 September 2021) (in Russian).