

<http://dx.doi.org/10.19048/2411-8729-2019-5-2-42-48>

• Received: 21.03.2019 • Accepted: 21.05.2019

**Для цитирования:** Зорин Ю. В., Лузанова И. С., Светлолобов Д. Ю., Шигеев С. В. Применение ИК-спектрометрии в производстве медико-криминалистических экспертиз для решения идентификационных задач бюро судебно-медицинской экспертизы. *Судебная медицина*. 2019;5(2):42-48.

<http://dx.doi.org/10.19048/2411-8729-2019-5-2-42-48>.

**For reference:** Zorin Yu. V., Luzanova I. S., Svetloolobov D. Yu., Shigeev S. V. Infrared spectrometry application in production of medico-criminalistic examinations during the process of solving forensic medical examination bureau tasks. *Sudebnaya meditsina=Russian Journal of Forensic Medicine*. 2019;5(2):42-48. (In Russ.)

<http://dx.doi.org/10.19048/2411-8729-2019-5-2-42-48>.

**Декларация о финансовых и других взаимоотношениях:** Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы благодарны анонимным рецензентам за полезные замечания. Конфликт интересов отсутствует.

**Declaration of financial and other relationships:** The study had no sponsorship. Authors are solely responsible for submitting the final manuscript to print. All authors participated in the development of the concept of the article and the writing of the manuscript. The final version of the manuscript was approved by all authors. The authors are grateful to anonymous reviewers for helpful comments. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИК-СПЕКТРОМЕТРИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕДИКО-КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ЗАДАЧ БЮРО СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

© Ю. В. Зорин, И. С. Лузанова\*, Д. Ю. Светлолобов, С. В. Шигеев

ГБУЗ г. Москвы «Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Российская Федерация

**Аннотация:** Материал посвящен вопросу практического применения ИК-спектрометрии при проведении диагностических и идентификационных исследований. Метод используется для исследования вещественных доказательств в комплексе с традиционными медико-криминалистическими методами. В качестве примеров приведены случаи из экспертной практики.

**Ключевые слова:** ИК-спектрометрия, физико-химические методы анализа, спектры веществ, состав и структура вещества

## INFRARED SPECTROMETRY APPLICATION IN PRODUCTION OF MEDICO-CRIMINALISTIC EXAMINATIONS DURING THE PROCESS OF SOLVING FORENSIC MEDICAL EXAMINATION BUREAU TASKS

© Yu. V. Zorin, I. S. Luzanova\*, D. Yu. Svetloolobov, S. V. Shigeev

Bureau of Forensic Medical Examination of the Department of Health of the City of Moscow, Moscow, Russian Federation

**Abstract:** Material is devoted to the question of infrared spectrometry practical application when conducting diagnostic and identification testings. The method is used to research material evidences in combination with traditional medico-criminalistic methods. Cases from practice are given as examples.

**Keywords:** Infrared spectrometry, physical and chemical methods of the analysis, ranges of substances, composition and structure of substance

**ЛУЗАНОВА Ирина Сергеевна** – к.б.н., заведующая отделением физико-химических исследований ГБУЗ г. Москвы «Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения города Москвы» [Irina S. Luzanova, Cand. Sci. (Biol.), main place of work: Bureau of Forensic Medical Examination of the Department of Health of the City of Moscow, 3 Tarnyi dr., Moscow, 115513, Russian Federation] • 115513, г. Москва, Тарный пр-д, д. 3 • +7(495) 322-51-25 • speklab@list.ru

В ходе расследования и раскрытия преступлений практически всегда следователем ставятся вопросы, относящиеся к процессу криминалистической идентификации тех или иных орудий травмы.

При этом эксперты изучают, как правило, несколько сторон сущности объекта. Вывод о наличии/отсутствии тождества определенного объекта как того же самого в его различных проявлениях делают на основании выявления совокупности признаков, индивидуальных для данного

объекта. Под признаками при этом понимают наличие определенных свойств, равно как и их отсутствие, которыми обладает большая часть объектов, подобных идентифицируемому.

По сложившейся экспертной практике в подавляющем большинстве медико-криминалистических отделений бюро судебно-медицинской экспертизы при проведении диагностических и идентификационных исследований эксперты основное внимание уделяют морфологическим

признакам исследуемых объектов: внешнему виду объекта, наличию инородных включений или наслоений, повреждений, физическим свойствам объекта и т. д.

При этом часто не учитывают, что внешний вид и физические свойства объекта могут меняться в зависимости от конкретных условий (внешних воздействий и временных промежутков). Поэтому они и не могут служить серьезным основанием для положительного решения вопроса тождества. В таких случаях для криминалистической идентификации будет важна информация о структуре и составе материала вещественных доказательств, которая стабильна во времени и отличается обширностью и полнотой [1].

Известны случаи, когда не удается решить вопрос тождества путем сопоставления различных орудий и инструментов по оставленным ими следам давления, удара, резания на «носителе следов» традиционными методами медико-криминалистической идентификации орудий травмы. Для решения подобных задач большое значение приобретает использование дополнительных инструментальных физико-химических методов анализа, например при исследовании частиц посторонних веществ на «носителе следов» и сравнении их со структурой или составом идентифицируемого объекта.

В Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения г. Москвы на протяжении длительного периода с этой целью используется исследование вещественных доказательств традиционными медико-криминалистическими методами в комплексе с методами определения химического состава вещества и его структуры.

Одним из самых информативных методов для изучения строения вещества и сравнения объектов по составу материала является молекулярная инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия). Это обусловлено тем, что ИК-спектр поглощения – уникальная характеристика свойств любого химического соединения. В области от  $1600\text{ см}^{-1}$  до  $400\text{ см}^{-1}$  инфракрасный спектр является уникальным. По аналогии с дактилоскопией эту область называют областью «отпечатков пальцев» химических веществ. Природа распорядилась так, что не существует двух соединений с различающимися структурами, но с одинаковыми ИК-спектрами, за исключением оптических изомеров.

Методом ИК-спектроскопии можно исследовать вещества, находящиеся в различных агрегатных состояниях. Метод позволяет исследовать объекты без разрушения, что является неоспоримым преимуществом перед другими методами анализа. При наличии различных приставок для аппаратуры ИК-спектроскопическому анализу могут быть подвергнуты любые вещественные доказательства – органические и неорганические соединения, изделия, биологические объекты и пр. [2].

Следует отметить и то, что результаты исследования носят объективный, не зависящий от субъективных восприятий эксперта характер. Также применение метода практически не изменяет свойства исследуемого объекта, после исследования возможно проведение повторных экспертиз для подтверждения результатов.

В качестве положительного примера такого комплексного подхода к решению подобных вопросов предлагаем вниманию два случая из экспертной практики отдела специальных лабораторных исследований Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения г. Москвы.

#### Случай 1.

В процессе расследования уголовного дела о поведении следователь назначил экспертизу и направил на исследование:

– препарат кожи с фрагментом странгуляционной борозды, изъятый от трупа А;

– «петлю-веревку», изъятую при осмотре места происшествия, поставив при этом вопрос: «наличие наложений на странгуляционной борозде».

Таким образом, в распоряжение эксперта были предоставлены фрагмент странгуляционной борозды трупа А. и «петля-веревка» (рис. 1).

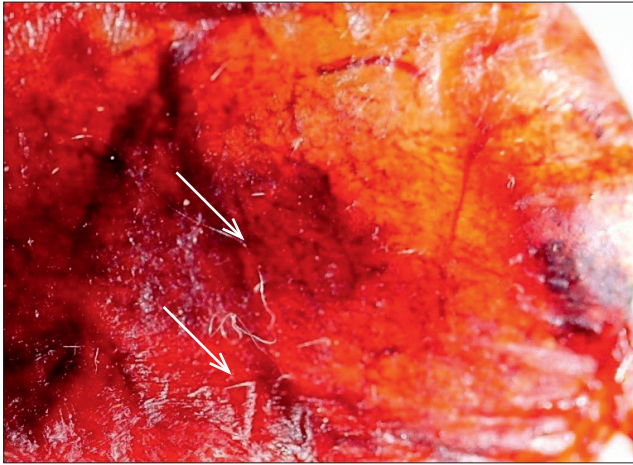
Судебно-медицинский эксперт медико-криминалистического отделения, руководствуясь существующей методикой проведения подобных исследований [3], подробно описав морфологические признаки повреждения, при стереомикроскопическом исследовании на поверхности борозды обнаружил два полупрозрачных волокна белого цвета, длиной 15 мм и 20 мм, по внешнему виду напоминающие волокна, из которых изготовлена «петля-веревка».

Ранее обнаруженные в подобных случаях волокна изымали, помещали на предметные стекла и передавали следователю. В данном случае руководителем отделения физико-химических исследований было решено провести сравнительное исследование обнаруженных волокон и волокон «петли-веревки» методом молекулярной ИК-спектроскопии с использованием оборудования, установленного в отделении.



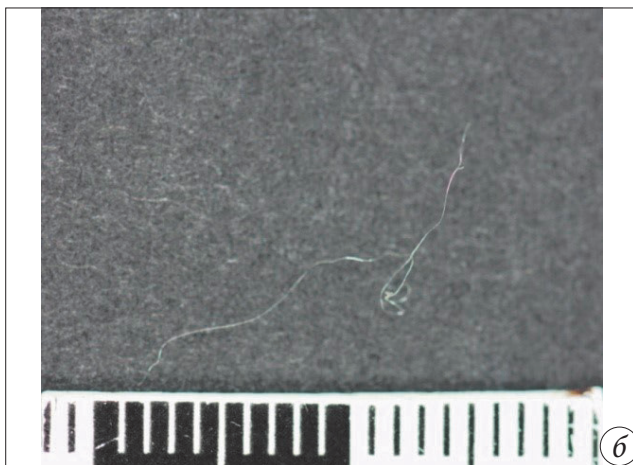
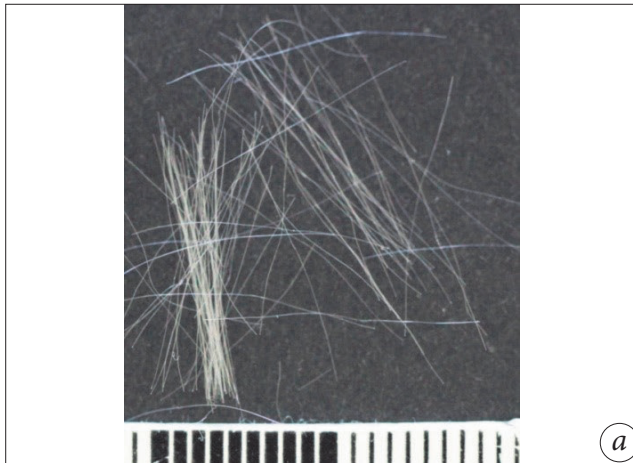
Рис. 1. Препарат кожи с фрагментом странгуляционной борозды, изъятый от трупа А (а), и общий вид «петли-веревки», представленной на исследование (б)

Fig. 1. Skin preparation with a fragment of strangulation furrow, seized from corpse A (a), and a general view of the «loop-rope», presented for the study (b)



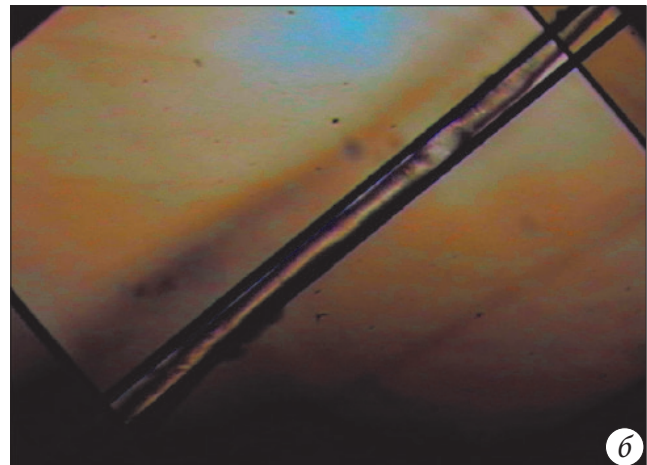
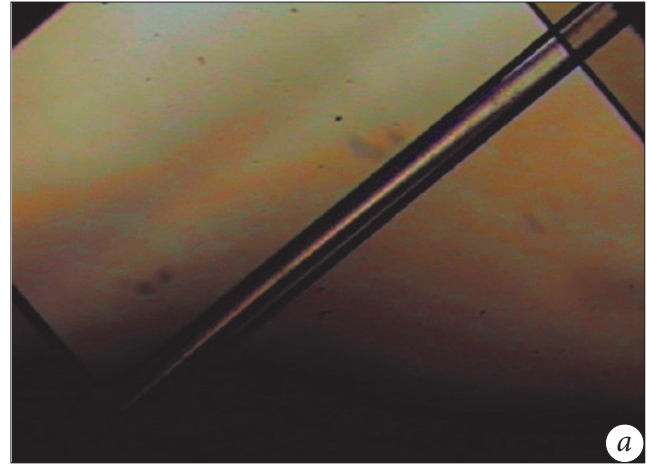
**Рис. 2.** Волокна, обнаруженные на поверхности препарата кожи в области странгуляционной борозды (указаны стрелками)

**Fig. 2.** Fibers found on the surface of the skin preparation in the region of strangulation furrow (indicated by arrows)



**Рис. 3.** Волокна «петли-веревки», представленной на исследование (а), и волокно, обнаруженное на поверхности препарата кожи с фрагментом странгуляционной борозды (б)

**Fig. 3.** Fibers «loop-rope», presented to the study (a), and the fiber found on the surface of the skin preparation with a fragment of strangulation furrow (b)



**Рис. 4.** Внешний вид участков «петли-веревки» (а) и волокна из раны (б), с которых снимали ИК-спектр

**Fig. 4.** Appearance of the «loop-rope» sections (a) and wound fibers (b), from which the IR spectrum was taken

Исследовали следующие объекты:

- волокна длиной 15 мм от свободного конца «петли-веревки», изъятые с помощью ножниц, – образец № 1;
- волокно, изъятое с поверхности носителя след-отпечатка – препарата кожи с фрагментом борозды, – образец № 2 (рис. 3).

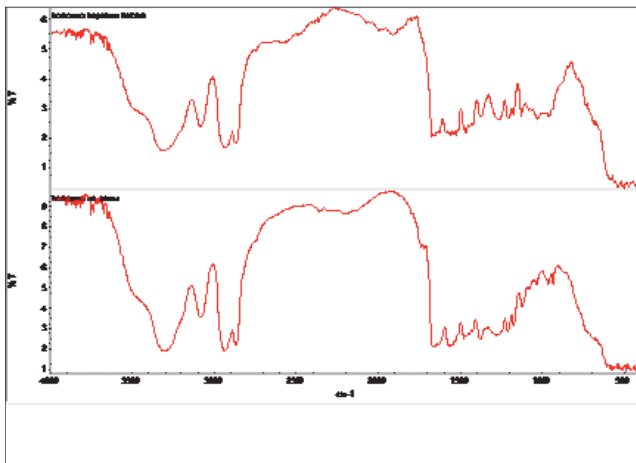
Целью исследования было определение химического состава волокон «петли-веревки» и волокон, обнаруженных на препарате кожи с фрагментом странгуляционной борозды, и его сравнения для установления возможной принадлежности волокон ранее единому целому, а именно «петле-веревке».

Анализ проводили на однолучевом инфракрасном ИК-Фурье-спектрофотометре FTIR-Spectrometers Varian 660-IR (Австралия) с использованием ИК-микроскопа модели Varian 610-IR (Австралия) в диапазоне волновых чисел 4000–650 см<sup>-1</sup> с разрешением 2 см<sup>-1</sup>, количество сканирований – 32.

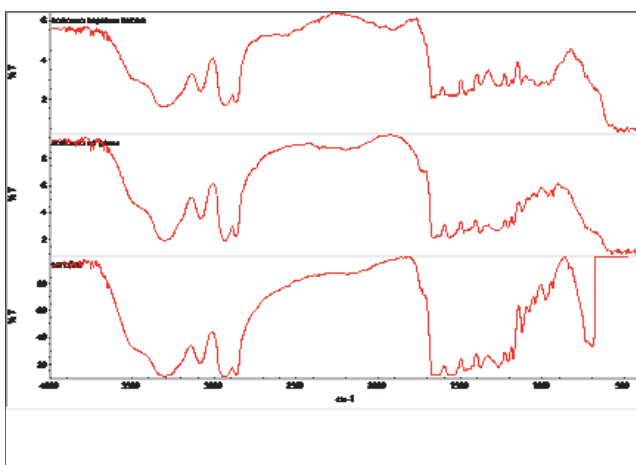
Для снятия спектра на исследуемых образцах выбирали участки, одинаковые по форме и площади.

Внешний вид участков, с которых снимали спектр, представлен на рис. 4.

Спектр образца № 1 и спектр образца № 2 имели основные полосы поглощения на следующих длинах волн: 498,03; 535,86; 1021,74; 1124,42; 1202,91; 1268,87; 1371,60; 1460,27; 1541,37; 1669,24; 2861,73; 2930,92; 3079,79 и 3308,19 см<sup>-1</sup>. Спектры по наличию полос, их взаимному



**Рис. 5. ИК-спектры образца № 1 (верхний спектр) и образца № 2 (нижний спектр)**  
**Fig. 5. IR spectra of sample No. 1 (upper spectrum) and sample No. 2 (lower spectrum)**



**Рис. 6. Результат поиска по библиотекам спектров (верхний спектр – образец № 1, средний спектр – образец № 2, нижний спектр – библиотечный спектр химического соединения нейлон)**  
**Fig. 6. Search result for spectral libraries (the upper spectrum is sample No. 1, the average spectrum is sample No. 2, the lower spectrum is the library spectrum of the chemical compound nylon)**

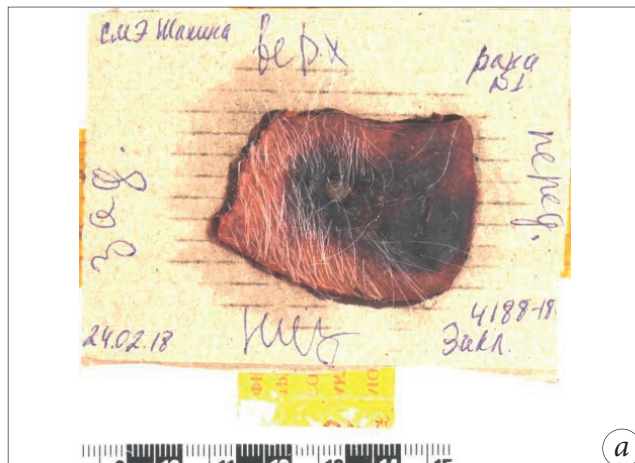
положению и относительной интенсивности практически совпали между собой (рис. 5).

Совпадение спектров указывает на то, что образцы №№ 1 и 2 изготовлены из материала одинакового химического состава.

Далее с помощью специализированной компьютерной программы был осуществлен поиск по имеющимся в отделении физико-химических исследований библиотекам спектров индивидуальных и смесевых веществ, содержащих в своем составе от двух до четырех различных компонентов.

В результате поиска спектры образцов №№ 1 и 2 по наличию полос, их взаимному положению и относительной интенсивности совпали с достоверностью 89,0 % со спектром химического соединения, которое относится к классу синтетических полиамидов с торговым названием нейлон (nylon). Данное соединение преимущественно используют для производства волокон.

Результат поиска представлен на рисунке 6.



**Рис. 7. Препараты кожи с раной № 1 правой височной области (а) и правой области шеи с раной № 2 (б)**  
**Fig. 7. Skin preparations with wound No. 1 of the right temporal region (a) and of the right neck area with wound No. 2 (b)**

Таким образом, при исследовании методом инфракрасной спектроскопии было установлено, что волокно «петли-веревки», представленной на исследование, и волокно, обнаруженное на поверхности препарата кожи с фрагментом странгуляционной борозды, изготовлены из материала одинакового химического состава, а именно нейлона. Волокно, обнаруженное на поверхности препарата кожи с фрагментом странгуляционной борозды, могло являться частью веревки, из которой была сделана петля.

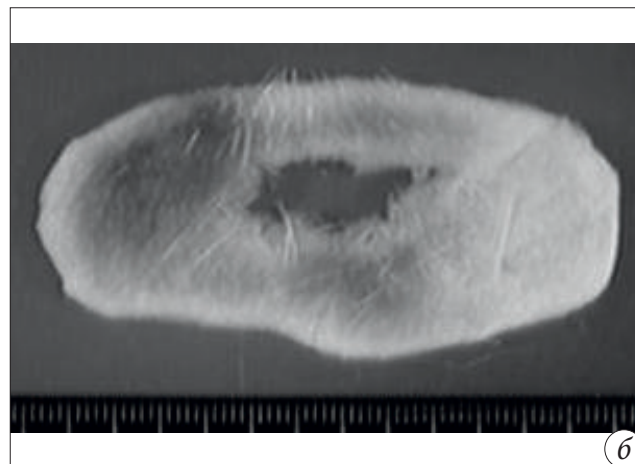
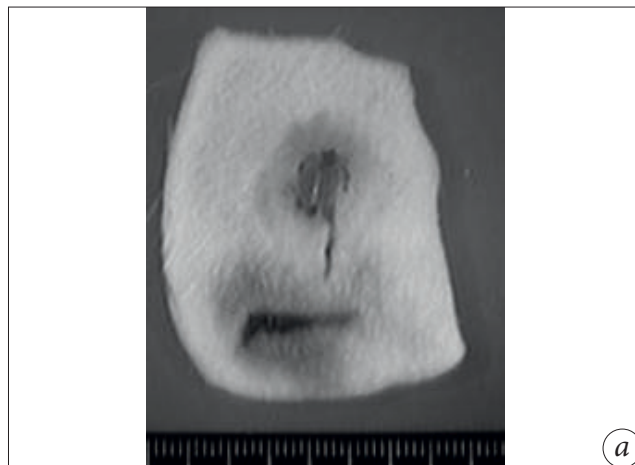
#### **Случай 2.**

В ходе расследования уголовного дела об убийстве следователю было необходимо подтвердить или опровергнуть показания подозреваемого об обстоятельствах совершения им преступления.

Из постановления следователя известно: «... обнаружен труп Ш. с признаками насильственной смерти в виде ранений в области шеи справа и правой височной области...».

Из протокола допроса: «Сначала ударил ножом в область шеи, вышел покурить на балкон. Когда вернулся с балкона, выстрелил в область виска. Нож выкинул в мусоропровод».

На разрешение эксперта следователем поставлен вопрос: «характеристика травмирующего предмета». Дополнительно врач, проводивший исследование трупа, ставит вопрос о механизме образования повреждения на препарате кожи с раной № 2.



**Рис. 8. Препараты кожи с ранами №№ 1 (а), 2 (б) после восстановления в дистиллированной воде**  
**Fig. 8. Skin preparations with wounds No. 1 (a), 2 (b) after recovery in distilled water**

**Рис. 9. Восстановленные в воде препараты кожи с ранами №№ 1 (а), 2 (б) при осмотре в ИК-лучах**  
**Fig. 9. Reconstituted skin preparations with wounds No. 1 (a), 2 (b) when viewed in the infrared rays**



**Рис. 10. Препарат кожи с раной № 2 после восстановления в растворе Ратневского-1**  
**Fig. 10. Skin preparation with wound No. 2 after recovery in Ratnevsky-1 solution**

**Рис. 11. Частица оранжевого цвета, обнаруженная в стенке раны № 2**  
**Fig. 11. The orange particle found in the wall of the wound No. 2**

На исследование в отдел специальных лабораторных исследований БСМЭ г. Москвы поступают: препарат кожи височной области с раной № 1, изъятый от трупа Ш.; препарат кожи правой области шеи с раной № 2, изъятый от трупа Ш.; резиновая пуля, обнаруженная в теле Ш. (в конце раневого канала раны № 1) (рис. 7).

Так же, как и в первом случае, судебно-медицинский эксперт медико-криминалистического отделения, руководствуясь существующей методикой проведения подобных исследований, восстановив препараты в дистиллированной воде (рис. 8) и растворе Ратневского-1 (рис. 10), подробно описывает морфологические признаки повреждений,



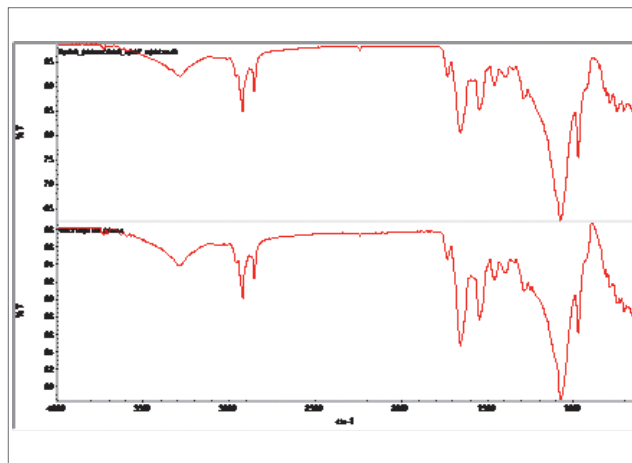
**Рис. 12. Резиновая пуля (а), обнаруженная в теле Ш., представленная на исследование, и дефект на ее поверхности (б)  
Fig. 12. The rubber bullet (a) found in the body of Sh., submitted for examination, and the defect on its surface (b)**

проводит стереомикроскопические и рентгенологические исследования, осматривает препараты в ИК- и УФ-лучах спектра. При этом находит на рентгенограмме по краям раны № 1 три округлые мелкие частицы металлической плотности, размерами до 0,1 мм, и не находит частиц металлической плотности в краях раны № 2.

При визуальном исследовании представленных препаратов кожи с ранами №№ 1 и 2 эксперт каких-либо инородных частиц, в том числе пороха, не находит. При исследовании в ИК-лучах (рис. 9) эксперт наблюдает участки слабого поглощения ИК-лучей. При исследовании в УФ-лучах какого-либо люминесцентного свечения не наблюдается.

Полученные в результате исследования данные позволили эксперту подтвердить сделанный танатологом категорический вывод о том, что рана № 1 на препарате кожи является огнестрельной входной, и вероятностный вывод относительно раны № 2.

Учитывая, что при стереомикроскопическом исследовании после восстановления препарата в растворе Ратневского-1 в стенках раны № 2 обнаружили частицу круглой формы оранжевого цвета диаметром 0,5 мм и частицу треугольной формы, размерами 1×0,5 мм, с ровными гранями и шероховатой поверхностью (рис. 11), было решено провести сравнительное исследование химического состава обнаруженных частиц и резиновой пули, изъятая в конце раневого канала раны № 1 (рис. 12),



**Рис. 13. ИК-спектры образца № 1 (верхний спектр) и образца № 2 (нижний спектр)  
Fig. 13. IR spectra of sample No. 1 (upper spectrum) and sample No. 2 (lower spectrum)**

методом молекулярной ИК-спектроскопии в отделении физико-химических исследований БСМЭ г. Москвы.

Объекты исследования: резиновая пуля, изъятая из тела Ш. (в конце раневого канала раны № 1), – образец № 1; частица оранжевого цвета, изъятая из стенки раны № 2, – образец № 2.

Спектральный анализ проводили на однолучевом инфракрасном ИК-Фурье-спектрофотометре FT-Spectrometers Varian 660-IR (Австралия) с использованием приставки НПВО для микрообразцов с кристаллом ZnSe в диапазоне волновых чисел 4000–650 см<sup>-1</sup> с разрешением 4 см<sup>-1</sup>, количество сканирований – 64.

Спектр образца № 1 и спектр образца № 2 имели основные полосы поглощения на следующих длинах волн: 702,75; 743,72; 786,01; 966,47; 1071,02; 1285,47; 1392,19; 1454,14; 1542,08; 1652,46; 1727,19; 2849,94; 2918,58 и 3285,45 см<sup>-1</sup>. Спектры по наличию полос, их взаимному положению и относительной интенсивности практически совпали между собой.

Внешний вид спектров представлен на рис. 13.

Совпадение спектров указывает на то, что материал частицы оранжевого цвета, изъятая из стенки раны № 2, и материал резиновой пули, изъятая в конце раневого канала раны № 1, имеют одинаковый химический состав. Из этого следует, что частица оранжевого цвета, изъятая из стенки раны № 2, является частью резиновой пули, аналогичной резиновой пуле, изъятая в конце раневого канала раны № 1.

Этот факт позволил сделать эксперти-химику вывод о том, рана № 2 является огнестрельной и могла быть причинена выстрелом из огнестрельного оружия ограниченного поражения патроном, снаряженным резиновой пулей, аналогичной резиновой пуле, изъятая в конце раневого канала раны № 1.

После ознакомления с заключением обвиняемый согласился с выводами экспертизы и сообщил в своих показаниях действительные обстоятельства совершения преступления, которые затем подтвердились и другими доказательствами по делу.

#### ♦ Выводы

Приведенные примеры демонстрируют возможность получения дополнительных объективных данных о свойствах исследуемых объектов и, следовательно, играют значимую роль при формировании научно обоснованных выводов с высокой степенью категоричности и однознач-

ности. Также они доказывают необходимость повсеместного внедрения инструментальных физико-химических методов анализа в повседневную экспертную практику судебно-медицинских экспертных учреждений.

◇ ЛИТЕРАТУРА

1. Митричев В. С. Методические вопросы криминалистической идентификации физическими, химическими и биологическими методами. *Материалы второго научно-практического семинара*. 1969;1:31-44.
2. Robotham С., Тихомиров С. В. Возможности современных ИК-Фурье-микроскопов в судебном и криминалистическом лабораторном анализе. *Судебно-медицинская экспертиза*. 2012;2:50-52.

3. В. В. Томилин, ред. *Медико-криминалистическая идентификация. Настольная книга судебно-медицинского эксперта*. М.: НОРМА-ИНФРА; 2000.

◇ REFERENCES

1. Mitrichev V. S. Metodicheskie voprosy kriminalisticheskoi identifikatsii fizicheskimi, himicheskimi i biologicheskimi metodami. *Materialy vtorogo nauchno-prakticheskogo seminar*. 1969;1:31-44. (In Russ.)
2. Robotham С., Tikhomirov S. V. Vozmozhnosti sovremennykh IK-Furye-mikroskopov v sudebnom i kriminalisticheskom laboratornom analize. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 2012;2:50-52. (In Russ.)
3. Tomilin V. V., ed. *Mediko-kriminalisticheskaya identifikatsiya. Nastolnaya kniga sudebno-meditsinskogo eksperta*. Moscow: NORMA-INFRA; 2000. (In Russ.)

Для корреспонденции

**ЗОРИН Юрий Васильевич** – судебный эксперт-химик отделения физико-химических исследований ГБУЗ г. Москвы «Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения города Москвы» [Yurii V. Zorin, Bureau of Forensic Medical Examination of the Department of Health of the City of Moscow] • **115513, г. Москва, Тарный пр-д, д. 3** • +7(495) 322-51-25 • colonel957@rambler.ru

**ЛУЗАНОВА Ирина Сергеевна** – к.б.н., заведующая отделением физико-химических исследований ГБУЗ г. Москвы «Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения города Москвы» [Irina S. Luzanova, Cand. Sci. (Biol.), Bureau of Forensic Medical Examination of the Department of Health of the City of Moscow] • **115513, г. Москва, Тарный пр-д, д. 3** • +7(495) 322-51-25 • speklab@list.ru

**СВЕТЛОЛОбОВ Дмитрий Юрьевич** – судебно-медицинский эксперт отделения физико-химических исследований ГБУЗ г. Москвы «Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения города Москвы» [Dmitrii Yu. Svetlolobov, Bureau of Forensic Medical Examination of the Department of Health of the City of Moscow] • **115513, г. Москва, Тарный пр-д, д. 3** • +7(495) 322-51-25 • dsvetlolobov@gmail.com

**ШИГЕЕВ Сергей Владимирович** – д.м.н., начальник ГБУЗ г. Москвы «Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения города Москвы» [Sergei V. Shigeev, Dr. Sci. (Med.), Bureau of Forensic Medical Examination of the Department of Health of the City of Moscow] • **115513, г. Москва, Тарный пр-д, д. 3** • +7(495) 322-51-25 • shigeev@mail.ru