



по правилам обработки результатов косвенных измерений. Исходя из этого, предлагаем ввести в курс «Математика и информатика» раздел по изучению погрешностей прямых и косвенных измерений для курсантов и студентов, обучающихся по специальности «Судебная экспертиза».

Список литературы

1. Об обеспечении единства измерений : федер. закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. *Кокин А. В., Ярмак К. В.* Судебная баллистика и судебно-баллистическая экспертиза : учебник. М., 2014. 382 с.
3. *Тартаковский Д. Ф., Гальцев Ю. В., Гарманов В. В.* Измерения в криминалистике : методические основы (о юридической силе результатов измерений). СПб., 2010. 124 с.

Metrological Aspects of Forensic Ballistic Research

O. R. Matov

Saratov State University,
83, Astrakhanskaya str., Saratov, 410012, Russia
E-mail: oleg.matov@mail.ru

A. V. Stalmakhov

Saratov State University,
83, Astrakhanskaya str., Saratov, 410012, Russia
E-mail: stalmahov@sgu.ru

УДК 343.98

КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ФОНОВОГО СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЧАСТИЦ, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ ПРОДУКТОВ ВЫСТРЕЛА

А. М. Захаревич

кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией диагностики наноматериалов и структур, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: lab-15@mail.ru

С. Б. Вениг

доктор физико-математических наук, профессор по кафедре материаловедения, технологии и управления качеством, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: sergey.venig@gmail.com

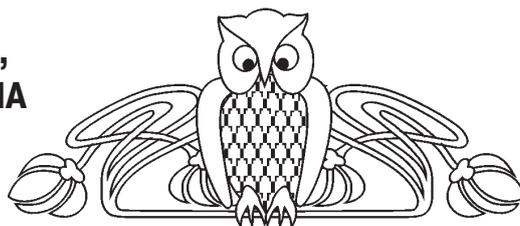
Введение. В работе рассматривается содержание в фоне химических элементов, характерных для продуктов выстрела. Были исследованы проблемы распространения этих

Introduction. Conducting forensic ballistic investigations often involve changes to the results of which depend on the findings in many ways. According to local legislation, these measurements must meet certain requirements. **Theoretical analysis.** Analyzed compliance with the diagnostic techniques of forensic ballistic investigations homemade firing device for assigning it to firearms requirements of the Federal Law «On ensuring the uniformity of measurements». It is shown that the existing methodology is flawed, since it is in contradiction with the current metrological rules are not determined by random and systematic errors. **Conclusions.** It is proposed to either abandon the statistical processing of the measurement results and not to use the concept of the mean value, or increase the number of measurements for correct statistical treatment of results.

Key words: forensic ballistics, metrology, accuracy, calibration of measuring instruments.

References

1. Ob obespechenii edinstva izmereniy: federal'nyi zakon ot 26.06.2008 № 102-FZ (red. ot 13.07.2015) (On uniformity of measurements. Federal law of 26.06.2008 № 102-FZ (an edition of 13.07.2015)). *ATP «Consultant»* [electronic resource].
2. *Kokin A. V., Yarmak K. V. Sudebnaia ballistika i sudebno-ballisticheskaya ekspertiza* [Forensic ballistics and forensic ballistic examination. Textbook]. Moscow, 2014. 382 p.
3. *Tartakovskiy D. F., Galtsev Yu. V., Garmanov V. V. Izmereniia v kriminalistike: metodicheskie osnovy (o iuridicheskoi sile rezul'tatov izmerenii)* [Measurements in criminology: methodological foundations (of the validity of the results of measurements)]. St. Petersburg, 2010. 124 p.



элементов и частиц в городской среде. Определялись элементы и частицы, характерные только для продуктов выстрела. **Методика исследования.** Пробы брались на различных участках местности и с различных поверхностей. Образцы собирались только в твердом виде. Места сбора связаны с частотой нахождения рядом с ними людей и вероятностью обнаружения веществ, похожих на продукты выстрела. Исследование проводилось методами электронной микроскопии. **Экспериментальная часть.** По собранным образцам были получены изображения морфологии и химический элементный состав выбранных участков. Была установлена возможность обнаружения продуктов выстрела по: а) разности качественного состава химических элементов



выстрела и окружающего фона; б) отсутствию в фоне частиц с круглой формой, обладающих определенными размерами и элементарным составом, характерным для выстрела. **Обсуждение результатов.** Отмечена зависимость содержания фона от места изъятия проб. В связи с этим установлена необходимость изъятия проб для исследований не только с места происшествия, но и с окружающей обстановки. Определены внешний вид и химический состав частиц, характерных для продуктов выстрела.

Ключевые слова: частицы продуктов выстрела, анализ следов продуктов выстрела, продукты выстрела.

DOI: 10.18500/1994-2540-2016-16-2-205-209

Введение

Задача нахождения следов выстрела из огнестрельного оружия на месте происшествия непосредственно связана с изучением фона среды около места происшествия. Окружающий фон необходим для выявления в изъятых образцах веществ, не несущих информации о выстреле. Для учета влияния фоновых веществ необходимо провести сбор образцов как с места происшествия, так и рядом с ним.

В данной работе исследуется вопрос распространения частичек веществ, характерных для продуктов выстрела, в окружающей среде. Проводятся сравнения образцов, взятых рядом с местом производства выстрела, окружающей обстановки и окружающей территории. Проводится определение веществ, характерных только для продуктов выстрела, определяются их химический элементный состав и форма поверхности.

Методика исследования

Исследование образцов проводилось методами электронной микроскопии. Измерения морфологии во вторичных электронах и химического элементного состава поверхности были проведены с использованием автоэмиссионного сканирующего электронного микроскопа MIRA 2 LMU, оснащенного системой энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 350. Исследования проводились при ускоряющем напряжении 20 кэВ в вакууме порядка 10^{-2} Па по методике, описанной в работе [1].

Изъятие образцов проводилось с твердых поверхностей с помощью марлевого тампона. Изымались только твердые вещества в виде частиц. При помощи вакуумной двухсторонней углеродной проводящей липкой ленты с тампонов были собраны частички образцов, которые далее исследовались методами электронной микроскопии.

Для исследования фона были взяты образцы из различных мест города, наиболее часто

посещаемых людьми, так как вместе с пылью и грязью на одежде могут переноситься различные частицы веществ, в том числе и те, которые схожи с частицами продуктов выстрела. В городе сбор образцов проводился со следующих мест: бордюр дороги на оживленном перекресте (А); стена дома на оживленной улице (Б); проходная лестница популярного рынка (В); перрон железнодорожного вокзала (Г); проходной коридор железнодорожного вокзала (Д); железнодорожные пути рядом с рельсами (Е).

Для получения образцов с характерными для продуктов выстрела частицами был проведен следующий эксперимент. В помещении, где часто производились выстрелы в пулеуловитель, были собраны образцы с предметов обстановки помещения, расположенных сбоку и сзади от направления выстрела в радиусе около 1 метра: с предметов обстановки помещения рядом с местом выстрела (Ж); с пола рядом с местом выстрела (З); с пола рядом с местом выстрела, расстояние от точки выстрела около 1 м (И).

Кроме того, были собраны контрольные образцы с чистого тампона (образец Л) и из помещения (образец М), где не было произведено ни одного выстрела.

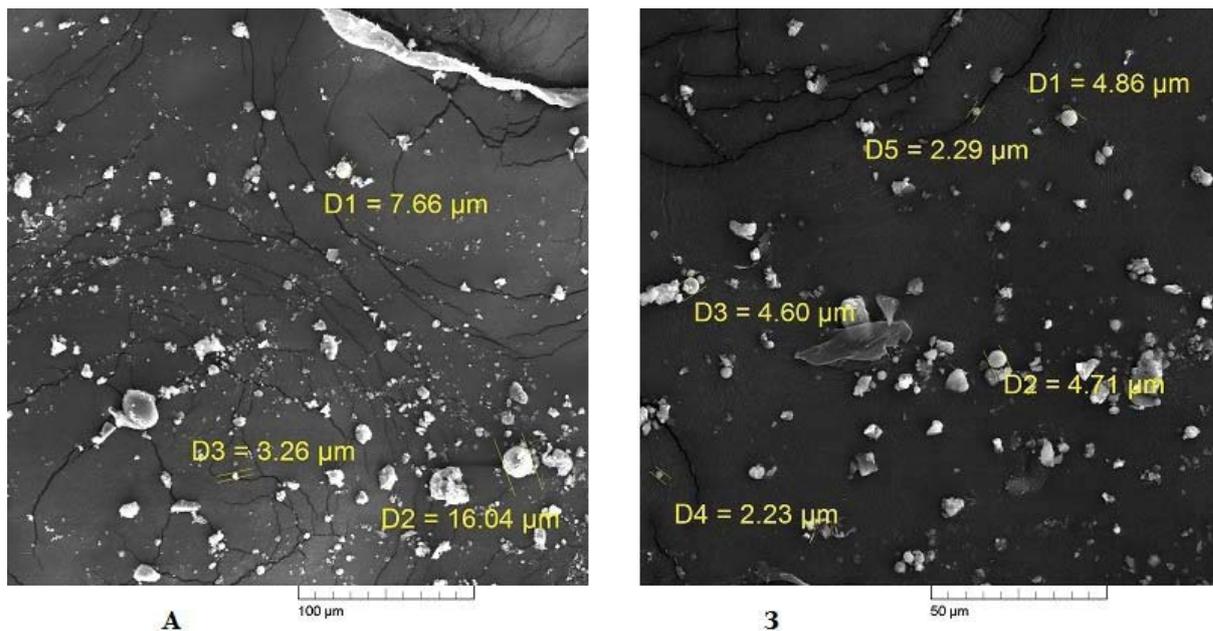
Далее проводились сравнения полученных результатов.

Экспериментальная часть

Исследование формы частиц фона в городе и фона внутри помещения, где был выстрел, выявило характерное отличие образцов. Они различаются наличием в образцах с места выстрела частиц сферической формы диаметром от 1 до 10 мкм (рисунок). Такие частицы можно найти на любых поверхностях помещения и окружающей обстановки с места выстрела. Во время выстрела выделяется большое количество энергии, способное оплавить металлические частицы и придать им сферическую форму. Частички разлетаются в разные стороны от места выстрела и оседают на поверхностях помещения и обстановки.

На образцах с различных мест города можно найти сферические частицы, однако их размеры заметно отличаются друг от друга даже в пределах одного образца. Кроме того, такие частицы, как правило, облеплены более мелкими частицами различной формы, что усложняет поиск сферических частиц.

Для определения различий между веществами, собранными около места выстрела и с различных мест города, был произведен химический элементный анализ образцов (таблица). Особое внимание уделено сферическим частицам.



Изображение морфологии частичек во вторичных электронах. Для образцов: А – с бордюра дороги на оживленный перекресте; Б – с пола рядом с местом выстрела

Сравнительная таблица характерных результатов химического элементного анализа исследуемых образцов

	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe	Cu	Zn	Sn	Sb	Ba	Pb
А	63,17	5,92	3,07	5,73	10,77		1,87	1,66	5,32		3,4						
Б	76,93			3,13	8,62				4,11	4,26	2,94						
В	60,24			6,81	20,92			5,94	4,85		1,25						
Г	64,53	1,35	2,41	3,1	6,32	3,05	2,16	1,11	11,2		2,76	2,71					
Д	64,34		1,92	4,21	14,98		1,37	1,32	9,35		2,52						
Е	13,8			0,84	5,47		0,72	0,62	0,73		77,84						
Ж	45,47			23,29		0,83		5,39								18,91	6,12
З	41,62			13,03	1,27	1,9		4,18						0,26		22,4	15,34
И	38,88			0,94	1,22	1,32						5,14		37,45	3,25		11,8
К	47,68	1,39	1,81	3,48	12,15	5,36	0,92	4,41	13,77		5,29	1,08	2,66				
Л	63,63								36,37								
М	62,06	2,71	1,79	3,26	10,6		3,52	1,04	7,41		1,59	5,48					

Примечание. А – бордюр дороги на оживленный перекресте; Б – стена дома на оживленной улице; В – проходная лестница популярного рынка; Г – перрон железнодорожного вокзала; Д – проходной коридор железнодорожного вокзала; Е – железнодорожные пути, рядом с рельсами; Ж – на предмете обстановки помещения рядом с местом выстрела; З – с пола рядом с местом выстрела; И – с пола рядом с местом выстрела, расстояние от точки выстрела около 1 м; К – сверху над местом выстрела, с предмета обстановки помещения; Л – контрольный образец с чистого тампона; М – контрольный образец из помещения, где не было произведено ни одного выстрела. Результаты представлены с учетом вычета углерода.

В результате исследования образцов А – Е окружающего фона было установлено, что химический состав их различен и заметно варьируется

между собой. В образце Е было обнаружено повышенное содержание Fe, что, вероятно, связано с большим количеством ржавчины рядом с



местом сбора. Исследование этого образца было интересно в том смысле, что частицы ржавчины могут принимать сферические формы и тем самым быть похожими по форме на частицы продукта выстрела. В образце Б было найдено вещество, содержащее Ti, что связано с окраской стены в белый цвет, так как известно, что белая краска часто содержит оксиды Ti. Кроме того, в данном образце полностью отсутствует Na и Cl, в отличие от других образцов. В образце В полностью отсутствует Cl.

Выявлено отличие частичек с произвольной и сферической формой для образцов А – Е. На частицах с произвольной формой практически отсутствует S и Cu, а на частицах сферической формы можно найти эти элементы. Вероятно, некоторые соединения меди и серы могут образовывать сферические формы, например медный купорос.

В результате исследования образцов Ж – К с места выстрела и сравнения с результатами исследования образцов А – Е окружающего фона были установлены химические элементы, характерные только для выстрела: Zn, Sn, Sb, Ba, Pb. Также были установлены химические элементы, которые можно отнести к фоновым: O, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe. Кроме этого, был выявлен элемент, не характерный ни для фона, ни для выстрела, – Ti.

Сравнительный анализ позволил выявить химические элементы, которые редко встречаются в окружающем фоне, но часто обнаруживаются рядом с местом выстрела: S и Cu. Из этого можно сделать вывод: при частом обнаружении большого количества относительно фоновое содержание частичек, содержащих S и Cu, эти химические элементы наиболее характерны для продуктов выстрела, поэтому для более верного обнаружения следов выстрела необходимо искать сферические частицы, содержащие Zn, Sn, Sb, Ba, Pb. Совершенно противоположная ситуация для Na и Cl. Эти химические элементы могут быть обнаружены в некоторых местах окружающего фона, поэтому их с большой вероятностью можно отнести к фоновым элементам.

Обсуждение результатов

В результате проведенного исследования было установлено фоновое содержание химических элементов продуктов выстрела, изъятых с места выстрела. Это наиболее распространенные в окружающей среде химические элементы O, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe, которые условно можно назвать фоновыми химическими элементами. Были определены элементы, характерные только

для продуктов выстрела, – Zn, Sn, Sb, Ba, Pb. Они практически не распространены в окружающей среде, что позволяет использовать их для идентификации следов выстрела. Были определены элементы, которые могут вызвать сомнения при обнаружении следов выстрела, – S, Cu, Na, Cl. Причем S и Cu с большей вероятностью можно отнести к продуктам выстрела, а Na и Cl – к фоновым элементам.

Исследование формы частичек собранных образцов как фона, так и рядом с местом выстрела позволило установить различие между ними, которое заключается в присутствии в образцах, изъятых с места выстрела, сферических частичек размером от 1 до 10 мкм, содержащих химические элементы, характерные для продуктов выстрела. В образцах из окружающего фона таких частичек не было обнаружено, там присутствуют частицы сферической формы, но они не содержат элементов, характерных для выстрела.

Таким образом, показано, что продукты выстрела широко не распространены в окружающей человека среде и обстановке. Это позволяет надежно их идентифицировать по химическому элементному составу и форме частиц. При осмотре места происшествия необходимо собирать образцы для исследования фона с различных объектов окружающей среды, поскольку их фон может сильно отличаться.

Список литературы

1. Федоренко В. А., Захаревич А. М., Биленко Д. И., Вениг С. Б., Гвоздкова Л. С. Исследование продуктов дальнего выстрела с помощью растрового электронного микроскопа // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. 2012. Т. 12, вып. 3. С. 72–76.

Quality Analysis of Background Microparticles Characteristic of the Product Shot

A. M. Zakharevich

Saratov State University,
83, Astrakhanskaya str., Saratov, 410012, Russia
E-mail: lab-15@mail.ru

S. B. Wenig

Saratov State University,
83, Astrakhanskaya str., Saratov, 410012, Russia
E-mail: sergey.wenig@gmail.com

Introduction. The paper deals with the content of chemical elements in the background, typical for product shots. The propagation problems of those elements and particles in the city environment were investigated. The typical elements and particles



only for product shots were defined. **Methodology of the study.** Samples were taken at different sites and with different terrain surfaces. Samples were collected only in a solid form. Collection sites related to the frequency of finding the people around them and the probability of detection of substances similar shot products. The study was conducted by electron microscopy. **Experimental part.** Morphology images and chemical elemental composition of collected samples were obtained. It was found possible to detect product shots by: a) the difference in the qualitative composition of chemical elements shot and ambient background; b) in the absence of background particles from a circular shape having a certain size and the elemental composition of the characteristic shot. **Discussion of the results.** There was a dependence of the content of the background space Sampling. In this regard, the necessity of withdrawal of samples for studies not only the

scene, but also environmental accident situation. Appearance and chemical composition of the particles typical for shot products were determined.

Key words: particle product shots, analysis of traces of product shots, product shots.

References

1. Fedorenko V. A., Zaharevich A. M., Bilenko D. I., Venig S. B., Gvozdikova L. S. Issledovanie produktov dal'nego vystrela s pomosh'iu rastrovogo elektronnoho mikroskopa [Research of products of a distant shot by means of a scanning electronic microscope]. *Izv. Saratov Univ. (N.S.), Ser. Economics. Management. Law*, 2012, vol. 12, iss. 3, pp. 72–76.

УДК 343.98.065

КОНЦЕПЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ УНИКАЛЬНОСТИ НАБОРОВ СОВПАДАЮЩИХ ТРАСС ВО ВТОРИЧНЫХ СЛЕДАХ НА ВЫСТРЕЛЕННЫХ ПУЛЯХ

В. А. Федоренко

кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий лабораторией криминалистического материаловедения, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail: fed77@yandex

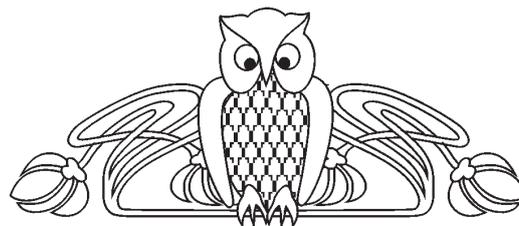
О. А. Мыльцина

ассистент кафедры теории вероятностей, математической статистики и управления стохастическими процессами, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
E-mail:

Введение. Рассмотрена модель оценки вероятности случайного совмещения во вторичных следах наборов трасс. Целью исследования является разработка количественных критериев обоснования категорического положительного вывода о криминалистическом тождестве сравниваемых следов и, в частности, критериев формирования приоритетного списка по результатам автоматического поиска по массиву цифровых изображений следов. **Теоретическая часть.** Для моделирования использовались двумерные изображения следов полей нарезков. Получены формулы для оценки вероятности случайного совпадения трасс как без учета серий из подряд следующих трасс, так и с их учетом. **Экспериментальная часть.** По разработанным формулам проведены расчеты, показана зависимость вероятности события от числа трасс в сравниваемых следах, а также от серий из подряд совпадающих трасс. **Заключение.** Показана принципиальная возможность оценки вероятности случайного совмещения наборов трасс (степени уникальности комплексов совпадающих признаков) и ее использования на практике.

Ключевые слова: идентификация оружия, следы на пулях, цифровые изображения, условная вероятность, бинаризация изображений.

DOI: 10.18500/1994-2540-2016-16-2-209-213



Введение

Оценка уникальности наборов совмещенных трасс в следах на пулях опирается на практический опыт эксперта и, по сути, является его субъективным решением. Отсутствие методики такой оценки создает проблемы для объективного обоснования категорических положительных выводов. Следствием этого является проблема корректного формирования приоритетного списка по результатам автоматического поиска, проведенного баллистическими идентификационными системами (АБИС).

В настоящее время количественными условиями обоснования криминалистического тождества являются критерии, предложенные А. Биазотти в методе «последовательно совпадающих трасс» (CMS), в дальнейшем развитом Дж. Мюрдоком, Б. Мораном и др. [1]. Суть данного метода заключается в подсчете числа серий с последовательно совпадающими трассами и числа трасс в каждой серии. В соответствии с данной методикой для обоснования категорического положительного вывода для двумерных изображений требуется серия не менее чем из 8 последовательно совпадающих трасс или двух