



УДК 343.9

## МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ СУДЕБНО-БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**О. Р. Матов**

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры материаловедения, технологии и управления качеством, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского  
E-mail: oleg.matov@mail.ru

**А. В. Стальмахов**

доктор физико-математических наук, проректор по административной деятельности и управлению персоналом, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского  
E-mail: stalmahov@sgu.ru

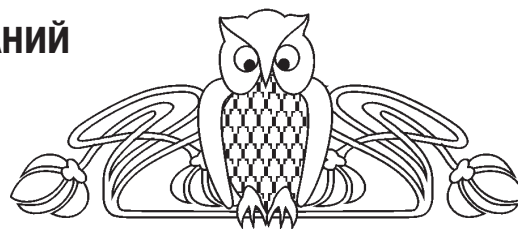
**Введение.** Проведение судебно-баллистических исследований часто сопряжено с измерениями, от результатов которых во многом зависят выводы. Согласно законодательству Российской Федерации, эти измерения должны соответствовать определенным требованиям. **Теоретический анализ.** Анализируется соответствие методики диагностического судебно-баллистического исследования самодельного стреляющего устройства на предмет отнесения его к огнестрельному оружию требованиям Федерального закона «Об обеспечении единства измерений». Показано, что существующая методика является некорректной, так как находится в противоречии с действующими метрологическими правилами: не определяются случайные и систематические погрешности. **Выводы.** Предлагается либо отказаться от статистической обработки результатов измерений и не использовать понятия среднего значения, либо увеличить число измерений для корректной статистической обработки результатов.

**Ключевые слова:** судебная баллистика, метрология, погрешность, поверка средств измерений.

DOI: 10.18500/1994-2540-2016-16-2-203-205

### Введение

При производстве судебных экспертиз одним из важнейших этапов деятельности является проведение измерений. Они могут проводиться на различных этапах исследования, причем правильность выполнения измерений во многом напрямую влияет на правильность вывода. В соответствии со сложившейся практикой эксперт часто делает вывод на основании «внутренней убежденности», поэтому требования к объективным данным, которыми являются результаты измерений, имеют чрезвычайную важность. На сегодняшний день измерения при выполнении судебных экспертиз регулируются законом Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений». В Законе, в частности, закреплено, что для измерений, проводимых при выполнении поручений суда, органов прокуратуры и госу-



дарственных органов исполнительной власти, установлены обязательные метрологические требования [1]. К этим требованиям относятся: обязательность использования метрологически исправных средств измерений, использование узаконенных единиц физических величин, а также обязательное указание погрешности определения величин.

### Теоретический анализ

Рассмотрим выполнение этих требований на примере практики судебно-баллистических исследований. При проведении диагностических исследований самодельных стреляющих устройств на предмет отнесения их к категории огнестрельного оружия, а также самодельных патронов на предмет отнесения их к категории боеприпасов решающим фактором, влияющим на вывод эксперта, является наличие поражающей способности, оцениваемой, по сравнению с минимальной удельной кинетической энергией снаряда, достаточной для нанесения тяжелых телесных повреждений. Рассмотрим, как выполняются требования Закона при выполнении диагностического исследования самодельных стреляющих устройств.

Согласно частной методике судебно-баллистического исследования самодельного огнестрельного оружия, изложенной, например, в [2, с. 250], необходимо:

«10. В процессе экспериментальной стрельбы произвести измерения скорости полета снаряда на расстоянии 1 м от дульного среза ствола. В целях объективизации данных экспериментальной стрельбы целесообразно произвести три выстрела и на основании их результатов вывести среднее значение начальной скорости.

11. Определить кинетическую энергию снаряда ( $E$ , Дж). Рассчитать площадь поперечного сечения снаряда ( $S$ , мм<sup>2</sup>). Определить удельную кинетическую энергию снаряда ( $E_{уд}$ , Дж/мм<sup>2</sup>).

12. Сравнить полученное значение  $E_{уд}$  с величиной 0,5 Дж/мм<sup>2</sup>. Если полученное значение  $E_{уд}$  равно и более 0,5 Дж/мм<sup>2</sup>, то данное обстоятельство свидетельствует о том, что объект об-



ладает достаточной поражающей способностью, вследствие чего экспериментальная стрельба прекращается».

Проверим, как данная методика согласуется с Федеральным законом.

Во-первых, основным средством измерения, используемым при проведении исследований, является измеритель скорости полета пули. Обычно это регистратор скорости РС-4М, в паспорте которого указана основная относительная погрешность и межповерочный интервал (1 год).

Удельная кинетическая энергия пули вычисляется по формуле

$$E_{уд} = \frac{2mv^2}{\pi D^2},$$

где  $m$  – масса пули,  $v$  – скорость пули,  $D$  – диаметр ведущей части пули. То есть метод измерения является косвенным, и погрешность определения  $E_{уд}$  вычисляется как погрешность косвенного измерения.

Предположим, что, согласно методике, при экспериментальной стрельбе из самодельного пистолета под патрон ПМ было произведено три выстрела и получены следующие значения скорости:

$$v_1 = 110 \text{ м/с},$$

$$v_2 = 120 \text{ м/с},$$

$$v_3 = 130 \text{ м/с}.$$

Среднее значение скорости с учетом погрешности регистратора скорости  $v_{ср} = (120 \pm 2) \text{ м/с}$ ,

$$m = (6,1 \pm 0,1) \text{ г},$$

$$D = (9,2 \pm 0,1) \text{ мм}.$$

Расчет в этом случае дает  $E_{уд} = (0,663 \pm 0,03) \text{ Дж/мм}^2$ .

При этом абсолютная погрешность удельной энергии  $\Delta E = E_{уд} \cdot \delta_E = 0,03 \text{ Дж/мм}^2$ , где относительная погрешность рассчитывалась по известной формуле

$$\delta_E = \sqrt{\delta_m^2 + 4\delta_v^2 + 4\delta_D^2}.$$

Полученный таким образом результат превышает минимальное значение удельной кинетической энергии во всем интервале значений.

Однако с метрологической точки зрения такой расчет вызывает некоторое сомнение. Разброс значений скорости и использование математического ожидания (среднее арифметическое) подразумевает наличие случайной погрешности, а значит, и соответствующей статистической обработки результатов измерений. Оценим доверительный интервал измеренной удельной энергии с надежностью 0,95.

Рассчитаем три значения удельной энергии:

$$E_1 = 0,555 \text{ Дж/мм}^2,$$

$$E_2 = 0,66 \text{ Дж/мм}^2,$$

$$E_3 = 0,775 \text{ Дж/мм}^2.$$

Среднее значение  $E_{ср} = 0,663 \text{ Дж/мм}^2$ .

Среднеквадратичное отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{2}(\Delta E_1^2 + \Delta E_2^2 + \Delta E_3^2)} = 0,11 \text{ Дж/мм}^2.$$

Среднеквадратичную погрешность найдем по формуле

$$S_x = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = 0,064 \text{ Дж/мм}^2,$$

где  $N$  – число измерений.

Полуширину доверительного интервала рассчитываем по формуле

$$\varepsilon = \frac{t \cdot \sigma}{\sqrt{N}},$$

где  $t$  – поправочный коэффициент Стьюдента.

$$\varepsilon = \frac{4,3 \cdot 0,11}{1,73} = 0,27 \text{ Дж/мм}^2.$$

Так как отношение  $\frac{\Delta E}{S_x} = 0,47$  меньше 0,8, то,

согласно [3], границы погрешности результата можно взять  $\pm \varepsilon$ .

Окончательно получаем  $E_{уд} = (0,663 \pm 0,27) \text{ Дж/мм}^2$ , при этом часть интервала оказывается меньше минимальной удельной кинетической энергии.

### Выводы

Мы получили на первый взгляд парадоксальный результат, согласно которому при проведении эксперимента каждый выстрел с учетом систематической погрешности был с достаточной поражающей способностью пули, тогда как доверительный интервал при учете предполагаемой случайной погрешности уже при не самой большой надежности опровергает данный вывод. Причины этого, на наш взгляд, состоят в том, что предлагаемая в методике статистика совершенно недостаточна. Мы бы предложили два выхода из данной ситуации:

1) проводить экспериментальную стрельбу не менее десяти раз, что позволит почти на порядок уменьшить полуширину доверительного интервала;

2) по-прежнему стрелять три раза, однако не использовать для расчета удельной энергии среднего значения скорости, а определять три значения удельной энергии с учетом систематической погрешности. Если все три выстрела дали достаточную поражающую способность пули, то второй и третий выстрелы будут свидетельствовать о том, что первый выстрел не был «промахом», с точки зрения метрологии.

При этом остаются в силе рекомендации по использованию поверенных средств измерений, а также по учету систематических погрешностей



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

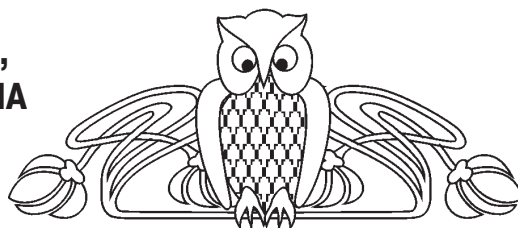
**Введение.** В работе рассматривается содержание в фоне химических элементов, характерных для продуктов выстрела. Были исследованы проблемы распространения этих

**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