

DOI: <https://doi.org/10.51922/2074-5044.2024.3.127>

А. О. Гусенцов

## ВОЗМОЖНОСТИ СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ВИДА ПРЕГРАДЫ, ОТ КОТОРОЙ ПРОИЗОШЕЛ РИКОШЕТ ПРИ ВЫСТРЕЛЕ ИЗ ГЛАДКОСТВОЛЬНОГО ОРУЖИЯ

УО «Академия МВД Республики Беларусь»

*В статье представлены современные подходы к проведению судебно-медицинского исследования огнестрельной травмы. Целью исследования явилось установление объективных и научно обоснованных критериев определения вида преграды, от поверхности которой произошел рикошет огнестрельного снаряда при выстреле из гладкоствольного оружия. Для достижения поставленной цели проведен баллистический эксперимент по указанному виду запреградной огнестрельной травмы, комплексное медико-криминалистическое исследование результатов. Разработаны бинарные логистические регрессионные модели, позволяющие осуществлять вероятностный прогноз вида преграды (кирпич глиняный обыкновенный марки 100, бетон марки М350 класса В25, сталь марки Ст45), от поверхности которой произошел рикошет пули либо картечи. Установленные закономерности могут быть использованы в судебно-медицинской практике для формирования объективной и научной основы определения условий образования огнестрельной травмы.*

**Ключевые слова:** судебно-медицинская баллистика, картечь, рикошет, вид преграды, моделирование огнестрельной травмы.

A. O. Gusentsov

## POSSIBILITIES OF FORENSIC MEDICAL EXAMINATION IN DETERMINING THE TYPE OF BARRIER, FROM WHICH A REBOUND OCCURRED WHEN FIRING FROM A SMOOTHBORE WEAPON

*The article presents modern approaches to carrying out forensic and medical follow-up of gunshot injury. The purpose of the study was to establish objective and scientifically based criteria for determining the type of obstacle from the surface of which a projectile ricocheted when fired from smoothbore weapons. To achieve this goal, a ballistic experiment was carried out on the specified type of behind-the-barrier gunshot injury, a comprehensive medical and forensic study of the results. Binary logistic regression models have been developed that make it possible to carry out a probabilistic prediction of the type of barrier (ordinary clay brick of grade 100, concrete of grade M350 of grade V25, steel of grade St45), from the surface of which a bullet or buckshot ricocheted. Established patterns can be used in court. To achieve this goal, a ballistic experiment was carried out on the specified type of altarpiece gunshot injury, a comprehensive medical and forensic study of the results. Binary logistic regression models have been developed that make it possible to carry out a probabilistic prediction of the type of barrier (ordinary clay brick of grade 100, concrete of grade M350 of grade V25, steel of grade St45), from the surface of which a bullet or buckshot ricocheted. Established patterns can be used in forensic medical practice to form an objective and scientific basis for determining the conditions for the formation of gunshot injury.*

**Key words:** forensic ballistics, buckshot, ricochet, type of barrier, modelling of a gunshot injury.

В процессе полета огнестрельный снаряд может взаимодействовать с какой-либо преградой (деревья, здания, сооружения, транспортные средства, дорожное покрытие и т. д.), рикошетируя от ее поверхности и после

этого причиняя огнестрельное повреждение. При указанных условиях параметры внешней баллистики рикошетирующего огнестрельного снаряда могут существенно изменяться: в частности, соотношение углов встречи

и отражения после рикошета может быть различным, что зависит от свойств преграды, снаряда, условий выстрела [4]. Нередко рикошетирующая пуля утрачивает устойчивость в полете, приобретая «кувыркательный» характер движения и причиняя повреждения боковой поверхностью [3, с. 237]. Деформация и фрагментация рикошетирующего снаряда может обуславливать формирование повреждений с весьма специфичной морфологической картиной, напоминающей взрывную травму.

Для правовой оценки действий стрелявшего правоприменителю необходимы объективные и научно обоснованные результаты судебно-медицинской экспертизы, способствующие установлению интересующих следствие условий выстрела и рикошета: вида огнестрельного оружия и снаряда, значений до- и запреградной дистанций, угла встречи снаряда с преградой, вид преграды и т. д. Принимая во внимание вышеизложенное, целью работы является установление объективных и научно обоснованных критериев определения вида преграды, от поверхности которой произошел рикошет огнестрельного снаряда при выстреле из гладкоствольного оружия.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Проведен баллистический эксперимент по формированию огнестрельных повреждений биологических и небологических мишеней, образующихся в результате рикошета пули и картечи при выстреле из гладкоствольного оружия.

2. Осуществлено комплексное медико-криминалистическое исследование экспериментальных огнестрельных повреждений.

3. Результаты комплексного исследования подвергнуты прикладному статистическому анализу, в ходе которого разработаны бинарные логистические регрессионные модели определения вида преграды, от которой произошел рикошет огнестрельного снаряда.

При проведении баллистического эксперимента использовали охотничье ружье «ИЖ-27 М» 12 калибра, патроны охотничьи 12/70 картечь 8,5 мм 32 г «Profi Hunter», патроны охотничьи пулевые «Золото» 12/70 с пулей 32 г «Gualandi». Рикошет моделировали от поверхности следующих преград: кирпич глиняный обыкновенный марки 100 («Кирпич»), пенобетон марки D600 класса B2,5 («Бетон 1»),

бетон марки М350 класса В25 («Бетон 2»), сталь марки Ст45 («Металл»). Преграды фиксировали в разработанной нами «Установке для моделирования рикошета огнестрельного снаряда в экспериментальных условиях» [2]. Биологическими мишенями, которые поражались рикошетирующими огнестрельными снарядами, являлись кожно-мышечные лоскуты, изъятые с ампутированных нижних конечностей человека, небологическими – фрагменты бязи. Мишени укрепляли на деревянных рамках с умеренным натяжением, устанавливали вертикально и перпендикулярно в направлении предполагаемого полета снарядов и их фрагментов после рикошета. Исследуемая группа огнестрельных повреждений сформирована путем произведения по каждой преграде серий по три выстрела, в каждой из которых устанавливали по одному значению до- и запреградного расстояния (100 см и 50 см соответственно), угла встречи снаряда с преградой (угол встречи) (10, 20, 30, 40, 50 градусов); параметры последовательно изменяли. Установлено, что при выстрелах по «Бетону 1» со значений угла встречи 20 и более градусов формируется сквозное либо слепое повреждение преграды (без возникновения рикошета), в связи с чем установить ее влияние на морфологию огнестрельной травмы не представлялось возможным.

В общей сложности произведено 454 выстрела, 348 из которых признали зачетными. Для формирования контрольной группы огнестрельных повреждений, образовавшихся в результате выстрела и прямого поражения пулей, было произведено десять экспериментальных выстрелов по бязевым мишеням с дистанции пять метров, которая заведомо является не близкой для используемых нами образцов оружия и боеприпасов, что исключает отложение сопутствующих продуктов выстрела на поверхности мишени [1, с. 14–15]. Для формирования контрольной группы огнестрельных повреждений, образовавшихся в результате выстрела и прямого поражения картечью, проведена серия из 16 экспериментальных выстрелов по бязевым мишеням с дистанций 100 см, 200 см, 300 см, 400 см, 500 см, 1000 см, 2000 см, 3000 см, 4000 см, 5000 см. Образец используемого оружия, боеприпасов, вид, параметры, способ фиксации и расположения мишеней полностью соответствовали

ходу проведения баллистического эксперимента при формировании соответствующей из исследуемых групп огнестрельных повреждений.

Комплексное медико-криминалистическое исследование сформированных входных огнестрельных повреждений проводили с применением методов: визуальный, измерительный, микроскопический, фотографический, исследование в ультрафиолетовых и инфракрасных лучах, контактно-диффузионный, рентгенологический, гистологический. Входные огнестрельные повреждения были условно разделены на две группы, которым присвоены условные названия: при наличии одного повреждения либо нескольких, равных или приблизительно равных по размерам, они были названы «Основными повреждениями» (ОП), а остальные, гораздо меньшие по размерам – «Дополнительными повреждениями» (ДП), располагающиеся как отдельно друг от друга («Отдельные ДП»), так и в виде сливающихся микроповреждений («Сливающиеся ДП»). Анализ и статистическая обработка результатов исследования осуществляли с помощью лицензионных программ Microsoft Office Excel 2019 для ПК IBM, Statistica 10.0, IBM SPSS Statistics v.22.0., в соответствии с требованиями, предъявляемыми к медицинским и биологическим исследованиям. Для проверки соответствия нормальному распределению признаков использовали одновыборочный критерий Колмогорова-Смирнова, определение статистической взаимосвязи между ними производили с помощью корреляционного анализа, используя коэффициент Пирсона и коэффициент Спирмена. Оценку различий между двумя количественными признаками производили с использованием критериев Стьюдента, Манна-Уитни, статистической достоверности – с использованием метода дисперсионного анализа.

На основе результатов проведенного прикладного статистического анализа установлен перечень значимых предикторов входных огнестрельных повреждений биологических и небологических мишеней, образовавшихся в результате рикошета при выстреле из нарезного и гладкоствольного оружия и рикошете пули и картечи ( $p < 0,01$ ): количество, размеры, наличие дефекта ткани, площадь распределения, наличие полосовидного характера распределения повреждений, расстояние между

ними, количество частиц свинца и др. На основе данных предикторов с использованием методов регрессионного анализа построены и проанализированы с позиции качества пять бинарных логистических регрессионных моделей, позволяющих осуществлять вероятностный прогноз вида преграды в зависимости от значений характеристик входных огнестрельных повреждений. Качество моделей оценивали по критерию хи-квадрат Пирсона с показателями соответствующей статистики и ее значимости  $\chi^2 (p)$ , критерию максимального правдоподобия с показателем отрицательного удвоенного логарифма функции правдоподобия LR. Адекватность моделей представлена статистикой Вальда W и ее значимостью для коэффициентов модели, работоспособность – процентами верно предсказанных значений уровней и общий процент C. При разработке моделей в качестве ключевого события (состояние которого кодируется «1») дихотомической зависимой переменной (вид преграды) избраны такие, для которых характерны более высокие показатели качества построенной регрессионной модели. При выборе ключевого события для соответствующих регрессионных моделей, основанном на результатах предварительно проведенных исследований с оценкой показателей качества разработанных моделей, установлено, что в паре «Бетон 2»-«Металл» ключевым является событие «Металл», в паре «Бетон 2»-«Кирпич» – «Кирпич», в паре «Кирпич»-«Металл» – «Металл» (табл. 1).

Продемонстрируем порядок применения вероятностных прогностических моделей определения вида преграды, от поверхности которой произошел рикошет, на примере модели № 1.

Предположим, что при изучении условий образования огнестрельных повреждений имеются основания полагать, что они образовались в результате рикошета картечи от поверхности преграды, которой явился «Бетон 2» либо «Металл». На разрешение судебно-медицинской экспертизы поставлен вопрос: «Имеющиеся огнестрельные повреждения образовались в результате рикошета картечи от поверхности бетонной либо металлической преграды»? Для определения вида преграды (зависимая переменная) из двух предполагаемых – «Бетон 2» либо «Металл», и ответа на

Таблица 1. Бинарные логистические модели и характеристики их качества для определения вида преграды

№ п/п	Общая модель $p = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \dots)}}$	Критерий хи-квадрат $\chi^2(p)$	-2 log отношения правдоподобия (LR)	Процент верно предсказанных значений вида снаряда, С %	Коэффициенты модели $b_i$ , их статистики Вальда и значимости $W(p)$
Вид снаряда – картечь					
1	$X_{42}$ – площадь распределения сливающихся ДП (см <sup>2</sup> ), $b_1 = 0,011$ ; $X_{38}$ – ориентация продольной оси ОП вдоль проекции продольной оси преграды, $b_2 = 2,766$ ; $b_0 = -3,927$	11,7 (0,003)	24,2	бетон 2 – 55,6 %; металл – 90,0 %; общий – 79,3 %	$b_1 = 0,011, 5,1 (0,023)$ ; $b_2 = 2,766, 2,7 (0,1)$ ; $b_0 = -3,927, 3,25 (0,007)$
2	$X_{43}$ – наличие кругообразного характера участка распределения повреждений*, $b_1 = -1,544$ ; $X_{39}$ – максимальное расстояние между ДП и ОП (см), $b_2 = -0,059$ ; $b_0 = 2,344$	9,8 (0,007)	123,4	бетон 2 – 44,2 %; металл – 68,5 %; общий – 57,7 %	$b_1 = -1,544, 8,6 (0,003)$ ; $b_2 = -0,059, 3,12 (0,07)$ ; $b_0 = 2,344, 7,6 (0,006)$
Вид снаряда – пуля					
3	$X_{44}$ – ширина единичного участка отложений СПВ 1 (см), $b_1 = -0,891$ ; $X_{32}$ – наличие полосовидного характера участка распределения повреждений*, $b_2 = -2,091$ ; $b_0 = 5,519$	10,8 (0,004)	25,1	бетон 2 – 55,5 %; кирпич – 95,0 %; общий – 82,8 %	$b_1 = -0,891, 5,1 (0,025)$ ; $b_2 = -2,091, 3,6(0,05)$ ; $b_0 = 5,519, 4,2(0,04)$
4	$X_{32}$ – наличие полосовидного характера участка распределения повреждений*, $b_1 = 1,392$ ; $X_{38}$ – ориентация продольной оси ОП вдоль проекции продольной оси преграды*, $b_2 = 1,405$ ; $b_0 = -0,698$	18,4 (0,0)	133,0	кирпич – 25,0 %; металл – 95,0 %; общий – 74,8 %	$b_1 = 1,392, 6,6 (0,01)$ ; $b_2 = 1,405, 8,5 (0,004)$ ; $b_0 = -0,698, 1,9 (0,16)$
5	$X_{32}$ – наличие полосовидного характера участка распределения повреждений*, $b_1 = 1,454$ ; $X_{38}$ – ориентация продольной оси ОП вдоль проекции продольной оси преграды*, $b_2 = 1,483$ ; $b_0 = -0,712$	21,0 (0,0)	127,9	бетон 2 – 31,4 %; металл – 94,5 %; общий – 77,0 %	$b_1 = 1,454, 7,4 (0,006)$ ; $b_2 = 1,483, 8,5 (0,003)$ ; $b_0 = -0,712, 2,1 (0,14)$

\*При наличии признака в соответствующей части формулы указывается 1, при отсутствии указывается 0.

поставленный вопрос спрогнозируем, что рикошет произошел от поверхности «Металла», для чего сформирована модель с 2 регрессорами:

$X_{41}$  – площадь распределения сливающихся ДП (см<sup>2</sup>),  $b_1 = 0,011$ ;

$X_{38}$  – ориентация продольной оси ОП вдоль проекции продольной оси преграды,  $b_2 = 2,766$  и константой  $b_0 = -3,927$ .

Подставив в расчетную формулу бинарной логистической регрессии следующие значения регрессоров: площадь распределения сливающихся ДП (см<sup>2</sup>) – 307,5, ориентация продольной оси ОП вдоль проекции продольной оси преграды – 1, получим вероятность того, что повреждения образовались в результате рикошета от поверхности преграды «Металл»  $P = 1/(1+e^{-(-1,644 \times 0 - 0,059 \times 8,1 + 2,344)}) = 0,91$

(или 91 %). В базе данных, сформированной по результатам проведения эксперимента, указанные сочетания значений регрессоров получены в результате рикошета картечи от поверхности преграды «Металл» – таким образом, предсказанная вероятность подтверждается и ответ на поставленный вопрос может быть сформулирован следующим образом: «Огнестрельные повреждения образовались в результате рикошета картечи от поверхности преграды «Металл», вероятность чего составляет 0,91 (91 %)».

Таким образом, по результатам проведенного исследования, можно прийти к следующим выводам:

1. Проведен баллистический эксперимент по формированию огнестрельных повреждений биологических и небологических мишеней,

возникающих при выстрелах пуль и картечью из гладкоствольного оружия и рикошете от поверхности различных преград.

2. По результатам комплексного медико-криминалистического исследования и прикладного статистического анализа установлены значимые предикторы входных огнестрельных повреждений, образовавшихся в результате рикошета ( $p < 0,01$ ).

3. С использованием методов регрессионного анализа построены бинарные логистические регрессионные модели, позволяющие осуществлять вероятностный прогноз вида преграды, от поверхности которой произошел рикошет огнестрельного снаряда.

Установленные закономерности могут быть использованы в судебно-медицинской практике для определения вида преграды, от поверхности которой произошел рикошет, что может способствовать получению достоверных и научно обоснованных данных об условиях образования огнестрельной травмы.

### Литература

1. Витер, В. И. Судебно-медицинская экспертиза огнестрельной травмы: учеб.-метод. пособие / В. И. Витер, В. Л. Прошутин, А. Ю. Вавилов. – Ижевск, 2009. – 48 с.

2. Гусенцов, А. О. Моделирование рикошета при выстреле из стрелкового оружия / А. О. Гусенцов, В. А. Чучко, Е. М. Кильдюшов, Э. В. Туманов // Судебно-мед. экспертиза. – 2017. – № 2. – Т. 60. – С. 14–17.

3. Попов, В. Л. Судебно-медицинская баллистика / В. Л. Попов, В. Б. Шигеев, Л. Е. Кузнецов. – СПб.: Гиппократ, 2002. – 656 с.

4. Mattijssen, E. J. A. T. Ricochet Behavior on Glass – Critical Ricochet Angles, Ricochet Angles, and Deflection Angles / E. J. A. T. Mattijssen, K. Dieter H. Pater, Reinoud D. Stoel // J. Forensic Sci. – 2016. – Vol. 61. – I. 6. – P. 1456–1460.

### References

1. Viter, V. I. Sudebno-medicinskaya ekspertiza ognestrel'noj travmy: ucheb.-metod. posobie. / V. I. Viter, V. L. Proshutin, A. Yu. Vavilov. – Izhevsk, 2009. – 48 s.

2. Gusentsov, A. O. Modelirovanie rikosheta pri vystrele iz strelkovogo oruzhiya / A. O. Gusentsov, V. A. Chuchko, E. M. Kil'dyushov, E. V. Tumanov // Sudeb.-med. ekspertiza. – 2017. – № 2. – Т. 60. – С. 14–17.

3. Popov, V. L. Sudebno-medicinskaya ballistika / V. L. Popov, V. B. Spigeev, L. E. Kuznetsov. – SPb.: Gipokrat, 2002. – 656 s.

4. Mattijssen, E. J. A. T. Ricochet Behavior on Glass – Critical Ricochet Angles, Ricochet Angles, and Deflection Angles / E. J. A. T. Mattijssen, K. Dieter H. Pater, Reinoud D. Stoel // J. Forensic Sci. – 2016. – Vol. 61. – I. 6. – P. 1456–1460.

Поступила 13.03.2024 г.