

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm690>

Характеристика траектории движения снарядов, выпущенных из травматического пистолета «Хорхе» и карабина «Сайга», после пробития преград (биологический материал и триплекс)

С.В. Леонов^{1,2}, Н.А. Михеева², М.А. Сухарева², Ю.П. Шакирьянова^{1,2}¹ 111 Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз, Москва, Российская Федерация² Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. При проведении судебно-медицинских и медико-криминалистических экспертиз в случаях огнестрельной травмы с целью установления возможного взаиморасположения стрелявшего и пострадавшего важное экспертное значение имеет направление выброса осколков преграды, её частиц и снаряда. Эффект нормализации траектории движения снаряда судебно-медицинскими экспертами ранее не описан: в доступной литературе имеются лишь указания на изменение траектории снаряда при пробитии преграды. Малая изученность темы, отсутствие научных разработок по данному исследованию на протяжении более 50 лет побудили нас провести экспериментальное исследование.

Цель исследования — изучение отклонения выброса частиц преград, представленных биологическим материалом (кожа свиньи) и многослойным стеклом (триплекс).

Материал и методы. Проведены серии экспериментальных выстрелов снарядами, выпущенными из травматического пистолета «Хорхе» и карабина «Сайга» (полуоболочечная биметаллическая пуля со свинцовым сердечником патрона 5,45×39 мм). Выстрелы осуществлялись с расстояния 1–2 м в биологическую преграду, с 10 м — в триплекс. Образовавшиеся повреждения при пробитии преграды (как биологического материала, так и триплексного стекла), расположенной под углами 40–60° по отношению к линии прицеливания со значением допреградного расстояния 100–200–1000 см, исследовались путём визуального, измерительного, макроскопического и фотографического анализа.

Результаты. Наблюдается несоответствие (изменение) траектории движения от линии прицеливания вторичных снарядов, которые возникали после разрушения преграды, и огнестрельного снаряда и его частей, образовавшихся в результате пробития пульей преграды. Отклонение фиксировалось на различную величину в зависимости от угла наклона преграды.

Заключение. Полученные результаты можно учитывать при постановке различных баллистических экспериментов, а также в реконструкции обстоятельств происшествия при проведении судебно-медицинских, медико-криминалистических и криминалистических баллистических экспертиз.

Ключевые слова: огнестрельные повреждения; нормализация движения снаряда; баллистический предел; биологическая преграда; триплексное стекло.

Как цитировать

Леонов С.В., Михеева Н.А., Сухарева М.А., Шакирьянова Ю.П. Характеристика траектории движения снарядов, выпущенных из травматического пистолета «Хорхе» и карабина «Сайга», после пробития преград (биологический материал и триплекс) // *Судебная медицина*. 2022. Т. 8, № 1. С. XX–XX. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm690>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm690>

Characteristics of the projectile trajectory after breaking through obstacles (biological material and triplex) fired from the «Horhe» non-lethal pistol and «Saiga» rifle

Sergey V. Leonov^{1,2}, Natalya A. Mikheeva², Marina A. Suhareva², Julia P. Shakiryanova^{1,2}

¹ Chief State Center for Forensic Medicine and Forensic Expertise 111, Moscow, Russian Federation

² Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: When conducting forensic and medico-criminalistic examinations in cases of gunshot injury, when establishing the possible relative position of the shooter and the victim, the direction of the release of fragments of the obstacle, its particles and the projectile is of great expert importance. The effect of projectile trajectory normalization by forensic experts has not been previously described - in the literature available to us there are only indications of changes in the projectile trajectory when breaking through an obstacle. Little knowledge of the topic, the lack of scientific developments on this study for more than 50 years prompted us to conduct an experimental study.

AIMS: Study of the deviation of the emission of particles of obstacles, represented by biological material (pig skin) and laminated glass (triplex).

MATERIAL AND METHODS: A series of experimental shots were carried out with projectiles fired from a traumatic pistol "Jorge" and a carbine "Saiga" (a semi-shell bimetallic bullet with a lead core of a 5.45×39 mm cartridge), it was noted that when breaking through both biological material and triplex glass located under angles of 40–60° with respect to the line of sight, with a pre-obstruction distance of 100–200–1000 cm. Shots were fired from a distance of 1–2 m into a biological barrier, from 10 m — into a triplex. The resulting damage was studied using visual, measuring, macroscopic, photographic analysis.

RESULTS: The study showed that there is a discrepancy (change) in the trajectory of movement from the aiming line of secondary projectiles, which arose after the destruction of the barrier and the firearm, and its parts, formed as a result of the penetration of the barrier by a bullet. The deviation was fixed at a different value depending on the angle of inclination of the barrier.

CONCLUSION: The results obtained can be taken into account when setting up various ballistic experiments, as well as in reconstructing the circumstances of the incident during forensic, medical-forensic and forensic ballistic examinations.

Keywords: gunshot injury; normalization of the projectile movement; ballistic limit; biological obstacle; triplex glass.

To cite this article

Leonov SV, Mikheeva NA, Suhareva MA, Shakiryanova JP. Characteristics of the projectile trajectory after breaking through obstacles (biological material and triplex) fired from the "Horhe" non-lethal pistol and "Saiga" rifle. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(1):XX–XX. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm690>

Received: 07.02.2022

Accepted: 24.03.2022

Published: XX.XX.XXXX

ОБОСНОВАНИЕ

Изучая вопросы, касающиеся динамики удара, исследователи в ряде экспериментов отмечают возможность существенного изменения траектории снаряда при пробитии преграды.

Д.А. Зукас и соавт. [1] проводили экспериментальные выстрелы цилиндрическими стержнями из инструментальной стали (S7) по блокам катаной гомогенизированной броневой стали (RHA). Мишени располагались под углом 60° к направлению стрельбы. Изменяя скорость снарядов, авторы установили величину баллистического предела, которая для заданных условий составляла 1202 м/с. Под термином «баллистический предел», или «баллистическая скорость» принимают минимальную скорость снаряда, которая необходима для пробития преграды навывлет. В ходе экспериментов были получены данные, которые стабильно указывали на факт отклонения траектории снаряда в сторону нормали к тыльной стороне преграды. По мнению авторов, этот эффект исчезает при увеличении скорости снаряда в 1,5 раза [1].

Отечественные исследователи [2–4] при пробивании силикатного стекла под углом 60° выстрелами из различных образцов оружия (при различных скоростях снаряда в пределах 200–250 м/с) отмечали отклонение пули к патронам $5,6 \times 39$ и $7,62 \times 39$ мм на угол до 15° в сторону нормали. Экспериментом подтверждено, что пуля патрона пистолета Макарова при поражении триплекса может отклоняться на угол до 30° в сторону нормали. Предельная баллистическая скорость для триплекса в случае его поражения пулей к патрону $7,62 \times 39$ мм составила 350 м/с [2, 3].

Изменение траектории при пробитии преграды описано отечественными судебными медиками в 1959 г. [4]. М.В. Романовский, освещая практический случай, указал, что пуля при пробитии деревянного столба отклонилась от траектории выстрела на $4^\circ 54'$, что привело к смертельному ранению человека, находящегося на значительном удалении от столба, в который был произведён выстрел [4].

Пробитие любой преграды снарядом — сложный физический процесс, течение которого зависит от ряда факторов, в частности характеристик снаряда (прочность самого снаряда, форма, скорость, угол его встречи с преградой) и преграды/мишени (вид материала, его плотность, вязкость, толщина в месте соприкосновения со снарядом). При этом указанные особенности в совокупности со скоростью соударения влияют на процесс действия изгибающих и растягивающих напряжений, что в свою очередь приводит либо к разрушению снаряда, либо к его рикошету. Под рикошетом следует понимать не только отражение снаряда от поверхности мишени/преграды, но также пробивание мишени/преграды с изменением траектории [1].

Величина отклонения снаряда, связанная с предельной баллистической скоростью, для каждого снаряда различна в зависимости от прочности преграды: если для пробития триплекса или металла требуются высокие скорости и масса снаряда, то для пробития мягких тканей человека столь высокоэнергичных воздействий не требуется. Очевидно, что пули к патронам для огнестрельного оружия ограниченного поражения имеют значительно меньший баллистический предел при поражении кожного покрова человека.

Несмотря на широкий перечень экспериментальных работ, посвящённых поражению тканей человека из огнестрельного оружия ограниченного поражения и опубликованных в последние два десятилетия, данных об изменении траектории снаряда в тканях человека или иных биологических объектах нет.

При проведении судебно-медицинских и медико-криминалистических экспертиз в случаях огнестрельной травмы для установления возможного взаиморасположения стрелявшего и пострадавшего важное экспертное значение имеет направление выброса осколков преграды, её частиц и снаряда. Описанный эффект нормализации траектории движения снаряда судебно-медицинскими экспертами ранее не описан: в доступной нам литературе есть только указания на изменения траектории снаряда при пробитии преграды.

Малая изученность темы, отсутствие научных разработок по данному исследованию на протяжении более 50 лет побудили нас провести экспериментальное исследование.

Цель исследования — изучение траектории полёта снаряда после пробития преграды при выстрелах их охотничьего нарезного и травматического оружия.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В первой серии экспериментов было произведено 40 выстрелов в биологические объекты. В качестве биологической преграды использовали подчерёвок свиньи. Лоскут крепили на специальной деревянной подставке, конструкция которой позволяет изменять угол наклона. Угол наклона составлял 40 – 60° . Выстрелы производили из огнестрельного оружия ограниченного поражения — пистолета «Хорхе» под патрон 9 мм РА.

Во второй серии экспериментов в качестве преграды использовали лобовые стёкла от автомобилей Mercedes-Benz, BMW и Audi. Проведена серия из 55 выстрелов. Выстрелы производили из самозарядного карабина «Сайга-МК» под патрон $5,45 \times 39$ мм. При экспериментальных выстрелах применяли спортивно-охотничьи патроны $5,45 \times 39$ мм БПЗ (Барнаульский патронный завод) с оболочечной биметаллической пулей (заявленная производителем начальная скорость 940 м/с). Измерение скорости полёта пули проводили

с помощью регистратора скорости Chrony (Shooting Chrony Inc, Канада).

При производстве экспериментов, выстрелы осуществляли с расстояния 1–2 м в биологическую преграду и с 10 м в триплекс. В качестве мишеней использовали белую хлопчатобумажную ткань (бязь) размером 50×50 см, натянутую на пластиковую или деревянную рамку или баллистический гель. Расстояние между мишенью и преградой было 20–100 см.

Все быстротекущие процессы фиксировали с помощью скоростных видеокамер Sony RX0, 1000 fps (Япония) и Phantom VEO 710S, 12000 fps (США), объектив Zeiss Milvus 1.4/35 (Япония).

Условия проведения

Баллистические эксперименты проводились в условиях открытого тира спортивно-охотничьего комплекса «Бисерово-спортинг» Московской области и закрытого тира 111 Главного государственного центра судебно-медицинских и криминалистических экспертиз Минобороны России.

Продолжительность исследования

Баллистические эксперименты и их результаты, представленные в данной статье, относятся к общему исследованию, которое связано с изучением характеристик изменения траектории движения снарядов после пробития преград (биологический материал и триплекс) в период с января по сентябрь 2021 г. и продолжают проводиться по настоящее время.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В первой серии экспериментов пробитие преграды нами наблюдалось в половине случаев. Данный критерий соответствует значению предельной баллистической скорости снаряда (когда пенетрация мишени происходит с вероятностью 0,5) [1]. Скорость снарядов во всех наблюдениях была достаточно стабильной — 300 ± 20 м/с. Таким образом, в ходе первой серии экспериментов нами установлена предельная баллистическая скорость для травматических снарядов, выпущенных из огнестрельного оружия ограниченного поражения — пистолета «Хорхе» под патрон 9 мм РА (пуля массой 0,7 г) при пробитии кожи и подкожно-жировой клетчатки с области подчёрёвка свиньи. Плотность, толщина кожного покрова и выбранной толщины подкожной жировой клетчатки имеет сходство с тканями человека в области груди и живота.

При изучении мишеней, поражённых снарядами, пробившими биологическую преграду, нами установлено резкое отклонение снаряда от точки прицеливания. С вероятностью 0,8 тканевые мишени, выставленные на линии прицеливания и предполагаемой траектории полёта снаряда, не поражались вообще. При пробитии

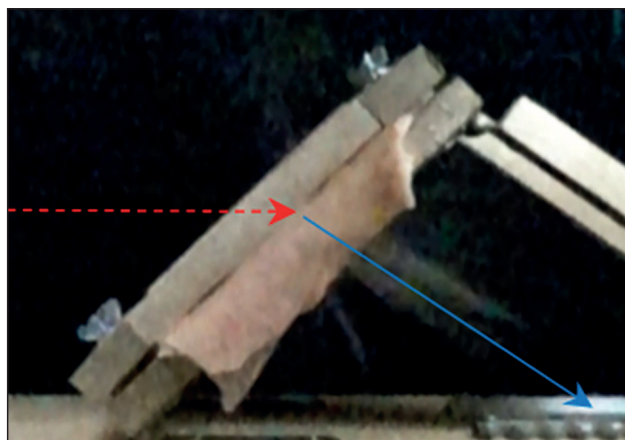


Рис. 1. Нормализация траектории полёта сферической травматической пули (стрелкой красного цвета отмечена линия прицеливания, синего цвета — траектория полёта снаряда).

Fig. 1. Normalization of the flight trajectory of a spherical non-lethal bullet. The red arrow marks the aiming line; the blue arrow marks the projectile flight trajectory.

биологических имитаторов, расположенных под углом 40° к линии прицеливания, наблюдалось отклонение траектории огнестрельных снарядов на угол $30\text{--}45^\circ$ в сторону нормали, проведённой к сквозному повреждению биологической преграды. При меньших углах наклона преграды отклонение снаряда пропорционально уменьшалось. Травматический снаряд после пробития биологического имитатора ударялся об основание экспериментальной установки, позволяющей растягивать биологический объект и устанавливать его под требуемым углом (рис. 1).

На величину отклонения траектории полёта снарядов влияли морфологические характеристики биологического объекта. Нами отмечено, что максимальное отклонение регистрировалось при наибольшей толщине подкожной клетчатки 0,9 мм. При толщине тканей 0,3–0,5 мм и скорости 297–300 м/с отклонение траектории снаряда составляло $15\text{--}20^\circ$. При увеличении толщины преграды до 0,8 мм и той же скорости наблюдалось отклонение до $30\text{--}35^\circ$.

Во всех наблюдениях первой серии экспериментов отмечен эффект нормализации выброса материала преграды: частицы мягких тканей в виде двух конусов выбрасывались в сторону выстрела и в виде двух секторов — в направлении выстрела. Биссектрисы этих секторов проходили через огнестрельное повреждение в преграде и были практически перпендикулярны её поверхности.

Во второй серии экспериментальных наблюдений, при пробитии триплекса, отклонение траектории полёта огнестрельного снаряда регистрировалось только при фрагментации пули. Неизменённая пуля от первоначальной траектории не отклонялась (рис. 2, а). При фрагментации снаряда (что подтверждалось специфическими повреждениями на мишени) мы регистрировали

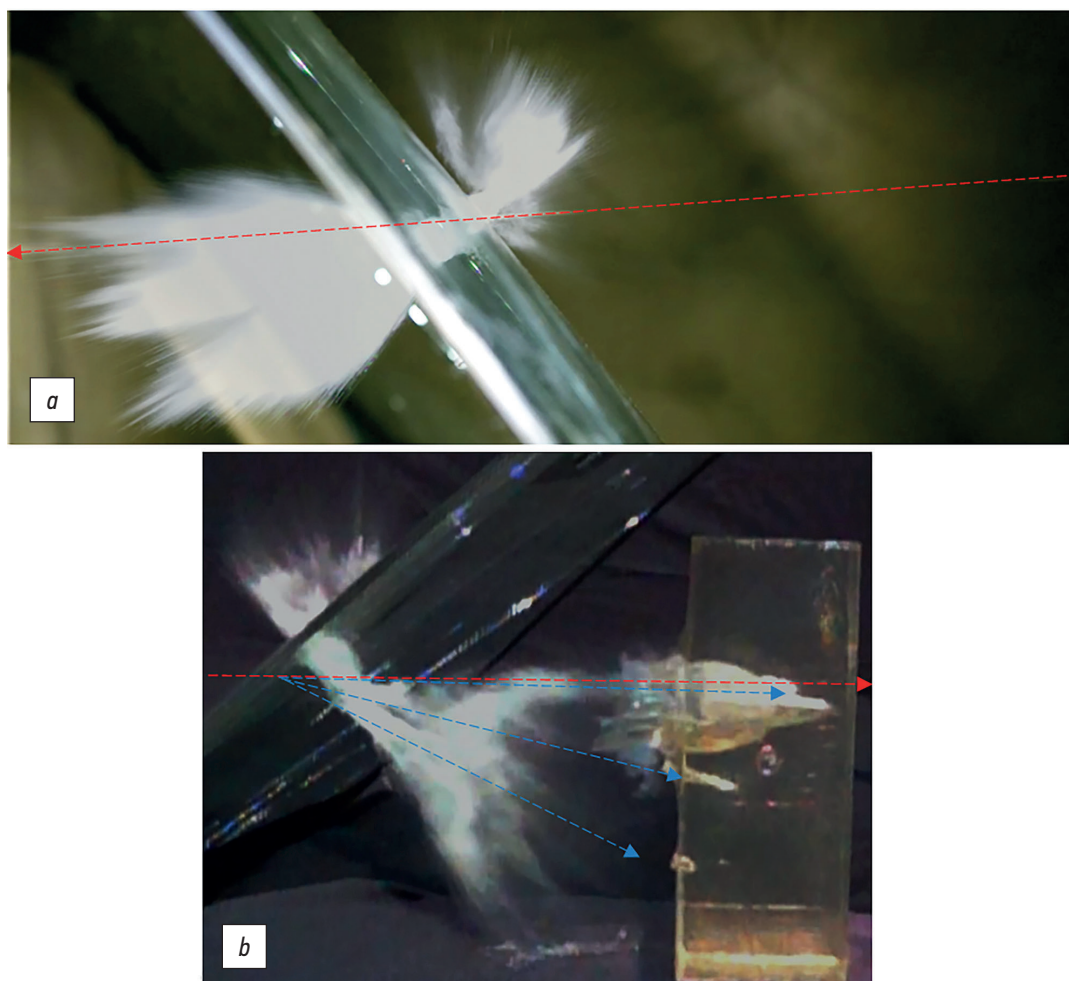


Рис. 2. Траектория полёта пули при пробитии триплекса: *a* — наложение трёх кадров, фиксирующих траекторию полёта пули; *b* — поражение баллистического геля фрагментированной при пробитии триплекса пулей (стрелкой красного цвета отмечена линия прицеливания, синего цвета — траектория полёта снаряда).

Fig. 2. The bullet trajectory upon triplex penetration: *a* — overlay of three images fixing the bullet flight trajectory; *b* — striking of ballistic gel by a bullet, fragmented upon penetration into triplex (the red arrow marks the aiming line; the blue arrow marks the projectile flight trajectory).

отклонение частиц снаряда на величину от 5 до 45° (рис. 2, б). Во всех группах наблюдений отмечен эффект нормализации выброса материала преграды: частицы повреждённой преграды в виде двух конусов, биссектрисы которых проходили через огнестрельное повреждение в преграде и были практически перпендикулярны её поверхности.

Ограничения исследования

Все серии баллистических экспериментов имеют строгие параметры проведения: установки крепления оружия, виды огнестрельного оружия, виды снарядов, скорость и масса снарядов, виды преград, значения линии прицеливания, мишени, значения допреградного и запреградного расстояния, углы наклона мишеней, характеристики материалов мишеней. В настоящее время, учитывая объём и время исследований, полученные данные могут применяться только к указанным в экспериментах параметрам. В связи с этим для решения

поставленных вопросов в судебно-медицинских экспертизах, связанных с определением обстоятельств причинения огнестрельных повреждений, целесообразно дальнейшее проведение баллистических экспериментов с расширением вариантов параметров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа серии проведённых экспериментальных исследований выявлено отклонение траектории полёта травматического (297–300 м/с) и охотничьего (940 м/с) снарядов в сторону нормали. Направление выброса вторичных снарядов (осколков преграды) и частиц биологического происхождения происходило по нормали. При проведении судебно-медицинских, медико-криминалистических и криминалистических баллистических экспертиз необходимо учитывать эффект нормализации выброса осколков преграды и величину угла отклонения выброса осколков.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Исследование и публикация статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. С.В. Леонов, Н.А. Михеева, Ю.П. Шакирьянова, М.А. Сухарева — сбор данных, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи; Н.А. Михеева, М.А. Сухарева — написание черновика рукописи; С.В. Леонов — научная редакция рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ИСМЖЕ (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зукас Дж.А., Николас Т., Свифт Х.Ф., и др. Динамика удара. Москва: Мир, 1985. 296 с.
2. Федоренко В.А., Переверзев М.М. Особенности установления места выстрела при пробивании снарядом некоторых прозрачных материалов // Эксперт-криминалист. 2007. № 3. С. 10–14.
3. Федоренко В.А. Актуальные проблемы современной баллистики. Москва: Юрлит-информ, 2011. 221 с.

REFERENCES

1. Zukas JA., Nicholas T, Swift HF, et al. Impact dynamics. Moscow: Mir; 1985. 296 p. (In Russ).
2. Fedorenko VA, Pereverzev MM. Features of establishing the place of the shot when the projectile penetrates some transparent materials. *Expert-Criminalist*. 2007;(3):10–14. (In Russ).
3. Fedorenko VA. Actual problems of modern ballistics. Moscow: JurLit-inform; 2011. 221 p. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **Леонов Сергей Валерьевич**, д.м.н., профессор; адрес: Россия, 105094, Москва, Госпитальная площадь, д. 3; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-04228-8973>; eLibrary SPIN: 2326-2920; e-mail: sleonoff@inbox.ru

Михеева Наталья Александровна, к.м.н.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7979-1631>; eLibrary SPIN: 9126-7753; e-mail: rjnz77@mail.ru

Сухарева Марина Анатольевна, к.м.н.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3422-6043>; eLibrary SPIN: 4692-0197; e-mail: suha@yandex.ru

Шакирьянова Юлия Павловна, к.м.н.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1099-5561>; eLibrary SPIN: 1429-6230; e-mail: tristeza_ul@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / The author responsible for the correspondence

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The study had no sponsorship.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. S.V. Leonov, N.A. Mikheeva, M.A. Suhareva, J.P. Shakiryanova — data collection, review and approve the final manuscript; N.A. Mikheeva, M.A. Suhareva — draft of the manuscript; S.V. Leonov — critical revision of the manuscript for important intellectual content. Authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

4. Романовский М.В. Определение линии полета пули по пулевому каналу в преграде // Вопросы теории и практики судебной медицины. Чита, 1959. С. 78–81.
5. Велданов В.А., Исаев А.Л. Использование технологий, основанных на ударно-проникающем взаимодействии // Двойные технологии. 1998. № 2. С. 10–24.

4. Romanovskiy MV. Determination of the bullet flight line along the bullet channel in the barrier. In: Questions of theory and practice of forensic medicine. Chita; 1959. P. 78–81. (In Russ).
5. Veldanov VA, Isaev AL. The use of technologies based on shock-penetrating interaction. *Dvoynye tekhnologii*. 1998;(2):10–24. (In Russ).

AUTHOR'S INFO

* **Sergey V. Leonov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor; address: 3, Hospital square, Moscow, 105094, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-04228-8973>; eLibrary SPIN: 2326-2920; e-mail: sleonoff@inbox.ru

Natalya A. Mikheeva, MD, Cand. Sci. (Med.); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7979-1631>; eLibrary SPIN: 9126-7753; e-mail: rjnz77@mail.ru

Marina A. Suhareva, MD, Cand. Sci. (Med.); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3422-6043>; eLibrary SPIN: 4692-0197; e-mail: suha@yandex.ru

Juliya P. Shakiryanova, MD, Cand. Sci. (Med.); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1099-5561>; eLibrary SPIN: 1429-6230; e-mail: tristeza_ul@mail.ru