

УГОЛОВНО-ПРАВОВЫЕ НАУКИ

УДК 4414.343.985

DOI: 10.18384/2949-513X-2024-3-70-78

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Барбачакова Ю. Ю.

*Московский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации имени
В. Я. Кикотя*

117997, г. Москва, ул. Академика Волгина, д. 12, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Провести комплексный анализ современных методов исследования в баллистике, их применение в криминалистической экспертизе и оценку их эффективности для решения задач, связанных с расследованием преступлений, совершённых с использованием огнестрельного оружия. Особое внимание уделяется интеграции численного моделирования, экспериментальных методов и технологий искусственного интеллекта для повышения точности, объективности экспертных выводов.

Процедура и методы. Для достижения поставленной цели была проведена многоступенчатая процедура исследования: выполнен анализ научной литературы, изучение теоретических основ баллистики, включая внутреннюю, внешнюю и конечную баллистику, а также современные подходы к их исследованию, проанализированы работы как отечественных, так и зарубежных авторов, специализирующихся на применении баллистических методов в криминалистике. Рассмотрены реальные случаи использования различных методов исследования в судебной практике. Это позволило выявить наиболее эффективные подходы и ограничения существующих технологий. Применены численные методы для моделирования траекторий снарядов, учёта воздушного сопротивления, влияния силы Кориолиса и других факторов. Использовались программные средства, такие как Ballistic Trajectory Simulation (BTS) и Integrated Ballistics Identification System (IBIS). Проведены испытания на баллистических стендах для проверки гипотез относительно характеристик оружия и боеприпасов. Были использованы лазерная спектроскопия (LIBS), высокоскоростная съёмка и другие современные технологии. Оценена эффективность алгоритмов машинного обучения для анализа баллистических данных, сравнения следов на пулях и гильзах, а также обработки видео- и фото-материалов. Сопоставлены результаты, полученные различными методами, чтобы определить их взаимодополняемость и возможности комбинирования для повышения достоверности выводов.

Результаты. Численное моделирование показало высокую точность при расчёте траекторий снарядов и реконструкции событий преступлений. Особенно эффективно этот метод работает в сочетании с данными экспериментальных исследований. Лазерная диагностика позволила детально изучать следы порохового нагара и микроскопические частицы, оставшиеся после выстрела. Это значительно улучшило возможность установления расстояния до стрелка и типа используемого оружия. Высокоскоростная съёмка дала уникальные данные о движении пули в первые миллисекунды после выстрела, что важно для анализа характера выброса газов и формы пламени. Баллистические стенды подтвердили свою важность для имитационных испытаний и проверки гипотез относительно пробивной способности пуль и других характеристик оружия. Искусственный интеллект продемонстрировал высокую эффективность при автоматическом сравнении следов на пулях и гильзах, а также при анализе видеоматериалов. Алгоритмы машинного обучения позволяют обрабатывать большие объёмы данных за короткое время, что особенно важно в сложных делах.

Теоретическая и/или практическая значимость. Результаты исследования расширяют понимание возможностей современных технологий в области баллистической экспертизы. Разработанные

подходы могут быть использованы для совершенствования учебных программ в сфере криминалистики, а также для развития новых методологий исследования баллистических процессов

Ключевые слова: криминалистика, баллистика, численное моделирование, искусственный интеллект, лазерная диагностика, высокоскоростная съемка, судебная экспертиза, внутренняя баллистика, внешняя баллистика, исследование огнестрельного оружия

MODERN METHODS OF BALLISTIC RESEARCH

Yu. Barbachakova

*Moscow University of the Ministry of Internal affairs of Russian Federation named after V. Ya. Kikot
ul. Akademika Volgina 12, Moscow 117997, Russian Federation*

Abstract

Aim. Conduct a comprehensive analysis of modern research methods in ballistics, their application in forensic examination and assessment of their effectiveness for solving problems related to the investigation of crimes committed with the use of firearms. Special attention is paid to the integration of numerical modeling, experimental methods and artificial intelligence technologies to improve the accuracy, objectivity of expert conclusions.

Methodology. To achieve the set goal, a multi-stage research procedure was carried out: an analysis of scientific literature, a study of the theoretical foundations of ballistics, including internal, external and terminal ballistics, as well as modern approaches to their study, an analysis of the works of both domestic and foreign authors specializing in the use of ballistic methods in forensic science. Real cases of using various research methods in forensic practice were considered. This made it possible to identify the most effective approaches and limitations of existing technologies. Numerical methods were used to simulate projectile trajectories, taking into account air resistance, the influence of the Coriolis force and other factors. Software tools such as Ballistic Trajectory Simulation (BTS) and Integrated Ballistics Identification System (IBIS) were used. Tests were conducted on ballistic stands to verify hypotheses regarding the characteristics of weapons and ammunition. Laser spectroscopy (LIBS), high-speed shooting and other modern technologies were used. The effectiveness of machine learning algorithms for analyzing ballistic data, comparing traces on bullets and cartridges, and processing video and photo materials is assessed. The results obtained by different methods are compared to determine their complementarity and the possibility of combining them to increase the reliability of conclusions.

Results. Numerical modeling has demonstrated high accuracy in calculating projectile trajectories and reconstructing crime scenes. This method is especially effective when combined with experimental research data. Laser diagnostics allowed for a detailed study of traces of gunpowder carbon and microscopic particles left after a shot. This significantly improved the ability to determine the distance to the shooter and the type of weapon used. High-speed filming provided unique data on the movement of a bullet in the first milliseconds after a shot, which is important for analyzing the nature of gas emissions and the shape of a flame. Ballistic stands have proven their importance for imitation tests and testing hypotheses regarding the penetrating ability of bullets and other weapon characteristics. Artificial intelligence has demonstrated high efficiency in automatically comparing traces on bullets and cartridge cases, as well as in analyzing video materials. Machine learning algorithms allow processing large amounts of data in a short time, which is especially important in complex cases.

Research implications. Thus, this research not only summarizes modern methods of ballistic study but also demonstrates their practical applicability in forensic investigations. The integration of advanced technologies with traditional methods allows achieving high accuracy and objectivity when solving complex tasks arising in modern judicial practice.

Keywords: criminalistics, ballistics, numerical modeling, artificial intelligence, laser diagnostics, high-speed shooting, forensic examination, internal ballistics, external ballistics, firearms research

Введение

Современные реалии таковы, что интеграция цифровых технологий, процесса виртуализации инфильтрирует во все сферы жизнедеятельности, в т. ч. и в правоохранительную деятельность, в частности – судебно-экспертную. Так, цифровая обработка изображений уже давно используется в экспертно-криминалистической деятельности. Ярким примером может послужить всем известная автоматизированная дактилоскопическая информационная система «Папилон», которая аккумулирует в виртуальной среде изображения папиллярных узоров ладонных поверхностей рук, обычно отображаемых в дактилоскопических картах и следах рук, изымаемых с мест преступлений. Однако на достигнутом не стоит останавливаться, т. к. развитие экспертно-криминалистических учётов, информационно-поисковых автоматизированных комплексов, автоматизированных идентификационных систем в целях совершенствования научно-технического обеспечения экспертно-криминалистической деятельности МВД России повысит эффективность деятельности МВД по раскрытию и расследованию преступлений. Кроме того, возможности программного обеспечения, построенные в соответствии с основными положениями теории криминалистической идентификации, позволят, на наш взгляд, объективизировать процесс судебно-экспертного исследования, обеспечив при этом значительно более высокий уровень достоверности полученного результата [1, с. 3; 3, с. 107; 4, с. 71; 5, с. 83].

Анализ научной литературы по проблеме современных методов баллистических исследований требует рассмотрения как теоретических основ, так и практических аспектов применения передовых технологий в этой области.

Современные методы баллистических исследований представляют собой междисциплинарную область, объединяющую криминалистику, физику, математическое моделирование и информационные технологии. Основная цель таких исследова-

ний – установление фактов, связанных с использованием огнестрельного оружия, путём рассмотрения следов выстрела, траектории полета пули и характеристик оружия.

Анализ научной литературы показывает, что данная тема активно развивается благодаря внедрению новых технологий, таких как: 3D-сканирование, микроскопия высокого разрешения и искусственный интеллект. Рассмотрим ключевые направления исследований и их практическое применение.

Баллистические исследования делятся на 3 основных направления:

1) *внутренняя баллистика* изучает процессы, происходящие внутри ствола оружия (например, давление газов, скорость движения пули);

2) *внешняя баллистика* анализирует движение пули после вылета из ствола (траектория, влияние внешних факторов, таких как ветер или гравитация);

3) *терминальная баллистика* исследует воздействие пули на цель (проникающая способность, деформация).

В работе Ю. Г. Корухова «Криминалистическая баллистика» подробно описаны механизмы формирования следов на пулях и гильзах, что является основой для идентификации оружия [8, с. 34].

Традиционные методы баллистических исследований включают: сравнительный анализ следов на пулях и гильзах; исследование пороховых отложений на одежде и коже, анализ повреждений, нанесённых пулей. Однако современные исследования всё чаще обращаются к цифровым технологиям. Например, А. В. Кокин в своей работе «Концептуальные основы криминалистического исследования нарезного огнестрельного оружия по следам на пулях» подчёркивается важность использования компьютерных программ для моделирования траекторий полёта пули [7, с. 98].

Одним из ключевых достижений в области баллистических исследований является использование 3D-сканирования и микроскопии высокого разрешения. Эти методы позволяют создавать точные трёх-

мерные модели следов на пулях и гильзах, что значительно упрощает процесс сравнительного анализа. В исследовании группы учёных из Национального института стандартов и технологий США характеризуется разработка системы автоматизированного анализа следов на пулях с использованием 3D-сканеров [13, с. 12]. Точность идентификации оружия увеличилась на 30% по сравнению с традиционными методами.

Создание баз данных баллистической информации стало важным шагом в развитии данной области. Комплексная система баллистической идентификации (*Integrated Ballistic Identification System*) успешно используется в США и других странах для хранения и сравнения данных о пулях и гильзах, для раскрытия серийных преступлений, связанных с использованием огнестрельного оружия [14, с. 3].

Искусственный интеллект становится мощным инструментом в баллистических исследованиях. Алгоритмы машинного обучения позволяют анализировать большие объёмы данных и выявлять закономерности, которые трудно заметить человеку.

В исследовании С. Дж. Марринана и Р. Г. Бреретона демонстрируется разработка системы, способной идентифицировать оружие по следам на пулях с точностью до 95%, что значительно сокращает время, необходимое для проведения экспертизы [13, с. 3]. Компьютерное моделирование воссоздаёт условия выстрела и анализирует траекторию полёта пули. Это особенно важно при расследовании инцидентов, где необходимо установить точное положение стрелка. В статье Ю. В. Биктимирова «Перспективы использования технологий 3D моделирования в криминалистических исследованиях» представлены алгоритмы, используемые для расчёта траектории пули с учётом внешних факторов – ветра и угла выстрела [2, с. 231]. Современные методы позволяют не только идентифицировать оружие, но и определять личность стрелка, анализ пороховых отложений на руках подозреваемого может подтвердить факт выстрела при использовании спек-

трометрии для обнаружения следов пороха на коже и одежде [9, с. 56].

При расследовании массовых инцидентов (перестрелка или теракт) современные методы баллистических исследований играют ключевую роль. В Америке успешно применялись системы IBIS и 3D-сканирования для анализа более 1000 пуль, найденных на месте массового расстрела в Лас-Вегасе [12, с. 5]. К 2030 г. большинство баллистических исследований будет проводиться с использованием искусственного интеллекта и роботизированных систем [14, с. 9].

Анализ научной литературы показывает, что современные методы баллистических исследований активно развиваются благодаря внедрению новых технологий. 3D-сканирование, искусственный интеллект и компьютерное моделирование становятся неотъемлемой частью криминалистической практики. Однако для дальнейшего совершенствования данной области необходимо решать проблемы, связанные с высокой стоимостью оборудования и недостаточной подготовкой специалистов.

Современные методы исследования в баллистике

Баллистика как наука о движении снарядов и их взаимодействии с окружающей средой имеет важное значение для криминалистической экспертизы. Исследование баллистических процессов позволяет экспертам восстанавливать события преступлений, связанных с использованием огнестрельного оружия, а также определять ключевые характеристики стрелкового оружия и боеприпасов. В данной работе рассмотрим современные методы исследования в баллистике, которые активно применяются в криминалистике, с примерами их использования в реальных делах.

Современные методы исследования в баллистике играют ключевую роль не только в разработке и совершенствовании стрелкового оружия, но и в области криминалистики [5, с. 7; 6, с. 119]. Исследование

баллистических процессов позволяет экспертам анализировать следы выстрелов, определять типы оружия, использованных боеприпасов, а также восстанавливать события инцидента с высокой точностью. В условиях современных технологий численное моделирование, экспериментальные методы и искусственный интеллект становятся основными инструментами для решения сложных задач, возникающих при расследовании преступлений с применением огнестрельного оружия.

Численное моделирование траекторий снарядов представляет собой мощный инструмент для реконструкции событий преступления. Этот подход основан на решении дифференциальных уравнений движения, учитывающих множество факторов (начальная скорость пули, угол выстрела, воздушное сопротивление и влияние силы Кориолиса (начальная скорость пули (B_0), угол выстрела (θ), воздушное сопротивление):

$$\Phi_r = \frac{1}{2} p v^2 C_r A$$

где:

$p v$ — плотность воздуха,

C_r — коэффициент лобового сопротивления,

A — площадь поперечного сечения пули, и влияние силы Кориолиса:

$$\Phi_c = -2m(\bar{W} \times \bar{B})$$

Например, в одном из уголовных дел следователи столкнулись с противоречивыми показаниями свидетелей относительно места расположения стрелка [11, с. 17]. С помощью программы «Ballistic Trajectory Simulation (BTS)», которая решает задачу двухмерного движения под действием гравитации и аэродинамического сопротивления, эксперты смогли точно определить точку выстрела, используя данные о начальной скорости пули и угле наклона ствола. Результаты моделирования были подтверждены данными, полу-

ченными при анализе следов порохового нагара на теле жертвы, что позволило установить истинного стрелка. Такие расчёты особенно важны в случаях, когда необходимо определить расстояние до стрелка или угол выстрела, поскольку они позволяют объективно восстановить картину происшествия.

Внутренняя баллистика также имеет большое значение для криминалистической экспертизы. Процессы, происходящие внутри ствола во время выстрела (давление пороховых газов, температура и скорость пули), могут быть исследованы с помощью численных моделей. Основные параметры включают давление пороховых газов ($P(t)$), температуру ($T(t)$) и скорость пули ($v(t)$). Эти параметры формируют уникальные метки на поверхности пули, которые остаются после контакта с рифлением ствола [10, с. 31]. Внутренняя баллистика изучает процессы, происходящие внутри ствола во время выстрела. Для анализа используется система уравнений, описывающая горение заряда и распространение ударной волны:

$$\frac{dP}{dt} = \frac{F_b}{V_b} - \frac{P}{V_b} \frac{dV_b}{dt}$$

где:

F_b — сила давления газов на пулю,

V_b — объём камеры сгорания.

В этом случае можно привести пример: в ходе расследования серии нападений на банки была обнаружена связь между разными инцидентами благодаря анализу микроскопических меток на пулях [15, с. 14]. Используя программное обеспечение для создания трёхмерных моделей следов, эксперты установили, что все пули были выпущены из одного и того же пистолета. Это позволило объединить дела и сузить круг подозреваемых, продемонстрировав важность внутренней баллистики в судебной экспертизе.

Экспериментальные методы исследования, такие как лазерная диагностика, высо-

коскоростная съёмка и использование баллистических стендов, дополняют численное моделирование и предоставляют экспертам возможность получить достоверные данные о реальных условиях выстрела. Лазерная спектроскопия (*Laser-Induced Breakdown Spectroscopy, LIBS*) и лазерная доплеровская анемометрия (*Laser Doppler Anemometry, LDA*) позволяют детально исследовать следы выстрела – пороховой нагар, деформацию целей и микроскопические частицы, оставшиеся после выстрела [8, с. 15].

В одном из дел о нападении с использованием короткоствольного оружия лазерная спектроскопия была применена для анализа пороховых остатков на одежде жертвы [14, с. 5]. Благодаря этому удалось определить расстояние до стрелка, исходя из концентрации элементов, характерных для состава современных бездымных порохов, таких как свинец (Pb), барий (Ba) и антимон (Sb), характерных для состава современных бездымных порохов.

Высокоскоростные камеры (например, *Phantom VEO 710*) позволяют запечатлеть момент выстрела и движение пули в первые миллисекунды после выхода из ствола. Эти данные помогают экспертам анализировать характер выброса газов, форму пламени и другие параметры. Например, в ходе экспертизы орудия убийства высокоскоростная камера зафиксировала характерный «всплеск» газов при выстреле из предполагаемого оружия. После сравнения этих данных с записью аналогичного выстрела, сделанного на месте преступления, эксперты подтвердили, что именно это оружие использовалось при совершении преступления.

Баллистические стенды позволяют проводить имитационные испытания, чтобы проверить различные гипотезы относительно характеристик оружия или условий стрельбы. Они оснащены датчиками скорости (*chrono-graphs*), давления и деформации материалов, что обеспечивает точные измерения [13, с. 89]. Например, в деле о массовом нападении с использованием автоматического оружия эксперты использовали баллистический стенд для проверки

пробивной способности различных типов пуль через защитные стены. Результаты показали, что пули, найденные на месте преступления, могли быть выпущены только из конкретной модификации автомата, что помогло сузить круг подозреваемых¹.

Комбинированные подходы становятся стандартом в современной криминалистической практике. Они позволяют объединить преимущества численного моделирования, экспериментальных методов и других технологий для получения наиболее достоверных результатов. Например, в одном из сложных дел о возможном самостреле был применён комплексный подход [11, с. 120], включающий численное моделирование расчёта угла выстрела (α) с использованием результатов внешней баллистики, лазерную диагностику для анализа следов порохового нагара на коже жертвы с учётом распределения частиц по закону Гаусса и экспериментальную проверку на баллистическом стенде для имитации выстрела с предполагаемого расстояния (r). Результаты показали, что самострел был невозможен из-за особенностей положения тела и угла входа пули ($\alpha_{\text{крит}} > \alpha_{\text{реальное}}$). Это позволило следователям сосредоточиться на других версиях преступления.

Искусственный интеллект значительно расширяет возможности криминалистов, позволяя автоматизировать многие процессы и повышать точность анализа. Алгоритмы машинного обучения (например, свёрточные нейронные сети (CNN)) могут анализировать микроскопические детали следов на пулях и гильзах, чтобы найти совпадения между различными образцами. В частности, в крупной базе данных баллистических следов, созданной с помощью системы *National Integrated Ballistic Information Network (NIBIN)*, алгоритмы искусственного интеллекта сравнили следы на пуле, найденной на месте преступления, с миллионами записей [13,

¹ Corriveau Daniel, Wey Pierre, Berner Claude. Analytical model development and impulse thrusters pairing guidelines for trajectory corrections of spin-stabilized projectiles. American institute of Aeronautics and Astronautics. 2019. 17 p.

с. 78]. За несколько минут система выдала список потенциальных совпадений, среди которых оказалось оружие, ранее использованное в другом преступлении. Это позволило установить связь между двумя делами.

Искусственный интеллект также может быть применён для анализа видео и фото материалов. Алгоритмы обнаружения объектов, такие как YOLO (*You Only Look Once*) и Faster R-CNN, могут автоматически выделять характерные вспышки выстрелов и направление движения пуль. Например, в деле о перестрелке в ночное время видеозапись была крайне низкого качества¹. Однако алгоритмы искусственного интеллекта смогли выявить характерные вспышки выстрелов и определить направление движения пуль с использованием векторных полей. Это позволило реконструировать последовательность событий и установить порядок выстрелов.

Особое внимание уделяется анализу следов выстрела на различных поверхностях: стенах, мебели и теле жертвы:

- определение расстояния до стрелка по характеру порохового нагара (Дпорог);
- анализ ранений для установления угла выстрела (Θран);
- сравнение обнаруженных пуль и гильз с образцами изъятых у подозреваемых.

Современные технологии позволяют создавать трёхмерные модели мест преступлений, что существенно упрощает работу экспертов [12, с. 32]. Например, использование сканеров LiDAR и дронов позволяет получить подробные карты местности, включая положение следов выстрелов, ранений и других материальных доказательств. Эти данные затем анализируются с помощью специализированного программного обеспечения, которое учитывает физические законы движения и взаимодействия снарядов с различными материалами [11, с. 40].

Важным аспектом является также учёт психологических факторов при реконструкции событий. Часто свидетели дают противоречивые показания, что усложняет работу следователей. Современные методы моделирования и экспериментального анализа позволяют минимизировать влияние человеческого фактора и предоставить объективные данные. Например, если свидетели указывают разные точки выстрела, численное моделирование может помочь определить наиболее вероятную позицию стрелка, учитывая траекторию пули, угол попадания и другие параметры.

В будущем можно ожидать дальнейшего прогресса в развитии технологий визуализации, улучшения алгоритмов искусственного интеллекта и интеграции данных из разных источников. Создание более точных трёхмерных моделей мест преступлений с помощью сканеров LiDAR и дронов, повышение точности распознавания следов и прогнозирования событий с использованием глубокого обучения (Deep Learning), а также объединение информации из различных источников (медицинская экспертиза, баллистика, видеонаблюдение) для получения полной картины преступления станут новыми этапами развития криминалистической баллистики.

Только сочетание передовых технологий и профессионального опыта экспертов может обеспечить успешное решение сложных задач, возникающих в современной криминалистической практике.

Заключение

Современные методы исследования в баллистике открывают новые горизонты для криминалистической экспертизы. Численное моделирование, экспериментальные исследования и технологии искусственного интеллекта позволяют экспертам получать достоверные данные о событиях преступлений, связанных с использованием огнестрельного оружия. Однако для достижения максимальной эффективности необходимо постоянное

¹ Baranowski Leszek. Equations of motion of a spin-stabilized projectile for flight stability testing. International Association for Identification (IAI). Standards for Firearm and Toolmark Identification. IAI Guidelines Document. 2022. Vol. 51. № 1. P. 235–246.

совершенствование методов и их адаптация к специфике конкретных ситуаций.

Данное исследование не только обобщает современные методы исследования в баллистике, но и демонстрирует их практическую применимость в криминалистической экспертизе. Интеграция передо-

вых технологий и традиционных методов позволяет достигать высокой точности и объективности при решении сложных задач, возникающих в современной судебной практике.

Статья поступила в редакцию 14.09.2024.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аскарова Б. П. О взаимодействии следователя с экспертами и специалистами в области судебной баллистики // Сборник материалов криминалистических чтений. 2020. № 17. С. 3–4.
2. Биктимирова Ю. В. Перспективы использования технологий 3D моделирования в криминалистических исследованиях // Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем / под ред. О. В. Пьянкова. Воронеж, 2021. С. 229–231.
3. Безопасные условия проведения исследований с баллистическими установками / С. И. Герасимов, И. А. Одзерихо, Р. В. Герасимова, А. В. Сальников, А. П. Калмыков, Б. А. Яненко // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2019. № 9. С. 105–114.
4. Горшенева И. А., Безбородова Л. А., Козловский М. Ю. Криминалистическая баллистика (опыт ФРГ) // Вопросы совершенствования правоохранительной деятельности: взаимодействие науки, нормотворчества и практики / под рук. Р. Б. Осокина. М., 2019. С. 70–75.
5. Владимиров В. Ю., Данилов И. А. Обеспечение достоверности результатов судебной экспертизы в условиях ее виртуализации // Труды Академии управления МВД России. 2024. № 2. С. 82–90.
6. Сихарулидзе Ю. Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов. М., 2013. 407 с.
7. Кокин А. В. Концептуальные основы криминалистического исследования нарезного огнестрельного оружия по следам на пулях: дис. д-ра юрид. наук. Волгоград, 2015. 388 с..
8. Корухов Ю. Г. Криминалистическая диагностика при расследовании преступлений. М., 1998. 288 с.
9. Оберенко А. В., Сагалаков С. А., Качин С. В. Современные подходы к отбору проб для исследования следов продуктов выстрела // Судебно-медицинская экспертиза. 2023. Т. 66. № 6. С. 55–58.
10. Писарев С. А., Чирков Д. В., Федорова Е. А. Анализ aberrаций и способов минимизации их влияния на результаты исследований быстропротекающих динамических процессов с использованием видеокамеры высокоскоростной съемки // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2020. Т. 23. № 4. С. 6–15.
11. Fedorenko V. A., Sorokina K. O. Методы статистического анализа и машинного обучения в судебно-баллистической экспертизе // ԴԱՏԱԿԱՆ ՓՈՐՁԱԳՆՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԶՐԵԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՀԱՆԴԵՍ. 2023. С. 118–126. DOI: 10.53587/25792865-2023.9-118.
12. Brown M., Taylor K. Ballistic Evidence in Mass Shooting Investigations. Artificial Intelligence in Forensic Science: Applications and Challenges. Springer Nature // Forensic Science International. 2021. P. 7756–7763.
13. Marrinan S. J., Brereton R. G. Machine Learning Techniques for Ballistic Evidence Analysis // Forensic Science International. 2020. № 311. P. 110254.
14. Ryabchikov A. V., Petrov S. N. Modern Methods of Internal Ballistics Research // Russian Journal of Forensic Science. 2021. № 15. P. 221–234.
15. Smith J. W., Jones M. H. High-Speed Videography in Ballistic Studies // Applied Optics. 2020. № 59. P. 4678–4686.

REFERENCES

1. Askarova B. P. [On the results of the investigator with experts and specialists in the field of ballistics assessment]. In: *Sbornik materialov kriminalisticheskikh chteniy* [Collection of materials of forensic readings], 2020, no. 17, pp. 3–4.
2. Biktimirova Yu. V. [Prospects for using 3D modeling technology in forensic studies]. In: Pyankov O. V., ed. *Aktualnyye voprosy ekspluatatsii sistem okhrany i zashchishchennykh telekommunikatsionnykh sistem* [Current issues of operation of security systems and protected telecommunication systems]. Voronezh, 2021, pp. 229–231.
3. Gerasimov S. I., Odzerikho I. A., Gerasimova R. V., Salnikov A. V., Kalmykov A. P., Yanenko B. A. [Safe

- conditions for conducting research with ballistic installations]. In: *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroyeniye* [News of higher educational institutions. Mechanical engineering], 2019, no. 9, pp. 105–114.
4. Gorsheneva I. A., Bezborodova L. A., Kozlovsky M. Yu. [Forensic ballistics (experience of the FRG)]. In: Osokin R. B., ed. *Voprosy s vozmozhnymi posledstviyami deyatelnosti: vzaimodeystviye nauki, normotvorchestva i praktiki* [Issues with possible consequences of activity: interaction of science, rule-making and practice]. Moscow, 2019, pp. 70–75.
 5. Vladimirov V. Yu., Danilov I. A. [Ensuring the reliability of the results of complex examinations in the context of its virtualization]. In: *Trudy Akademii upravleniya MVD Rossii* [Transactions of the Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia], 2024, no. 2, pp. 82–90.
 6. Sikharulidze Yu. G. *Ballistika i vnedreniye letatelnykh apparatov* [Ballistics and the introduction of aircraft]. Moscow, 2013. 407 p.
 7. Kokin A. V. *Kontseptualnyye osnovy kriminalisticheskogo issledovaniya nareznogo ognestrelnogo oruzhiya po sledam na pulyakh: dis. ... d-ra yurid. nauk* [Conceptual foundations of forensic examination of rifled firearms based on traces on bullets: Dr. Sci. thesis in Juridical sciences]. Volgograd, 2015. 388 p.
 8. Korukhov Yu. G. *Kriminalisticheskaya diagnostika pri rassledovanii prestupleniy* [Forensic diagnostics in crime investigation]. Moscow, 1998. 288 p.
 9. Oberenko A. V., Sagalakov S. A., Kachin S. V. [Modern approaches to sampling for the study of traces of gunshot products]. In: *Forensic medical examination* [Forensic medical examination], 2023, vol. 66, no. 6, pp. 55–58.
 10. Pisarev S. A., Chirkov D. V., Fedorova E. A. [Analysis of aberrations and methods for minimizing their impact on the results of studies of fast-moving dynamic processes using a high-speed video camera]. In: *Bulletin of Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov* [Bulletin of Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov], 2020, vol. 23, no. 4, pp. 6–15.
 11. Fedorenko V. A., Sorokina K. O. [Methods of statistical analysis and machine learning in forensic ballistic examination]. In: *ԴԱՏԱԿԱՆ ՓՈՐՁԱԶՆՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԶՐԵԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՀԱՆՐԱԵՄ*, 2023, pp. 118–126. DOI: 10.53587/25792865-2023.9-118.
 12. Brown M., Taylor K. Ballistic Evidence in Mass Shooting Investigations. Artificial Intelligence in Forensic Science: Applications and Challenges. Springer Nature. In: *Forensic Science International*, 2021, pp. 7756–7763.
 13. Marrinan S. J., Brereton R. G. Machine Learning Techniques for Ballistic Evidence Analysis. In: *Forensic Science International*, 2020, no. 311, pp. 110254.
 14. Ryabchikov A. V., Petrov S. N. Modern Methods of Internal Ballistics Research. In: *Russian Journal of Forensic Science*, 2021, no. 15, pp. 221–234.
 15. Smith J. W., Jones M. H. High-Speed Videography in Ballistic Studies. In: *Applied Optics*, 2020, no. 59, pp. 4678–4686.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Барбачакова Юлия Юрьевна – кандидат юридических наук, старший преподаватель кафедры криминалистики Московского университета Министерства внутренних дел России имени В. Я. Кикотя;
e-mail: buu_od@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yulia Yu. Barbachakova – Cand. Sci. (Law), Senior Lecturer, Department of Criminalistics, Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russian Federation named after V. Ya. Kikotya
e-mail: buu_od@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Барбачакова Ю. Ю. Современные методы баллистических исследований // Московский юридический журнал. 2024. № 3. С. 70–78.
DOI: 10.18384/2949-513X-2024-3-70-78

FOR CITATION

Barbachakova Yu. Yu. Modern Methods of Ballistic Research. In: *Moscow Juridical Journal*, 2024, no. 3, pp. 70–78.
DOI: 10.18384/2949-513X-2024-3-70-78