

К ОБОСНОВАНИЮ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРЕНИЯ СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

TOWARDS THE JUSTIFICATION OF THE ACCURACY CHARACTERISTICS OF MEASURING THE PROPERTIES OF FORENSIC EXAMINATION OBJECTS

Мистров Л.Е., д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры правовой информатики, информационного права и естественнонаучных дисциплин Центрального филиала Российского государственного университета правосудия им. В.М. Лебедева (Воронеж, Россия)

Алферова П.А., студентка юридического факультета: судебная экспертиза Центрального филиала Российского государственного университета правосудия им. В.М. Лебедева (Воронеж, Россия)

Кашченко Т.А., студентка юридического факультета: судебная экспертиза Центрального филиала Российского государственного университета правосудия им. В.М. Лебедева (Воронеж, Россия)

Толчеева А.Ю., студентка юридического факультета: судебная экспертиза Центрального филиала Российского государственного университета правосудия им. В.М. Лебедева (Воронеж, Россия)

Mistrov L.E., Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Legal Informatics, Information Law and Natural Sciences of the Central Branch of the Russian State University of Justice named after V.M. Lebedev (Voronezh, Russia)

Alferova P.A., law student: forensic examination, Central Branch of the Russian State University of Justice named after V.M. Lebedev (Voronezh, Russia)

Kashchenko T.A., law student: forensic examination, Central Branch of the Russian State University of Justice named after V.M. Lebedev (Voronezh, Russia)

Tolcheeva A.Yu., law student: forensic examination, Central Branch of the Russian State University of Justice named after V.M. Lebedev (Voronezh, Russia)

Предлагается методический подход к определению и обоснованию достоверности и точностных характеристик объектов (составных частей) судебной экспертизы, заданной представителями суда или следственного комитета и осуществляемой экспертами с помощью специальной измерительной аппаратуры в различных физических полях. В основу подхода положен поиск оптимального решения экспертом путем проведения измерения существенных свойств объектов, обработки результатов, определения точностных характеристик при заданных значениях среднеквадратического отклонения их случайных величин. При оценивании же многомерного случайного вектора характеристик объекта используется распределение Хоттенлинга, обеспечивающее нахождение в доверительной области гарантированных оценок их значений. Для упрощения расчетов используется метод Лагранжа, применение которого позволяет разработать вычислительный алгоритм решения поставленной задачи.

Ключевые слова: объект, судебная экспертиза, достоверность, точность, эксперт, измерение, метод, оптимизация, доверительный интервал, гарантированная оценка, алгоритм.

Для цитирования: Мистров Л.Е., Алферова П.А., Кашченко Т.А., Толчеева А.Ю. К обоснованию точностных характеристик измерения свойств объектов судебной экспертизы // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2026. № 2(89). С. 16–21.

A methodological approach is proposed for determining and substantiating the reliability and accuracy of forensic examination objects (components) commissioned by court or investigative committee representatives and performed by experts using specialized measuring equipment in various physical fields. The approach is based on the expert's search for an optimal solution by measuring the essential properties of the objects, processing the results, and determining the accuracy characteristics for given values of the standard deviation of their random variables. When estimating a multidimensional random vector of object characteristics, the Hottenling distribution is used, ensuring that guaranteed estimates of their values are located within the confidence region. To simplify calculations, the Lagrange method is used, enabling the development of a computational algorithm for solving the problem.

Keywords: object, forensic examination, reliability, accuracy, expert, measurement, method, optimization, confidence interval, guaranteed estimate, algorithm.

For citation: Mistrov L.E., Alferova P.A., Kashchenko T.A., Tolcheeva A.Yu. Towards the justification of the accuracy characteristics of measuring the properties of forensic examination objects. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2026;2(89):16–21. (In Russ.).

ВВЕДЕНИЕ

Судебная экспертиза выступает в роли одной из форм целенаправленного применения научно-технических достижений, средств и способов интеграции специальных знаний в различных видах судопроизводства¹. Благодаря ее научно-техническим возможностям устанавливаются те или другие данные, являющиеся определяющими для принятия решений судьями при разрешении уголовных, гражданских, арбитражных и административных конфликтов. Она проводится на основании определения суда или постановления следователя с параллельной детерминацией существенных вопросов экспертами различных ведомств, таких как МВД РФ, Министерство обороны, МЧС, Минюст России, СК, ФСБ РФ, а также экспертами Федеральной таможенной службы. Обязательным условием ее проведения является предоставление экспертам всех требуемых материалов наряду с установлением процессуальных сроков для оформления и сдачи экспертного заключения. Основу принятия решений экспертами по установлению существенных свойств (характеристик) объектов судебной экспертизы составляют требования достоверности и точности измерения их характеристик, сопоставимости по временным параметрам, полноты информационного наполнения и актуальности представленных материалов². Понятие достоверности информации в контексте судопроизводства охватывает ее количественные и качественные свойства, отражающие свойства данных, характеризующихся точностью, правдивостью и соответствием реальной действительности. Особое внимание уделяется выявлению коррелирующих свойств и их взаимозависимости для более точного определения особенностей и вариационности характеристик объекта [1].

На основе анализа нормативно-правовой документации и научных источников для применяемых в судебной экспертизе методик определены ключевые параметры оценки, направленные на улучшение возможностей метрологических характеристик применяемых методик (специфичность, линейность, чувствительность, диапазон определяемых величин, предел обнаружения и предел количественного определения) и формирование показателей качества методики, охватывающих прецизионность, правильность, точность результата анализа. При этом экспертами уделяется большое внимание не только установлению тех или иных свойств объекта, но и объяснению причин их изменения, оценке устойчивости выявленных характеристик

к множеству внешних и внутренних условий функционирования объекта, а также их идентификационной значимости. Акцентируется внимание на комплексной оценке двух критически важных аспектов: надежности применяемой методики и уровня компетентности привлекаемого эксперта. Результаты измерения свойств объекта формулируются на основе комплексной оценки всех выявленных признаков (существенных характеристик) с учетом их значимости и достоверности, их систематизации и логического обоснования, которые представляются в форме заключения эксперта.

Определяющей при измерении свойств объектов в судебной экспертизе является информация, получение которой экспертами сопряжено со значительными трудностями. Это связано в первую очередь с большим числом разнотипных элементов в структуре объекта экспертизы [2, 3] и измеряемых их существенных характеристик (например, отдельные волокна, пыльца, микрочастицы стекла или металла для объектов с размерами менее 0,1 мм, ультрамикрочастицы или до 2 мм микрообъекты сложно фиксировать и анализировать), влияющих на процессы принятия решений [4] как экспертами, так и обеспечиваемыми ими представителями суда и следственного комитета. Также одной из проблем является необходимость анализа качества изображений, которые могут быть искажены или повреждены, что требует от экспертов высокой квалификации и опыта для работы со специализированными программами для обработки и улучшения качества изображений [5]. Кроме того, химический анализ образцов может столкнуться с трудностями, связанными с изменением свойств материалов в процессе их хранения и транспортировки. При проведении почерковедческой экспертизы эксперты сталкиваются с разнообразием стилей письма и индивидуальными особенностями, что усложняет процесс идентификации. В медицинских и анатомических заключениях важным аспектом является точность измерений, которая зависит от технических возможностей используемого измерительного оборудования [6]. Также стоит отметить, что современные технологии, такие как геолокация мобильных телефонов, предоставляют дополнительные данные для экспертизы, однако их использование может вызвать юридические и этические вопросы. В целом, несмотря на важность достаточности информации, в реальной практике суды часто сталкиваются с проблемами неточности и недостаточности данных по делу. Поэтому ключевую роль в обеспечении отправления справедливого правосудия играет наличие достоверной информации, которая позволяет судье объективно оценить все аспекты дела [1]. Это актуализирует для экспертов задачу поиска и разработки новых подходов, методов и измерительных устройств для осуществления анализа и обработки данных. Обоснование точностных характеристик измерения свойств объектов экспертизы, направленных на повышение достоверности представляемой информации

¹ Федеральный закон от 31.05.2001 № 73 (ред. от 22.07.2024) «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации», ст. 8 «Объективность, всесторонность и полнота исследований».

² Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации: федер. закон: [принят Гос. Думой 23 октября 2002 г.: одобрен Советом Федерации 30 октября 2002 г.: ред. от 1 июля 2021 г.], ст. 84 «Порядок проведения экспертизы».

в интересах улучшения качества отправляемого правосудия при одновременном снижении сроков рассмотрения дел, определило цель и содержание предлагаемой статьи.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Определим методы и средства, используемые экспертами при проведении исследований в виде информационно-измерительной системы (ИИС) сбора и обработки информации, где устройства сбора информации обеспечивают решение задачи измерения свойств объектов (составных частей) экспертизы с помощью некоторых измерительных устройств. При этом в качестве измерительных устройств могут рассматриваться имеющие различное назначение отдельные устройства специальной контрольно-проверочной аппаратуры, работающие в различных физических полях (в том числе и перекрывающихся). Результаты измерений могут носить как количественный, так и качественный характер, например качественное определение количества вещества вблизи предела обнаружения (limit of detection – LoD) или полуколичественное вблизи LoQ (limit of quantitation) [7]. К качественным свойствам относят категориальные данные, характеризующиеся присвоением каждой единице наблюдения определенной номинальной категории исходя из присущего ей специфического качества. Особой разновидностью таких данных выступают порядковые показатели, которые предоставляют возможность ранжирования объектов – установления их последовательности по степени выраженности исследуемого признака. При этом порядковые данные позволяют лишь констатировать относительное преобладание или недостаток качества у сравниваемых объектов, но не дают возможности количественно измерить разницу между ними. Информация об измеренных характеристиках объектов в виде детерминированных величин (оценок) используется экспертами для анализа, обобщения, проведения частной и комплексной оценки и принятия экспертного решения (заключения), оптимизирующего целевую функцию работы эксперта, а также представителей заказчика экспертизы.

До настоящего времени требования, предъявляемые к точности и достоверности определения свойств – существенных характеристик объектов (составных частей) экспертизы специальными измерительными устройствами, выбираются исходя из оценок, формируемых экспертами или внешними условиями, определяемыми наличием у них требуемой специальной контрольно-проверочной аппаратуры.

В общем случае точность полученных оценок характеристик объектов с помощью измерительных устройств (в частности, их среднеквадратического отклонения) существенно влияет на качество и устойчивость принятия решения экспертом. Это обуславливает осуществление поиска решения задачи в следующей постановке: требуется

определить с помощью имеющегося R ресурса измерительных устройств специальной контрольно-проверочной аппаратуры показатели качества x характеристик объекта экспертизы, изоморфные его установленным ϖ реальным свойствам, то есть принятие решения экспертом должно заключаться в выборе решения, удовлетворяющего условию

$$F(x^*, r^*) = \underset{r \in R}{\text{opt}} F(x, r^*) \Leftrightarrow O(\varpi); \quad R = \text{const}, \quad (1)$$

где F – функция, описывающая зависимость между оценкой качества характеристик объекта (x) и ресурсом измерительных устройств (r);

O – это оператор соответствия (или отображение) реальных свойств объекта; значения с $(*)$ – оптимальные значения;

x^* – оценка математического ожидания качества измеряемых реальных характеристик объекта;

$r \in R$ – ресурс измерительных устройств специальной контрольно-проверочной аппаратуры, используемый экспертом.

В соответствии с теорией принятия решений [8] решение задачи оптимизации функционала вида (1) осуществляется на основе вычисления $M[x_i]$ математического ожидания значения случайных i -х величин x_i в виде

$$M[F(r; x)] = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} f(x_1, \dots, x_n) F(r; x) dx_1 \dots dx_n, \quad (2)$$

при подстановке которых в функционал (1), преобразуя его к решению уже детерминированной задачи.

Проведение расчетов в соответствии с выражением (2) гарантирует получение в среднем наилучших оценок в предположении многократного решения задачи оптимизации для различных вероятных значений случайных величин. Решение в этом случае оказывается единственным, так как вероятностная модель в этом случае сведена к детерминированной путем замены случайных величин их математическими ожиданиями, или случайного целевого функционала его математическим ожиданием. Важный аспект подтверждения соответствия всех применяемых судебно-экспертных методик измерений сводится к эмпирическому подтверждению воспроизводимости получаемых результатов.

2. МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Как правило, измерение характеристик объектов производится в течение сравнительно короткой продолжительности, так что как бы получается мгновенный «срез» существенных свойств объекта в проводимом эксперименте в предположении высоких требований к точности и достоверности определения характеристик. Следующий цикл из-

мерения (уточнения) экспертом обеспечивает получение другого временного среза эксперимента, то есть характеристики объекта за время измерения практически не изменяются, и точность их определения зависит только от точности используемых экспертом измерительных устройств. Исходя из этого задача измерения характеристик объекта (его составных частей) экспертизы в этом случае будет состоять в построении экспертом оценки, наилучшим образом приближающейся к истинному значению той или иной измеряемой характеристики. Известно [9], что наилучшей оценкой в этом случае является среднеарифметическое выборки, определяемой в виде

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (3)$$

где n – количество произведенных измерений.

Вследствие незнания экспертом точного значения вектора характеристик x^0 объекта (его составных частей), на основе которого принимается решение, использование экспертом вместо него значения $\bar{x}$ может привести к отклонению полученного решения от потенциального, полученного в предположении наличия точной информации о векторе x^0 .

В [9, 10], направленных на решение задач структурно-параметрического синтеза различного типа измерительных устройств, исследуется вопрос об устойчивости принятых решений на основе анализа малых вариаций характеристик, не приводящих к изменению самого решения. При решении же задач разработки экспертного решения важным является не получение значения вектора оптимальных решений, а сохранение значения целевого функционала в заданных (допустимых) пределах. Действительно, два разных решения, r_1^0 и r_2^0 , можно считать эквивалентными, если

$$| \underset{r \in R}{\text{opt}} F(r, \bar{x}_1) - \underset{r \in R}{\text{opt}} F(r, \bar{x}_2) | \leq \Delta, \quad (4)$$

где Δ – заданная величина отклонения целевого функционала.

Таким образом, если разрабатываемые решения эксперта позволяют получить значения целевой функции, отличающиеся друг от друга не более чем на некоторую заданную величину Δ , то в этом случае, эти решения можно считать эквивалентными.

Значения Δ , имеющие смысл допустимого отклонения качества решения эксперта, могут задаваться заказчиками экспертизы исходя из требований реализации ими эффективных решений по разрешению или установлению инициаторов конфликта. Фактически значение Δ имеет смысл потерь реального качества решения от потенциального качества, которое могло бы быть достигнуто при $n = \infty$.

Вследствие проведения экспертом для измерения характеристик объекта n -го количества измерений для решения данной задачи возможно использовать методы статистического анализа [9, 11]. Из закона больших чисел [9] следует, что при количестве наблюдений $n = \infty$ случайные значения характеристик $\bar{x}$ объекта стремятся к их математическим ожиданиям $\bar{x} \rightarrow M[x]$, то есть при $n = \infty$ оценки $\bar{x}$ совпадают с точными значениями x^0 . В этом случае будет иметь место только одно оптимальное решение

$$F(r^0, x^0) = \underset{r \in R}{\text{opt}} F(r, x^0). \quad (5)$$

Но в реальных случаях n всегда конечно, поэтому вместо оценки x^0 реально получается оценка $\bar{x}$. Учитывая, что в подавляющем большинстве случаев при измерениях распределение случайной величины является нормальным, то доверительные интервалы для значения x_i^0 возможно представить в виде

$$\bar{x}_i - t_\beta \frac{S_i}{\sqrt{n}} \leq x_i^0 \leq \bar{x}_i + t_\beta \frac{S_i}{\sqrt{n}}, \quad (6)$$

где $\bar{x}_i$ – среднее значение n измерений случайной величины x_i ;

S_i – оценка среднеквадратического отклонения измерения случайной величины x_i ;

t_β – параметр распределения Стьюдента с β % уровнем значимости.

Сущность данного интервального оценивания экспертом характеристик объекта (его составных частей) применительно к задаче определения точностных параметров измерительных устройств специальной контрольно-поверочной аппаратуры состоит в том, что при задании определенного β , равного 0,05 или 0,01 и т.д., можно утверждать с надежностью $1 - \beta$, что данный интервал накроет истинное значение математического ожидания величины x_i . Так как неизвестно нахождение точного значения x^0 внутри доверительной области, то для получения гарантированной оценки вариации целевого функционала воспользуемся понятием вариации в ее статистическом смысле на основе разности между максимальным и минимальным его значениями в выборке [9, 12]

$$| \max_{x \in L} \underset{r \in R}{\text{opt}} F(r, x) - \min_{x \in L} \underset{r \in R}{\text{opt}} F(r, x) | \leq \Delta. \quad (7)$$

В случае оценивания экспертом многомерного случайного вектора характеристик объекта $\bar{x}$ экспертизы с помощью измерительных устройств вместо распределения Стьюдента ему для определения доверительных областей, возможно использовать распределение T^2 – Хоттелинга. Тогда доверительная область представится выражением [13]

$$\sum_{ij=1}^k x_{ij}(\bar{x}_i - \mu_i)(\bar{x}_j - \mu_j) \leq T_p^2 \quad (4)$$

где x_{ij} – элементы матрицы S^1 ; $T_p^2 - p\%$ – значение распределения Хоттелинга.

Вычисление функционала (7) связано со значительными математическими трудностями и предполагает для упрощения расчетов проведение более детального анализа происходящих при оценивании характеристик объекта измерительных процессов.

При измерении характеристик x_i объекта с помощью $\bar{r}$ за действованных экспертом измерительных устройств формируется оценка $\bar{x}_i$. При принятии решения экспертом по значению $\bar{x}_i$

$$\bar{r} = \arg \underset{r \in R}{\text{opt}} F(\bar{x}_i, r) \quad (8)$$

значение целевого функционала будет равно $F_{x_i} = F(x_i, \bar{r})$.

Если неизвестно истинное значение характеристик x_i объекта, но есть μ_p , то истинное значение целевого функционала возможно определить как $F_{\mu_i} = F(\mu_i, \bar{r})$, а истинное значение, которое возможно было бы получить при условии точного знания параметров μ_i , представляется в виде

$$F_0 = \underset{r \in R}{\text{opt}} F(\mu_i, r).$$

С практической точки зрения вместо значения абсолютных потерь (риска) Δ целесообразно устанавливать заранее уровень относительных потерь (относительный риск) δ . Исходя из этого относительные потери от потенциального качества работы измерительных устройств можно определить как

$$\max_{\mu_i \in Q} \left| \frac{F_0 - F_{\mu_i}}{F_0} \right| \leq \delta, \quad (9)$$

где Q – доверительная область нахождения μ_i , или для задачи максимизации целевого функционала

$$\max_{\mu_i \in Q} \left[1 - \frac{F\{\mu_i, \arg \max_{r \in R} F(\bar{x}_i, r)\}}{\max_{r \in R} F(\mu_i, r)} \right] \leq \delta. \quad (10)$$

Выражение (10) путем несложных преобразований возможно привести к виду

$$\min_{\mu_i \in Q} \left[\frac{F\{\mu_i, \arg \max_{r \in R} F(\bar{x}_i, r)\}}{\max_{r \in R} F(\mu_i, r)} \right] \geq 1 - \delta, \quad (11)$$

из которого, легко сформировать вычислительный алгоритм для нахождения экспертом требуемого числа изме-

рений n , при котором выполняется (11) для конкретно заданных целевых функционалов.

Рассмотрим пример вычисления распределения ресурсов значений характеристик по N заказчика экспертизы. Допустим, что значения параметров x_i измеряются с известной σ . Тогда, пользуясь методом множителей Лагранжа [4], можно найти значение $r_{j \text{ opt}} = \bar{x}_j^2 / \sum_j x_j^2$.

После подстановки значения $r_{j \text{ opt}}$ в уравнение (11) получим

$$\min_{\mu_i \in Q} \frac{\sum_j \mu_j \left(\frac{\bar{x}_j^2}{\sum_j \bar{x}_j^2} \right)^{\frac{1}{2}}}{\sum_j \mu_j \left(\frac{\mu_j^2}{\sum_j \mu_j^2} \right)^{\frac{1}{2}}} \geq 1 - \delta, \quad (12)$$

которое путем несложных преобразований можно представить в виде

$$\min_{\mu_i \in Q} \frac{\sum_{j=1}^N \mu_j \bar{x}_j}{\sqrt{\sum_j \mu_j^2}} \geq 1 - \delta. \quad (13)$$

Анализ выражения (13) показывает, что в числителе стоит скалярное произведение векторов μ и $\bar{x}$, а в знаменателе – длина вектора μ . Тогда

$$\min_{\mu \in Q} \frac{|\mu| |\bar{x}| \cos \varphi}{|\mu|} = \min_{\mu \in Q} |\bar{x}| \cos \varphi \geq 1 - \delta. \quad (14)$$

Из формулы (14) следует, что при фиксированном значении x характеристик объекта (его составных частей) экспертизы минимальное значение левой части неравенства будет достигаться при условии $\varphi \rightarrow \max$, то есть находиться на границе области. Это позволяет легко реализовать вычислительный алгоритм, так как если область ограничений Q определена в виде n -го гиперэллипсоида, то необходимо найти точки касания данного гиперэллипсоида с гиперплоскостями, проходящими через начало координат, и проверить выполнение условия (14) для этих точек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное судопроизводство, опирающееся на фундаментальные правовые принципы обоснованности и справедливости принимаемых решений, фактически немыслимо без детального анализа представляемой в ходе судебного разбирательства информации. Принятие решений основывается на информации и ее фактическом подтвержде-

нии – доказательствах, которые представляются представителями судебной экспертизы. Качество информации определяется определяющим свойством – достоверностью, отражающей точность и соответствие условиям конфликта, относимостью к рассматриваемому делу. Отсутствие, ошибки, целенаправленное искажение и неточность доказательной информации приводят к проведению различного рода проверок достоверности представленных доказательств. Они обеспечивают получение новых и наиболее точных фактических данных о свойствах и признаках доказательной информации, которые не могут быть установлены или проверены иными способами. Предложенный в статье методический подход позволяет существенно разрешить данное противоречие и повысить объективность

судебных экспертиз на основе математического аппарата обоснования точностных характеристик проводимых экспертами измерений.

При усложнении же количества измеряемых свойств объектов экспертизы возможно осуществлять оценивание многомерного случайного вектора характеристик на основе распределения Хоттенлинга, обеспечивающего нахождение в доверительной области гарантированных оценок их значений. Его вычисление связано со значительными математическими трудностями, и для упрощения предложено использовать метод Лагранжа, применение которого позволяет разработать вычислительный алгоритм решения поставленной задачи.

Список литературы

1. Сорокотягин И.Н., Сорокотягина Д.А. Судебная экспертиза: учебник и практикум для вузов. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 288 с.
2. Мистров Л.Е., Зятиков А.В. Системотехнические основы синтеза решений судебно-почерковедческой экспертизы // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 1. (53). С. 90–99.
3. Мистров Л.Е., Дубинцова Л.Г. Критерий эффективности и постановка решения задачи синтеза решений судебно-почерковедческой экспертизы // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5(80). С. 35–49.
4. Колдин В.Я. Идентификация при производстве криминалистических экспертиз: учеб. пособие. – М.: Госюриздат, 1957. – 287 с.
5. Аскерова Л.Ф. Значимость применения методов анализа изображений при производстве судебных экспертиз // Наука, образование и культура. 2017. № 6 (21). С. 48–51.
6. Гришин А.В., Селютин О.Г. Современные тенденции усовершенствования и ключевые особенности проведения судебных экспертиз отдельных видов. – 2024. – С. 224–227.
7. Усов А.И., Омелянюк Г.Г., Бебешко Г.И., Любецкая И.П., Афанасьев И.Б. Методологические особенности валидации судебно-экспертных методик // Теория и практика судебной экспертизы. 2023. Т. 18, № 1. С. 76–96.
8. Раскин Л.Г. Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления. – М.: Сов. радио, 1976. – 344 с.
9. Конторов Д.С., Голубев-Новожилов Ю.С. Введение в радиолокационную системотехнику. – М.: Сов. радио, 1971. – 368 с.
10. Вагнер Г. Основы исследования операций. Т.3. – М.: Мир, 1973. – 501 с.
11. Бешелев С.Д., Ф.Г. Гурвич. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
12. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов. 12-е изд. – М.: Юрайт, 2026. – 479 с.
13. Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ. – М.: ГИФМЛ, 1963. – 500 с.

References

1. Sorokotyagin, I.N., and Sorokotyagina, D.A. Forensic Examination: Textbook and Practical Guide for Universities. Moscow: Yurayt Publishing House, 2026, 288 p.
2. Mistrov L.E., Zyatikov A.V. Systemic Foundations of Forensic Handwriting Analysis Solutions Synthesis // Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation, 2020, no. 1(53), pp. 90–99.
3. Mistrov L.E., Dubintsova L.G. Kriterij effektivnosti i postanovka resheniya zadachi sinteza reshenij sudebno-pocherkovedcheskoj ekspertizy. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation, 2024, no. 5(80), pp. 35–49.
4. Koldin V.Ya. Identification in Forensic Examinations: Textbook. Moscow: Gosyurizdat, 1957, 287 p.
5. Askerova L.F. The Importance of Applying Image Analysis Methods in Forensic Examinations. Science, Education and Culture, 2017, no. 6(21), pp. 48–51.
6. Grishin A.V., Selyutina O.G. Modern Trends of Improvement and Key Features of Conducting Certain Types of Forensic Examinations, 2024, pp. 224–227.
7. Usov A.I., Omelyanuk G.G., Bebeshko G.I., et. al. Methodological Features of Validation of Forensic Methods. Theory and Practice of Forensic Examination, 2023, vol. 18, no. 1, pp. 76–96.
8. Raskin L.G. Analysis of Complex Systems and Elements of Optimal Control Theory. Moscow: Sov. Radio Publ., 1976, 344 p.
9. Kontorov D.S., Golubev-Novozhilov Yu.S. Introduction to Radar Systems Engineering. Moscow: Sov. Radio Publ., 1971, 368 p.
10. Wagner G. Fundamentals of Operations Research. Vol. 3. Moscow: Mir Publ., 1973, 501 p.
11. Beshelev S.D., F.G. Gurvich. Mathematical and statistical methods of expert assessments. Moscow: Statistika Publ., 1980, 263 p.
12. Gmurman V.E. Probability Theory and Mathematical Statistics: a textbook for universities. 12th ed. Moscow: Yurayt Publ., 2026, 479 p.
13. Anderson T. Introduction to multivariate statistical analysis. Moscow: GIFML Publ., 1963, 500 p.