

СИСТЕМНЫЕ ОСНОВЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СИНТЕЗА РЕШЕНИЙ СУДЕБНО-ПОЧЕРКОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Мистров Л.Е., д-р техн. наук, проф., проф. кафедры ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Центральный филиал «Российский государственный университет правосудия», гл. спец. ФГБУ «Институт стандартизации»

Дубинцова Д.Г., студентка Центрального филиала «Российский государственный университет правосудия»

Основу методического обеспечения принятия решения экспертом-почерковедом на представленную на экспертизу рукопись составляют объединенные единством цели принципы, системный подход, метод и вытекающая из него иерархическая система методик по частным, информационным показателям качества. Метод обеспечивает увязку в едином информационном процессе применения системы методик оценки эффективности и обоснования предпочтительного решения и представляет общий подход системного анализа почерка (подписи) рукописи с учетом ее целостности (внешних и внутренних свойств), способа достижения цели (применение разрушающих и неразрушающих методов), определенным образом упорядоченную деятельность эксперта для решения задачи синтеза экспертного заключения. Решение задачи почерковедческой экспертизы представляется задачей векторной оптимизации, в которой аргументы – идентификационные и диагностические признаки почерка – характеризуют представленную на экспертизу рукопись. Количественное определение значений важности признаков рукописи основывается на методах теории полезности и векторной оптимизации. Ранжирование критериев качества признаков по важности осуществляется по методу лексикографической оптимизации, базирующемуся на методах экспертных оценок (парного и множественного сравнения, ранжирования, коллективной генерации идей). Переход от информационных показателей к интегральному показателю эффективности решения эксперта основывается на использовании аддитивной или мультипликативной сверки частных критериев идентификационных (диагностических) признаков векторного критерия эффективности.

С развитием и внедрением информационных и компьютерных технологий повысился уровень не только производства судебно-почерковедческих экспертиз (автоматизации экспертной работы), но и объективности критериев оценки идентификационных и диагностических признаков почерка (подписи) рукописей.

Ключевые слова: почерковедческая экспертиза, идентификационные и диагностические признаки, системный подход, критерий эффективности, технологическая схема, декомпозиция, экспертное заключение.

Цитирование: Мистров Л.Е., Дубинцова Д.Г. Системные основы и технологическая схема синтеза решений судебно-почерковедческой экспертизы // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5(80). С. 50–64.

ВВЕДЕНИЕ

Судебно-почерковедческая экспертиза (СПЭ) представляет наиболее эффективный метод обоснования оперативных и достоверных решений по гражданским и уголовным делам, арбитражным спорам. Ее целью является установление экспертом-почерковедом (Э-П) конкретного исполнителя рукописи (текста, подписи, цифровой записи) и условий, при которых выполнялись данные элементы (к ним можно отнести физическое состояние пишущего, его положение при письме, намеренное искажение почерка и т.д.).

В [1, 2] установлено, что в настоящее время актуальной является задача создания и дальнейшего развития методов и методик оценивания идентификационных и диагностических признаков почерка (подписи) рукописи на основе принципов системного подхода и методов системного анализа. При этом принятие решений экспертом-почерковедом (Э-П) осуществляется на основе изоморфизма множеств допустимых вариантов решения и идентификационных (диагностических) признаков рукописи по максимальному значению интегрального показателя эффективности – вероятности диагностирования исполнителя рукописи

и условий ее написания. Основу определения показателя эффективности и задачи обоснования и принятия решения Э-П составляют системные основы, базирующиеся на обосновании критерия эффективности [1], методе решения и технологической схеме исследований, разработанные на основе анализа общих и частных свойств рукописи.

МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Метод исследования представляет общий подход к решению задач системного анализа представленной на экспертизу рукописи с учетом ее целостности (внешних и внутренних свойств), способа достижения цели (применение разрушающих и неразрушающих методов), определенным образом упорядоченную деятельность Э-П для решения поставленной задачи. Это в самом общем виде инструмент достижения поставленной цели, а также совокупность приемов или операций теоретического или практического исследования рукописи.

В общем случае решение задач почерковедческой экспертизы представляется задачей многокритериальной векторной оптимизации, в которой каждый i -й идентификационный признак характеризует ту или иную характерную особенность рукописи. Ее решение основывается на методах теории полезности и векторной оптимизации i -х показателей (критериев) качества идентификационных (диагностических) признаков элементов и рукописи в целом. При этом методы векторных оценок качества идентификационных признаков базируются на эвристическом использовании понятия векторного критерия качества при решении Э-П (многокритериальных задач); при его применении векторный (многокомпонентный) критерий эффективности, выраженный через показатели результатов оценивания отдельных идентификационных признаков, заменяют скалярным на основе какой-либо функции свертки.

При оценке показателей (критериев) качества идентификационных признаков на основе векторной функции полезности используется метод свертывания векторного критерия в скалярный на основе аксиоматизированного представления системы предпочтений Э-П. При этом все компоненты векторного критерия на основе предпочтений Э-П преобразуются (в общем случае нелинейно) в функции полезности частных показателей (критериев), и только потом осуществляется их свертывание.

Выявить отношение предпочтения непосредственным сравнением показателей качества затруднительно, так как они многочисленны, имеют разный физический смысл и разные шкалы измерений. В [3] относительно доказано существование функции полезности в виде отображения упорядоченного множества показателей качества V в множество действительных чисел $\varphi: V \rightarrow R$, обеспечивая тем самым упорядочение всех показателей на абсолютной шкале оценивания. При этом всегда существует функция полезности,

однозначно определенная на множестве всех показателей с точностью до монотонного, строго возрастающего линейного преобразования. При выполнении экспертизы выделяют этапы:

- упорядочение множества результатов анализа идентификационных признаков по их предпочтительности ($v_1 \succ v_2 \succ \dots \succ v_n$);
- определение полезности результатов каждого идентификационного признака $U(v_i)$, проверка полученных оценок на непротиворечивость сравнением оценок предпочтительности на множестве показателей полезности результатов;
- устранение противоречий в оценках путем корректировки или упорядочения результатов, либо показателей полезности, либо того и другого вместе.
- Результирующее оценивание Э-П представленной рукописи производится с использованием методов векторной оптимизации.

Пусть $U_i = (u_1, u_2, \dots, u_l)$ – векторный показатель (критерий) эффективности, представляющий собой отображение $U_i: V_i \rightarrow R$; $U(v_i)$ – векторная оценка i -го показателя эффективности $v_i \in V$; R_i – числовая шкала оценок i -х показателей идентификационных признаков рукописи при условии, что R_i – множество всех действительных чисел. Это позволяет общую задачу векторной оптимизации показателя (критерия) эффективности представить в виде:

$$U_i(v) \rightarrow \underset{v_i \in V_i}{opt} U_i(v_i), \quad (1)$$

где opt – оператор оптимизации, определяющий семантику оптимальности на множестве i -х показателей качества идентификационных признаков рукописи.

На основе методов векторной оптимизации исследования Э-П проводятся в три этапа:

1. Определяются частные показатели (критерии) эффективности идентификационных признаков.
2. Формулируется задача многокритериальной оптимизации в виде (1).
3. Решается задача (1) путем скаляризации критериев устранения многокритериальности.

Основным методом решения задач многокритериальной оптимизации является метод выделения главного критерия и лексикографической оптимизации [3].

В методе выделения главного критерия Э-П выбирается один главный критерий на множестве критериев качества идентификационных признаков, остальные выводятся в состав ограничений, т.е. указываются границы, в которых эти критерии могут находиться.

Одним из наиболее корректных путей отыскания компромиссного решения при наличии нескольких показателей

(критериев) качества является расположение частных показателей в порядке их важности таким образом, что если рукопись оценена по первому уровню критерия эффективности i -го идентификационного (диагностического) признака, то по всем остальным показателям качество заведомо получается достаточно высоким. Такое упорядочение частных критериев сводит многоцелевую задачу к одноцелевой (скалярной).

В некоторых случаях вместо совокупности частных показателей качества признаков можно рассмотреть ее, так называемый монотонный функциональный элемент. Например, пусть имеется некоторая функциональная переменная $\gamma(v_1, v_2, \dots, v_n)$. От функциональной переменной γ монотонно зависит эффективность решения Э-П:

$$U_i = U_i(\gamma) \text{ при } \gamma_2 > \gamma_1, \quad U_i(2) > U_i(1). \quad (2)$$

Проведение экспертизы рукописи начинается с анализа С-П общих идентификационных признаков, характерных для одного лица или группы лиц на основе выявления степени выработанности движений написания текста, которые применялись для составления рукописи. Полученные результаты сравниваются с образцами почерка проверяемого человека, и если Э-П на данном этапе выявит явные различия в темпе и координации, то исследование считается законченным.

Методы свертывания векторного критерия в скалярный основываются на замене первоначальной задачи (1) задачей

$$U_i(v) \rightarrow \underset{v \in V}{extr}, \quad (3)$$

где $U_i(v)$ представляет собой некоторую функцию от значений идентификационных признаков векторного критерия, т.е. $U_i(v) = f(u_1(v), u_2(v), \dots, u_l(v))$.

Основной трудностью метода является построение функции $U_i(v)$, что связано с необходимостью нормализации критериев эффективности идентификационных признаков, учета их приоритетов и построения функции свертки.

Учет приоритетов критериев осуществляется в методах свертки критериев заданием вектора коэффициентов важности критериев качества идентификационных признаков $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_l)$, $\sum_{i=1}^l \lambda_i = 1$, где λ_i – коэффициент важности u_i -го критерия, как правило, совпадающий с коэффициентом значимости частного показателя качества i -го идентификационного признака.

В результате нормализации и учета приоритетов критериев вместо исходной векторной оценки $U(v)$ варианта v образуется новая векторная оценка $U_i(v) = f(\lambda_1 u_1(v), \lambda_2 u_2(v), \dots, \lambda_l u_l(v))$, где $u_i(v)$ – нормированный критерий, определяемый аналогично нормированному показателю эффективности.

Аддитивная свертка идентификационных признаков векторного критерия предполагает представление интегрального скалярного критерия эффективности в виде суммы взвешенных нормированных частных критериев качества:

$$U_i(v) = \sum_{i=1}^l \lambda_i \frac{u_i(v)}{u_i^0}. \quad (4)$$

Основным недостатком данного критерия эффективности является то, что он не вытекает из объективной роли частных критериев в определении качества решения Э-П и поэтому выступает как формальный математический аппарат, обеспечивающий сравнение вариантов решения и выбора оптимального по интегральному показателю эффективности.

Мультипликативная свертка идентификационных признаков векторного критерия образуется путем перемножения частных критериев u_i , возведенных в степень λ_i и состоит в представлении обобщенного скалярного критерия в виде произведения:

$$U_i(v) = \prod_{i=1}^l u_i(v)^{\lambda_i}, \quad (5)$$

в котором если все частные критерии эффективности имеют одинаковую важность, то $\lambda_i = 1$; при разной важности критериев $\lambda_i \neq 1$.

Выбор между аддитивной и мультипликативной свертками частных критериев качества определяется степенью важности абсолютных или относительных изменений значений частных критериев идентификационных признаков рукописи соответственно.

Для решения задач определения критерия в виде эффективности почерковедческой экспертизы (4), (5) могут применяться качественно-описательные (традиционные), модельные, вероятностно-статистические и комплексные методы, которые предполагают сочетание качественных, количественных и инструментальных методов.

Математические методы С-П используются для решения задач классификации, идентификации и диагностики элементов почерка рукописи, основными из которых являются методы попарного и множественного сравнения, ранжирования, аналогий, ситуационного управления, аппроксимации, максимального элемента, ветвей и границ и т.д. Они обеспечивают решение задач:

- установление пола и возраста исполнителя рукописи;
- дифференциация почерков по степени выработанности;
- установление личностных характеристик исполнителя рукописи.

Установление пола исполнителя рукописи. При дифференциации рукописей на мужские и женские по высоковыработанному почерку осуществляется классификация рукописей на две группы и последующий анализ на основе полученного материала в соответствии с принципами вероятностно-статистической дифференциации.

Для решения данной задачи Э-П может использовать предложенные в [4] методики дифференциации рукописей на мужские и женские, позволяющие устанавливать пол исполнителя рукописи по почерку. В их основу положен 21 идентификационный признак, обеспечивающий наибольшую контрастность проявления в почерках разнополых

лиц (приведены в табл. 1 [6]). Каждый признак характеризуется своим коэффициентом вероятности (важности), являющимся количественным показателем его информативности в процессе установления пола исполнителя исследуемой рукописи. Десять признаков с коэффициентом в пределах от 1,3 до 2,43 наиболее распространены в почерках мужчин, а 11 признаков с коэффициентом в пределах от 0,35 до 0,82 чаще встречаются в рукописях женщин. В качестве критерия эффективности определено пороговое значение интегрального показателя, позволяющего с большой степенью вероятности (свыше 90%) принять решение о половой принадлежности исполнителя рукописи.

Таблица 1

Коэффициенты важности идентификационных признаков почерка

№ П/П	НАИМЕНОВАНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИОННОГО ПРИЗНАКА	ВАЖНОСТЬ ПРИЗНАКА
1.	Отсутствие красной строки	1,57
2.	Неравномерный размер надстрочных элементов «б, в, д»	1,31
3.	Малый размер надстрочных элементов «б, в, д»	0,55
4.	Средний размер подстрочных элементов	0,57
5.	Неустойчивое расположение точки начала движения при выполнении букв «а, р»	0,67
6.	Расположение точки начала движения при выполнении букв «а, р» слева	2,43
7.	Неравномерный размер надстрочного элемента буквы «й»	1,58
8.	Средний размер надстрочного элемента буквы «й»	0,63
9.	Неустойчивая конфигурация надстрочного элемента буквы «й»	1,35
10.	Левостороннее направление движений при выполнении надстрочного элемента буквы «й»	0,35
11.	Овальная конфигурация подстрочных элементов букв «а, у»	0,68
12.	Неустойчивая конфигурация подстрочных элементов букв «р, у»	1,36
13.	Отсутствие надстрочной части первого элемента буквы «р»	1,96
14.	Наличие надстрочной части первого элемента буквы «р»	0,56
15.	Неустойчивый размер первого элемента буквы «р»	0,68
16.	Правостороннее направление движений при выполнении буквы «р»	1,87
17.	Дугообразные начальные штрихи в буквах «п, т»	0,57
18.	Отсутствие начальных штрихов в буквах «к, н»	0,82
19.	Дугообразные начальные штрихи в буквах «и, ш, у, ц, щ»	0,43
20.	Отсутствие начальных штрихов в буквах «и, ш, у, ц, щ»	1,42
21.	Наличие буквы «д» с надстрочным элементом	1,94

Достоинствами метода являются относительная несложность и высокий процент надежности. Обязательные условия его применения:

- расчет важности совокупности признаков осуществляется суммированием их значимостей;
- целостность психической структуры человека;
- чем сложнее двигательная задача, тем шире и прочнее функциональная связь с личностными показателями;
- наличие прочных связей между признаками почерка и свойствами личности;
- пол является интегральной характеристикой личности, которая обуславливает формирование других ее свойств;

среди личностных особенностей у женщин могут отмечаться черты, свойственные мужчинам, и наоборот.

3.2. Определение возраста исполнителя рукописи основывается на применении модельных методов. Это диагностические методики, базирующиеся на выявлении в рукописи некоторого набора признаков, появление которых характерно почеркам соответствующих групп исполнителей. Решающее правило содержит критерий принятия решения (положительного и отрицательного) в зависимости от установленного показателя суммарной значимости признаков.

Установление временных этапов рукописи в методиках учитывает возраст исполнителя рукописи на основании учета возрастных закономерностей развития человека, образующихся в системе движений пишущего, а также благодаря внешним условиям, в которых происходило формирование постоянных двигательных навыков (ПДН). Возраст – это определенный, ограниченный относительно хронологическими границами период физических и психических состояний организма человека. Его возрастные границы относительно подвижны и изменчивы, поэтому физические и психологические параметры человека могут не совпадать с паспортным возрастом. Навыки изложения рукописи подвергаются естественным изменениям на протяжении жизни и зависят от письменной практики исполнителя. При формировании почерка ПДН развивается прогрессивно и стабилизируется к 17–25 годам. Если организм не подвергался серьезным заболеваниям, ПДН остается стабильным, сохраняя свою индивидуальность, естественную вариационность [4, 7, 8].

В общем случае прогнозирование точного паспортного возраста исполнителя невозможно. Методики позволяют установить возраст исполнителя с ошибкой ± 7 лет. Выводы бывают с различной степенью вероятности. Индивидуальный почерк возникает при формировании ПДН в результате адаптации общей методики обучения к конкретным условиям обучения с учетом влияния психологических свойств исполнителя. Установление психологических свойств по почерку исполнителя рукописи возможно благодаря многочисленным связям между психомоторными и личностными характеристиками.

3.3. Установление личностных характеристик исполнителя рукописи. При установлении личностных характеристик исполнителя важны различия в прописях и наличие определенной «моды» на то или иное «строение» признаков почерка (например, буква «т» двухэлементной конструкции с низкой точкой окончания 1-го элемента характерна для лиц, обучавшихся писать примерно до 30-х годов XX в.).

Решение задачи идентификации почерка рукописи осуществляется решением задач [9]:

- выделяется система признаков, информативных для идентификации классов почерка;

- отнесение почерка рукописи к мужскому или женскому классу.

В качестве информативных и однозначно определяемых признаков рассматриваются характеристики: размер полей и конфигурации линии полей; размер красных строк; интервал между строками и между словами; конфигурация линии строки; размер, разгон, наклон и связность почерка; относительный размер прописных букв, надстрочных и подстрочных элементов, строчных элементов в буквах *и, к, п, н, р, т* и др.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено [9]:

1. В почерках не содержится признаков, которые бы встречались только в рукописях, выполненных мужчинами или женщинами. Однако ряд признаков указывает на определенную количественную связь признаков почерка с полом исполнителя.
2. На основе коэффициентов важности, отражающих различную частоту встречаемости идентификационных признаков почерка в рукописях мужчин и женщин, возможно установление пола исполнителя. Наибольшая вероятность установления пола исполнителя будет установлена, если рукопись выполнена выработанным неизменным почерком. Экспериментально установлено применение для проверки рукописей 21-го идентификационного признака, перечень и важность которых приведены в табл. 1.

Методика применяется в предположении:

- текст по объему составляет не менее одной страницы стандартного листа;
- рукопись выполнена выработанным неизменным почерком;
- текст написан одним лицом.

Алгоритм применения методики при исследовании рукописи состоит в:

- выделении из таблицы имеющихся в рукописи идентификационных признаков;
- для каждого признака проставлен коэффициент статистической важности: 10 признаков с коэффициентом от 1,31 до 2,43, которые преобладают в мужских рукописях, и 11 признаков с коэффициентом от 0,35 до 0,82, которые преобладают в женских рукописях;
- после проставления коэффициентов осуществляется произведение коэффициентов статистической важности, вошедших в характеристику рукописи (по правилам умножения приближенных чисел), и объяснения полученного результата.

Особенности применения вероятностно-статистических методов исследования рукописей. Основным содержанием этих модельных методов являются получение количественных оценок значимости качественных показателей идентификационных признаков рукописи, определение показателей качества, целевой функции и критерия, обеспе-

чивающих осуществление процесса оценки установленной совокупности признаков для решения задачи экспертизы. Они позволяют Э-П получить объективную количественную информацию о конкретной рукописи на основе важности идентификационных признаков, установленных в результате специального вычислительного эксперимента на большом числе аналогичных рукописей. Каждый модельный метод направлен на решение конкретной экспертной задачи, определяемой условиями и результатами эксперимента, положенного в основу его разработки.

При решении идентификационной задачи на основе традиционных методик Э-П принимает решение о важности идентификационных признаков в соответствии со своими внутренними убеждениями, используя методы экспертных оценок. При применении же количественной методики он делает вывод на основании суммарной значимости и соответствующей ей вероятности. Механизм принятия решения можно иллюстративно представить с помощью графика (рис. 1), на котором по оси ординат P приведена результативность решения Э-П, а по оси абсцисс откладывается K – количество совпадающих идентификационных признаков. Значения P , близкие к 1, соответствуют категорическому положительному выводу Э-П [10].

Из рис. 1 следует, что функция P принимаемых решений Э-П является функцией не только количества выбранных совпадающих признаков, но и их идентификационной важности. Чем выше значимость признаков в выбранной совокупности исследований, тем меньше их необходимо для принятия решения о тождестве (кривая S_1). Если значимость признаков ниже, то для вынесения Э-П категорического положительного вывода необходимо больше идентификационных признаков (кривая S_2). Когда же совпадающие признаки обладают низкой идентификационной важностью, решение возможно только в вероятной форме (кривая S_3). Общим условием для приведенных условий является отсутствие существенно различающихся признаков.

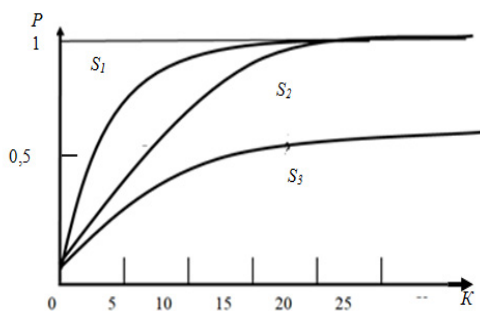


Рис. 1. График механизма принятия решения Э-П в идентификационном исследовании

Основное содержание применения методов математического моделирования для решения идентификационных задач направлено на определение важности совокупности признаков с их суммарной значимостью в соответствии с (4), достаточной для принятия решения.

Вероятностно-статистические методы оценки совпадающих признаков почерка предусматривают категорический положительный вывод в том случае, если учтены все методические рекомендации и выделенная совокупность признаков соответствует вышеуказанному доверительному уровню. Оценочная функция примененных модельных методов хотя и приближается к функции заключительной экспертной оценки результатов исследования, но полностью с ней не совпадает. Конечный вывод Э-П не является формальным, а сохраняет оценочный характер.

Правомочность применения методов основана на условиях проведения эксперимента. Так, например, в рекомендациях к модифицированному вероятностно-статистическому методу оценки совпадений [11] определено, что объектом исследования могут быть только высоковыработанные почерки. Подлежащая исследованию рукопись должна быть выполнена в обычных условиях, с различной установкой пишущему на письмо (письмо в привычном темпе, в замедленном – старательное, в ускоренном – поспешное). Объем рукописного текста должен составлять 0,5–1 страницы стандартного листа при условии неоднократного повторения почти всех букв русского алфавита (за исключением редко встречающихся, например «ъ», «ф», «ш»). В этом случае у Э-П имеется возможность правильно оценить совпадающие признаки почерка в вариантах букв и убедиться в отсутствии существенных различий, что является необходимым условием применения данной методики. Исследование с помощью этого метода почерка иной выработанности (средней, ниже средней, низкой) не рекомендуется, так как базовым экспериментальным массивом при его разработке служили рукописи, выполненные в обычных условиях высоковыработанным почерком определенного строения.

Проведение СПЭ с использованием количественных методов исследования основано на:

- выделении всех информативных признаков почерка в рукописи; в ряде случаев из выявленной совокупности признаков удаляются взаимозависимые признаки;
- присвоении каждому идентификационному признаку коэффициента важности, например на основе данных из табл. 1;
- расчете важности совокупности признаков, который осуществляется суммированием их значимостей;
- сопоставлении полученной значимости с решающим правилом и формулировании на этой основе вывода.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ

Технологическая схема синтеза экспертного заключения (см. рис. 2) представляет поступательный процесс исследования объекта экспертизы в виде трех взаимозависимых этапов исследований [2].

На первом этапе Э-П анализирует множество идентификационных элементов рукописи для проведения исследования. Оно состоит из априорных данных и тех данных, которые Э-П получает на первоначальном этапе анализа рукописи. Априорными данными являются:

- исследуемая рукопись в виде совокупности уникальных идентификационных признаков, подлежащих экспертному изучению;
- образец почерка предполагаемого исполнителя рукописи в виде совокупности уникальных идентификационных признаков;
- сведения об обстоятельствах дела, имеющих отношение к предмету экспертизы (возможное определение условий выполнения исследуемой рукописи);
- совокупность методик для исследования рукописи;
- состав, взаимосвязи и последовательность представления элементов в структуре экспертного заключения;
- номенклатура, характеристики и возможности технических средств проведения экспертизы.

По результатам анализа априорных данных Э-П разрабатывает описательную модель исследуемой рукописи в виде описания ее внешнего строения, видовой группы пишущего прибора, который использовался при выполнении рукописи, и т.д. Это позволяет ему определить методы, которые позволят достичь конечной цели исследования с учетом того, что при применении того или иного метода возможно появление «ложного» представления, так как применение различных методов на одном этапе исследования возможно, но взаимно исключается. Таким образом, целью первого этапа анализа является определение множества «уникальных» условий выполнения экспертного заключения по исследуемой рукописи.

Второй этап направлен на формирование конкретных вариантов исследования рукописи в виде простых и сложных операций, определяемых из совокупности ограничений, которые определяет Э-П:

- необходимость обоснования допустимых вариантов выполнения экспертного заключения;
- необходимость обоснования идентификационных признаков и предотвращения «ложного» представления в экспертных методах;
- расчета необходимого числа идентификационных признаков для выдачи вероятного или категорического вывода.

При этом каждый из вариантов представляет одну из форм:

- «экспертный метод ↔ возможность ответа на поставленный вопрос»;
- «экспертный метод ↔ возможность ответа на часть поставленного вопроса»;
- «совокупность экспертных методов ↔ возможность ответа на определенную часть поставленного вопроса»;

- «совокупность экспертных методов ↔ возможность ответа на поставленный вопрос». Исходя из этого, эксперт, создавая необходимые ограничения, определяет то множество экспертных методов, которое позволит достичь желаемого результата и определить морфологическое множество состава экспертного заключения по исследуемой рукописи в зависимости от применяемых экспертных методов, с учетом вычислительных ограничений, а также временных ограничений для изучения исследуемого объекта (срок производства экспертного заключения).

На третьем этапе осуществляется проверка эффективности применяемого метода на всех этапах экспертного исследования, т.е. на уровнях отдельного, сравнительного исследований и выявления идентификационных признаков, имеющих наибольший критерий значимости.

В соответствии с технологической схемой синтеза экспертного заключения (см. рис. 3) **на первом этапе** определяется конечная цель – обоснованный ответ на вопрос, поставленный уполномоченными лицами в виде экспертного заключения. На основе установления причинно-следственных связей между элементами исследуемой рукописи и образцов, представленных на исследование, осуществляется функционально-структурный анализ исследуемой рукописи в виде описательной модели (формируется множество признаков, характерных для данной рукописи).

Формальное рассмотрение вопросов, поставленных перед Э-П, позволяет детализировать конечную цель на иерархический ряд подцелей. При этом исходными целями каждого следующего уровня будут являться декомпозированные конечные цели предыдущего уровня (к примеру, для установления тождества рукописи и образца Э-П сначала необходимо установить наличие / отсутствие технической подделки рукописи). На основании этого осуществляется формирование конкретных вариантов исследования представленной рукописи. Возможность использования экспертного метода полностью находится в прямой зависимости от исследуемого объекта и вопросов, поставленных перед Э-П; с введением и использованием количественных характеристик эффективности осуществляется переход к задаче разработки экспертного заключения по представленным комплексам на элементах исследуемой рукописи при использовании экспертных методов, определяющих необходимую степень достижения целей.

Таким образом, после определения совокупности методов, позволяющих решить идентификационную / диагностическую задачу, проводятся оценки эффективности вариантов решения с учетом их материально-технической реализации (средствами, которыми располагает Э-П). Результатом этапа является формирование облика и структуры элементов экспертного заключения в целом, обладающих условно-оптимальными характеристиками.



Рис. 2. Технологическая схема анализа экспертного заключения

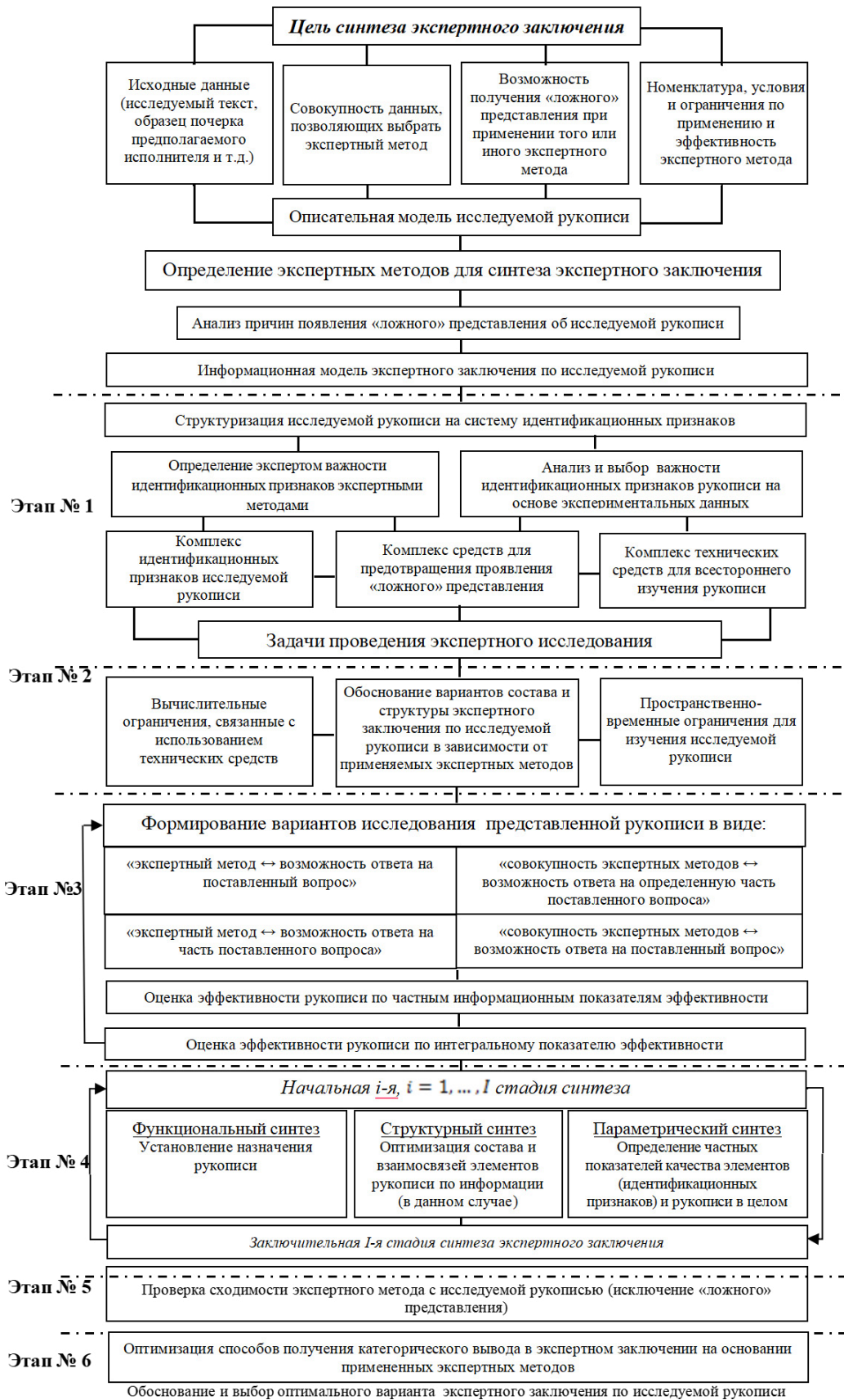


Рис. 3. Технологическая схема анализа экспертного заключения

На четвертом этапе осуществляется:

- определение оптимального облика элементов исследуемого почерка, подписи и т.д.;
- оптимизация состава и взаимосвязей по информации элементов рукописи;
- определение частных показателей качества элементов (компонента при декомпозиции рукописи) и рукописи в целом. На этапе формируются предпочтительные варианты применения экспертных методов, использование которых позволит полно исследовать рукопись.

Из всех вариантов выбираются только те, для которых:

- экстремальные точки значений целевой функции представлены в максимальном диапазоне значений;
- при наличии экстремальных значений выделяются области, в которых они расположены. Полученные результаты исследований анализируются на уровне экспертного заключения, где при необходимости принимаются решения по корректировке экспертных методов, касающиеся в основном объема решаемых задач или использования дополнительных технических средств.

На пятом этапе осуществляются проверка и обеспечение выполнения сходимости результатов синтеза экспертного заключения на функциональном, структурном, информационном и параметрическом аспектах синтеза, обеспечивающего поиск его предпочтительного варианта с последующим обоснованием оптимального варианта из всех.

На шестом, заключительном этапе проводится выбор по критерию эффективности предпочтительных вариантов представления экспертного заключения, выявление целесообразной номенклатуры средств, используемых в экспертном исследовании, и определение варианта экспертного заключения по исследуемой рукописи.

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЧЕРКОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

В настоящее время методы анализа почерка (подписи) базируются в основном на дескриптивном (эмпирическом) подходе в соответствии с которым Э-П проводят экспертные исследования на основе интерактивного метода в несколько этапов, большинство из которых экспертами проводятся вручную. Почерковедческая экспертиза включает в себя исследование рукописного текста на основании более чем 100 идентификационных признаков. Ее основу составляет система методик исследований, обеспечивающая принятие решения по частным критериям оценки качества рукописи. Подход основывается на установлении эмпирических зависимостей, связывающих характеристики исследуемого почерка с известным сравниваемым образцом при различных условиях его оформления исполнителем рукописного текста. Однако результаты исследований несут достаточно субъективный характер и зависят от

опыта, профессионализма и личных качеств (внимательности, аккуратности и т.д.) Э-П.

Методы общения человека с компьютером привлекают внимание для автоматического чтения машинописных рукописей. Чтение слитного рукописного текста еще не достигло необходимого уровня, поэтому практически все реальные проекты используют специальные машиночитаемые рукописи с выделенными знаками. Эти знаки обозначаются точечными рамками, поэтому задача чтения естественного рукописного текста сводится к распознаванию изолированных рукописных символов. Несмотря на успехи исследований, построенных на чтении рукописи, проблема повышения распознавания не исчерпана – острее всего она стоит при обработке документов. Надежность распознавания сильно зависит от качества изображений символов, которое определяется формой символов или стилем написания и способом выполнения. Реально качество символов рукописи, написанной различными исполнителями, отличить очень трудно или вообще невозможно, поэтому прямые ошибки и конфликтные ситуации устраняются путем логических и словарных проверок и вмешательства операторов.

Идентификация по почерку используется в основном для установления исполнителя рукописи. Перевод образцов почерка в машиночитаемый формат производится с помощью сканеров, после чего цифровые модели почерка заносятся в базу данных биометрической системы. По запросу на идентификацию система сравнивает сведения о ранее зафиксированных и вновь предъявляемых образцах почерка и предоставляет исчерпывающие результаты поиска, включая сведения о проанализированных идентификаторах, «кандидатах» на роль создателя почерка (по степени убывания вероятности признания), персональных данных потенциальных исполнителей [12–14].

Компьютерный анализ почерка требует применения сложных методов предварительной обработки оцифрованных бумажных рукописей для обеспечения высокого качества оцифрованного почерка, который максимально точно его отражает. Из-за необходимости обработки огромного количества различных типов для таких методов предварительной обработки не подходят наборы и фиксированные операции с изображениями [15].

Перспективным направлением повышения качества идентификации рукописи является применение автоматического анализа почерка, который более быстрый и точный. Для автоматической (без участия эксперта) идентификации рукописи в качестве источника почерка могут рассматриваться написанные от руки заявления, собственноручно заполненные анкеты, записные книжки, тетради и т.п. Перевод образцов почерка в машиночитаемый формат производится с помощью сканеров, после чего цифровые модели почерка заносятся в базу данных биометрической

системы. По запросу на идентификацию система сравнивает сведения о ранее зафиксированных и вновь предъявляемых образцах почерка и предоставляет исчерпывающие результаты поиска, включая сведения о проанализированных идентификаторах, «кандидатах» на роль создателя текста (по степени убывания вероятности признания), персональных данных потенциальных исполнителей.

Распознавание рукописных символов отличается от аналогичного процесса обработки печатных знаков. Основой методов распознавания являются способы описания символов. Выделяют две составляющие такого описания:

- описание базовых форм символов в виде структурных элементов и их отношений;
- задание диапазона изменений параметров элементов и их отношений [16].

В качестве структурных элементов используются отрезки прямых, дуги, выпуклости, вогнутости, пересечения, концы и некоторые другие. Решающим является правильный выбор некоторого минимального набора типа структурных элементов, параметров, описывающих их, и методов измерения.

Базовые формы меняются, когда в символах возникают новые соединения или разрывы штрихов или же пропадают или появляются некоторые детали на изображениях символов. Описание базовой формы как списка определенных структурных элементов вместе с таблицами диапазона параметров образует эталон, а набор всех эталонов данного класса представляет полное эталонное описание класса.

В процессе распознавания каждый входной символ представляется аналогичным с базовыми формами образом, а затем находится наилучшее совпадение входного символа и какого-то эталона с точки зрения соответствия их структурных элементов. Если удовлетворительного совпадения нет, то происходит отказ от распознавания. Если два или более эталонов различных классов дают близкое совпадение, то ответ неопределенный, и выдаются несколько гипотез. Для выбора единственного ответа производится более тонкое сравнение на выдвинутых гипотезах. При этом во внимание принимаются элементы изображения, отличающие похожие начертания разных классов. Однако реально очевидные характеристики бывают настолько неустойчивыми, что прибегают к целенаправленным измерениям, зависящим от высказанной гипотезы. Если и эта процедура не приводит к единственному выбору, то правильная гипотеза определяется в процессе автоматического контроля или вручную оператором. Для достижения оптимального сочетания соотношения производительность – надежность часто применяют систему двух распознающих «экспертов». Первый работает намного быстрее, но часть входных символов оставляет в виде сомнительных, второй эксперт работает медленнее, но более детально [16].

Распознавание клавиатурного почерка как уникальной характеристики, присущей каждому исполнителю. Для составления персонального профиля системе необходимо проанализировать способ набора текста, оценить скорость набора текста, паузы между ударами и время удержания клавиш. Системы распознавания клавиатурного почерка способны анализировать и стилистику самого текста: каждый исполнитель имеет уникальный набор «популярных» слов и словосочетаний, которые чаще всего встречаются в набранном им тексте.

Анализ клавиатурного почерка осуществляется в двух направлениях, механика и стилистика набора, обеспечивающие повышение распознавания исполнителя рукописи. Несмотря на то, что клавиатурный почерк уникален, он может несколько видоизменяться в зависимости от состояния организма, поэтому чем «умнее» система распознавания почерка (больше факторов набора способна проанализировать), тем выше распознавание текстового профиля исполнителя.

Применение биометрических исследований для идентификации рукописи (подписи) как особого вида рукописи, отражающее фамилию лица в виде букв или условных письменных знаков и имеющее удостоверительное назначение. Подписи классифицируются в зависимости от:

- принадлежности лицу – от имени существующего лица, от имени вымышленного лица;
- удостоверительного значения – подлинные, неподлинные;
- условий выполнения – в естественных условиях, намеренно или ненамеренно измененных.

Проведение исследований включает четыре основных этапа:

- регистрация идентификатора – сведения о физиологической или поведенческой характеристике преобразуются в форму, доступную компьютерным технологиям, и вносятся в память биометрической системы;
- выделение – из вновь предъявленного идентификатора выделяются уникальные признаки, анализируемые системой;
- сравнение – сопоставляются сведения о вновь предъявленном и ранее зарегистрированном идентификаторе;
- решение – вносится заключение о том, совпадают или не совпадают вновь предъявленный и ранее зарегистрированный идентификаторы.

Методы поведенческой биометрии для идентификации и верификации исполнителя дают многообещающие результаты. Благодаря сочетанию текстурных, аллографических характеристик и особенностей размещения системы обеспечивают хорошую производительность. Однако прием-

лемость для экспертов будет определяться объяснимостью результатов работы системы и интеграцией системных решений в байесовские рамки рассуждений, которые входят в судебную практику [17].

Системы, действующие в режиме верификации, как правило, являются полностью автоматическими (т.е. принимают решения без участия эксперта). Системы, действующие в режиме идентификации, также могут быть автоматизированными (формируется перечень возможных «кандидатов» на совпадение с вновь предъявленным идентификатором, расположенных по мере убывания вероятности совпадения, и окончательное решение принимает оператор системы). Идентификация по почерку (подписи) используется в комплексе с другими биометрическими технологиями. Однако технологии различаются как по способам реализации, так и по назначению. Сфера применения технологий идентификации по подписи ограничена и сводится в основном к подтверждению личности пользователя онлайн-услуг, электронной коммерции и т.п. В одних случаях анализируется подпись в полном смысле этого слова (воспроизводится с помощью «электронного пера»), в других – в понятие подписи включаются особенности работы с компьютерной клавиатурой и/или мышью (скорость и сила нажатия клавиш и кнопок и т.п.). В таблице 2 приведен краткий обзор существующих систем судебной экспертизы (Fish/BKA, Script/TNO, Cedar-Fox), основанных на взаимодействии человека и эксперта. Эксперт выбирает соответствующие небольшие

элементы изображения и/или производит их измерение вручную. Измеряемые характеристики основаны на знаках (1.1) или на общих геометрических характеристиках шрифта (1.2), таких как межстрочный интервал, а также общий угол наклона рукописного текста. Ручные методы являются дорогостоящими, и существует риск субъективного влияния на процесс измерения, который обычно осуществляется с помощью мыши в графическом интерфейсе эксперта или с помощью планшета с цифровым преобразователем.

В настоящее время целесообразным является применение полностью автоматических методов (2), по крайней мере, на уровне измерения характеристик. Эксперт может грубо выбрать интересующую область и определить, какие особенности рукописного текста автоматически вычисляются и сравниваются между образцами (2.1). В качестве альтернативы система может попытаться автоматически разделить рукописный текст на строки, используя модели скрытого Маркова для сравнения между образцами (2.2). Третья группа (табл. 2) состоит из систем, которые являются «полуавтоматическими» в том смысле, что символы необходимо выбирать вручную. Затем вычисляются характеристики на основе символов, которые были специально разработаны для использования в системах распознавания рукописного текста. Состоятельность и возможность применения методов в значимых проектах не обоснована с помощью серьезных аргументов [18].

Таблица 2

Методы биометрии почерка

1. ИНТЕРАКТИВНЫЙ		2. АВТОМАТИЧЕСКИЙ			3. ОПТИЧЕСКИЙ РАСПОЗНАВАТЕЛЬ СИМВОЛОВ		
1.1. Измеренные свойства	1.2. Измеренные общие геометрические характеристики почерка	2.1.1. Текстурные особенности изображения	2.1.2. Особенности фрагмента почерка исполнителя	2.1.3. Статистика размещения	2.1.4. Нанесение чернил	2.2. Линейные HMMs	3.1. Вычисленные характеристики исполнителя

Современным инструментом, который бы отвечал требованиям применимости к судебному почерковедению, могут быть различного типа информационные системы, способные решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы [19], в частности основанные на ДСМ-методе автоматизированной поддержки научных исследований [18]. Процесс использования таких систем для решения задач почерковедения направлен на использование ресурсов интеллектуальных систем применительно к самому сложному объекту су-

дебно-почерковедческих исследований – подписям [20], которые характеризуются тенденциозностью к упрощению, что усложняет процесс их экспертного исследования.

Современные компьютерные технологии на основе методов искусственного интеллекта, и в частности нейросетевых технологий, позволяют по результатам сканирования экземпляров рукописного почерка обучать нейронную сеть и создавать базы данных почерка людей, систематизировать и использовать в экспертной работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С развитием и внедрением информационных технологий повысился уровень не только производства судебно-почерковедческих экспертиз (автоматизации экспертной работы), но и объективности критериев оценки идентификационных и диагностических признаков почерка (подписи) рукописей. Особую роль при решении идентификационных и диагностических задач приобретает программное обеспечение, позволяющее более быстро и точно осуществ-

лять автоматический анализ почерка. Качество анализа почерка полностью зависит от методического обеспечения работы экспертов-почерковедов, основанного на системе принципов, системном подходе, физической и математической постановке задачи, методе решения и технологической схеме синтеза экспертного заключения. Его применение позволяет осуществить решение поставленной задачи экспертизы, обеспечивая увязку всех ее элементов в единую структуру в интересах проведения исследования рукописи и выработки обоснованного экспертного заключения.

Список использованных источников и литературы

1. Мистров Л.Е., Дубинцова Д.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.
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. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа: учебное пособие. – СПб: «Издательский дом «Бизнес-пресса», 2000. – 208 с.
4. Орлова В.Ф. Теория судебно-почерковедческой идентификации: учеб. пособие. – М.: ЭКОМ «Публишерз», 2011. – 158 с.
5. Почерковедение и почерковедческая экспертиза: курс лекций – 5-е изд. / под ред. Серегина В.В. – Санкт-Петербург: МВД России, НПСЭП, 2015. – 229 с.
6. Кулагин П.Г., Колонутова А.И. Экспертная методика дифференциации рукописей на мужские и женские // М.: ВНИИ МВД СССР, 1971. – 40 с.
7. Кирсанов З.И., Рогозин А.П. Методика распознавания по почерку пола и возраста исполнителя рукописи // Вероятностно-статистические методы почерковедческих исследований: сб. статей. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1974. – С. 67–85.
8. Левицкий А.Б., Бажакин Г.А., Серегин В.В. и др. Методика определения возраста исполнителя рукописных текстов. – М.: – ЭКЦ МВД РФ, 1995. – 255 с.
9. Майлис Н.П. Введение в судебную экспертизу: учеб. пособие – 2-е изд. – М.: ЮНИТИ: Закон и право, 2012. – 112 с.
10. Применение методов исследования, основанных на вероятностном моделировании в судебно-почерковедческой экспертизе: метод. пособие. – М.: ВНИИСЭ, 1976. – 360 с.
11. Маурина Н.П. Анализ и совершенствование практики применения вероятностно-статистических методов оценки признаков в судебно-почерковедческой экспертизе. – М.: ВНИИСЭ, 1980. – 64 с.
12. Судебно-почерковедческая экспертиза: особенная часть: исследование рукописных текстов: 2-е изд., перераб. и доп. // Федеральный центр судебной экспертизы при Минюсте России. – М.: Наука, 2007. – 341 с.
13. Идентификация по почерку – технологии DioLink // Институт проблем информатики РАН, компания BioLink – <https://www.biolink.ru/technology/handwriting.php>.
14. Бобовкин М.В., Ручкин В.А. Современное состояние и тенденции развития судебно-почерковедческой экспертизы в Российской Федерации // Вестник Московского университета МВД России. 2015. №4. С. 21–22.
15. Franke K., Köppen M. A computer-based system to support forensic studies on handwritten documents // International Journal on Document Analysis and Recognition. 2001. № 3. С. 218–231.
16. Гольдберг И.И. Психология почерка. – М.: АСТ, 2008. – 237 с.
17. Schomaker L. Writer identification and verification // In Advances in Biometrics: Sensors, Algorithms and Systems. 2008. London: Springer London, pp. 247–264.
18. Россинская Е.Р., Бодров Н.Ф. Современное состояние и перспективы исследования образов цифровых следов в судебной почерковедческой экспертизе // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 21, № 1. С. 121–135.
19. Охлупина А.Н. Теоретические и организационно-тактические основы использования интеллектуальных систем в судебном почерковедении // Право и политика. 2019. № 6. С. 50–55.
20. Гусакова С.М., Лапшина И.А., Охлупина А.Н. Идентификация подписи: постановка задачи и вариант решения с помощью интеллектуальной ДСМ-системы // Научно-техническая информация. Сер.2. 2018. №8. С. 8–13.

SYSTEMIC PRINCIPLES AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF SYNTHESIS OF FORENSIC HANDWRITING EXAMINATION DECISIONS

Mistrov L.E., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of the VUNTS Air Force «VVA named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin» (Voronezh), Central Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «The Russian State University of Justice», Chief Specialist, Russian Standardization Institute

Dubintsova D.G., Student of the Central Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «The Russian State University of Justice»

The basis of methodological support for the decision-making by a handwriting expert on a manuscript submitted for examination consists of principles united by unity of purpose, a systematic approach, a method and the resulting hierarchical system of methods for private, information quality indicators. The method provides a link in a single information process to the application of a system of methods for evaluating effectiveness and substantiating a preferred solution and presents a general approach to the systematic analysis of the handwriting (signature) of the manuscript, taking into account its integrity (external and internal properties), the method of achieving the goal (the use of destructive and non-destructive) methods, in a certain way the orderly activity of an expert to solve the problem of synthesizing an expert opinion. The solution of the problem of handwriting expertise is represented by the task of vector optimization, in which the arguments – identification and diagnostic signs of handwriting characterize the manuscript submitted for examination. The quantitative determination of the importance of manuscript features is based on the methods of utility theory and vector optimization. The ranking of criteria for the quality of features by importance is carried out using the method of lexicographic optimization, based on the methods of expert assessments (paired and multiple comparisons, ranking, collective generation of ideas). The transition from information indicators to an integral indicator of the effectiveness of an expert's decision is based on the use of additive or multiplicative verification of particular criteria for identification (diagnostic) features of the vector efficiency criterion. With the development and introduction of information and computer technologies, the level of not only the production of forensic handwriting examinations (automation of expert work) has increased, but also the objectivity of criteria for evaluating identification and diagnostic signs of handwriting (signatures) of manuscripts.

Keywords: handwriting expertise, identification and diagnostic signs, systematic approach, efficiency criterion, technological scheme, decomposition, expert opinion.

For citation: Mistrov L.E., Dubintsova D.G. Systemic Principles and Technological Scheme of Synthesis of Forensic Handwriting Examination Decisions. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation, 2024; 5 (80): 50–64. (In Russ.).

References

1. Mistrov L.E., Dubintsova D.G. Efficiency criterion and formulation of the problem of synthesis of forensic handwriting examination solutions // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024, no. 5 (80), pp. 35-49.
2. Mistrov L.E., Zyatikov A.V. Systems engineering foundations for the synthesis of forensic handwriting examination solutions. Information and economic aspects of standardization and technical regulation, 2020, no. 1 (53), pp. 90–99.
3. Spitsnadel V.N. Fundamentals of systems analysis: a tutorial. St. Petersburg, «Publishing House» Business Press, 2000, 208 p.
4. Orlova V.F. Theory of forensic handwriting identification: tutorial. manual. Moscow: EKOM «Publishers», 2011, 158 p.
5. Handwriting Science and Handwriting Expertise: Lecture Course – 5th ed. Edited by V.V. Seregin. St. Petersburg: Ministry of Internal Affairs of Russia, NPSEP, 2015, 229 p.

6. Kulagin P.G., Kolonutova A.I. Expert Methodology for Differentiating Handwritten Texts into Male and Female. Moscow: All-Russian Research Institute of the Ministry of Internal Affairs of the USSR, 1971, 40 p.
7. Kirsanov Z.I., Rogozin A.P. Methodology for Recognizing the Gender and Age of the Author of a Manuscript by Handwriting. Probabilistic and Statistical Methods of Handwriting Studies: Collection of Articles. Moscow: All-Russian Research Institute of the Ministry of Internal Affairs of the USSR, 1974, pp. 67–85.
8. Levitsky A.B., Bazhakin G.A., Seregin V.V., et al. Methodology for Determining the Age of the Performer of Handwritten Texts. Moscow: Forensic Science Center of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, 1995, 255 p.
9. Mailis N.P. Introduction to Forensic Examination: Textbook – 2nd ed. Moscow: UNITY: Law and Right, 2012, 112 p.
10. Application of Research Methods Based on Probabilistic Modeling in Forensic Handwriting Examination: Methodological Manual. Moscow: VNIISE, 1976, 360 p.
11. Maurina N.P. Analysis and Improvement of the Practice of Applying Probabilistic-Statistical Methods for Assessing Features in Forensic Handwriting Examination. Moscow.: VNIISE, 1980, 64 p.
12. Forensic handwriting examination: special part: study of handwritten texts: 2nd ed., revised and enlarged / Federal Center for Forensic Examination under the Ministry of Justice of the Russian Federation. Moscow: Nauka Publ., 2007, 341 p.
13. Handwriting identification – DioLink technologies. Institute of Informatics Problems of the Russian Academy of Sciences, BioLink campaign – <https://www.biolink.ru/technology/handwriting.php>.
14. Bobovkin M.V., Ruchkin V.A. Current state and development trends of forensic handwriting examination in the Russian Federation. Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2015, no. 4, pp. 21–22.
15. Franke K., Köppen M. A computer-based system to support forensic studies on handwritten documents. International Journal on Document Analysis and Recognition, 2001, no. 3, pp. 218–231.
16. Goldberg I.I. Psychology of handwriting. Moscow: AST, 2008, 237 p.
17. Schomaker L. Writer identification and verification. In Advances in Biometrics: Sensors, Algorithms and Systems. London: Springer London, 2008, pp. 247–264.
18. Rossinskaya E.R., Bodrov N.F. Current state and prospects for the study of digital trace images in forensic handwriting examination. Forensic science: yesterday, today, tomorrow, 2022, vol. 21, no. 1, pp. 121–135.
19. Okhlupina A.N. Theoretical and organizational-tactical foundations of the use of intelligent systems in forensic handwriting analysis. Law and Politics, 2019, no. 6, pp. 50–55.
20. Gusakova S.M., Lapshina I.A., Okhlupina A.N. Signature identification: problem statement and solution using an intelligent DSM system. Scientific and technical information. Ser. 2, 2018, no. 8, pp. 8–13.