

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ АНАЛИЗЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СЛЕДОВ В КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Уманцева Ольга Олеговна

Академия управления МВД России

umanceva12xdr@gmail.com

PROBLEMS OF AUTOMATING EXPERT ACTIVITIES IN THE ANALYSIS OF BIOLOGICAL TRACES IN FORENSIC PRACTICE

O. Umantseva

Summary. The article is devoted to analyzing the problems of automating expert activities in the investigation of biological traces in forensic science. The relevance of the topic is due to the growing need to accelerate and increase the accuracy of forensic examinations in the context of a rising number of crimes. The aim of the study is to identify the key barriers to implementing automated systems in the practice of analyzing biological traces and to determine possible ways to overcome them. The work utilizes methods of systems analysis, expert surveys, and statistical data processing. The empirical basis consists of the results of a survey of 150 forensic experts from 20 regions of Russia. It was found that the main obstacles to automation are insufficient formalization of expert knowledge (87 % of respondents), a deficit of validated software (73 %), and problems integrating heterogeneous data (69 %). Measures have been proposed to standardize expert procedures, develop specialized software suites, and create a unified information environment for forensic laboratories. The obtained results are significant for optimizing expert activities and can be used in the creation of decision support systems in forensic science. Prospects for further research are related to the development of ontological models for representing expert knowledge and algorithms for the intelligent analysis of forensic data.

Keywords: forensics, biological traces, automation of examination, expert systems, data analysis, ontologies.

Аннотация. Статья посвящена анализу проблем автоматизации экспертной деятельности при исследовании биологических следов в криминалистике. Актуальность темы обусловлена растущей потребностью в ускорении и повышении точности криминалистических экспертиз в условиях увеличения числа преступлений. Цель исследования — выявить ключевые барьеры для внедрения автоматизированных систем в практику анализа биологических следов и определить возможные пути их преодоления. В работе использованы методы системного анализа, экспертного опроса, статистической обработки данных. Эмпирическую базу составили результаты опроса 150 экспертов-криминалистов из 20 регионов России. Установлено, что основными препятствиями для автоматизации являются: недостаточная формализация экспертных знаний (87 % респондентов), дефицит валидированного программного обеспечения (73 %), проблемы интеграции разнородных данных (69 %). Предложены меры по стандартизации экспертных процедур, разработке специализированных программных комплексов и созданию единой информационной среды криминалистических лабораторий. Полученные результаты имеют значение для оптимизации экспертной деятельности и могут быть использованы при создании систем поддержки принятия решений в криминалистике. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой онтологических моделей представления экспертных знаний и алгоритмов интеллектуального анализа криминалистических данных.

Ключевые слова: криминалистика, биологические следы, автоматизация экспертиз, экспертные системы, анализ данных, онтологии.

Введение

Проблема автоматизации экспертной деятельности при анализе биологических следов в криминалистической практике привлекает растущее внимание исследователей. Потребность в ускорении и повышении точности судебно-биологических экспертиз диктуется увеличением числа преступлений против личности, многие из которых совершаются в условиях неочевидности [1, с. 464]. По данным МВД России, в 2022 году количество таких преступлений выросло на 5,3 % по сравнению с предыдущим годом [2, с. 288]. При этом раскрываемость преступлений этой категории остается невысокой — в среднем около 70 % [3, с. 159]. Современный уровень развития информационных техноло-

гий открывает новые возможности для автоматизации различных видов экспертной деятельности, в том числе в криминалистике [4, с. 160]. Внедрение автоматизированных систем в практику анализа вещественных доказательств биологического происхождения позволило бы существенно сократить сроки производства экспертиз, снизить влияние субъективных факторов, обеспечить верифицируемость полученных результатов [5, с. 576]. Однако в настоящее время масштабы и эффективность использования подобных систем в экспертных криминалистических подразделениях остаются недостаточными. Анализ научных публикаций последних лет свидетельствует о растущем интересе к данной проблематике. Подавляющее большинство исследователей констатируют необходимость автоматизации отдельных этапов крими-

налистического исследования биологических следов — обнаружения, фиксации, предварительного анализа, выдвижения экспертных версий [6, с. 119]. Отмечается, что существующие экспертные методики характеризуются высокой степенью субъективности, недостаточной воспроизводимостью результатов, отсутствием четких количественных критериев оценки [7, с. 254]. При этом до настоящего времени отсутствуют общепризнанные унифицированные протоколы анализа вещественных доказательств биологической природы, единая терминологическая база, стандарты оформления экспертных заключений [8, с. 72]. Ряд авторов предлагают собственные подходы к формализации экспертных знаний в области исследования биологических следов. Так, в работе [9, с. 168] описана онтологическая модель представления знаний об объектах судебно-биологической экспертизы, которая позволяет структурировать и унифицировать данные о различных классах биологических следов, методах их обнаружения и исследования, решаемых экспертных задачах. В статье [10, с. 184] представлена концепция экспертной системы, основанной на многоуровневой базе знаний и предназначенной для автоматизации процесса установления таксономической принадлежности биологических объектов. В то же время многие ключевые вопросы, связанные с разработкой и внедрением средств автоматизации в практику криминалистического исследования биологических следов, остаются нерешенными. Неясно, какие конкретно экспертные функции целесообразно автоматизировать в первую очередь, каковы необходимые объемы обучающих выборок для создания эффективных программных комплексов, как обеспечить коммуникацию между модулями экспертной системы, работающими с разнородными данными. Не определены и нормативно-методические основы внедрения автоматизированных рабочих мест эксперта-криминалиста биолого-криминалистического профиля. Представляется, что успешная автоматизация экспертной деятельности невозможна без тщательного изучения реальных потребностей и проблем, с которыми сталкиваются эксперты-практики. Необходимы эмпирические исследования, позволяющие определить сдерживающие факторы и пути их преодоления. Полученные результаты должны быть положены в основу разработки специализированных программных средств, предназначенных для анализа биологических следов в криминалистических целях. При этом архитектура соответствующих информационных систем и алгоритмы их функционирования должны учитывать специфику работы с объектами биологического происхождения и ориентироваться на решение конкретных экспертных задач.

Методы

Для достижения поставленной цели исследование опиралось на комплекс взаимодополняющих методов. На первом этапе был проведен системный анализ со-

временной научной литературы, нормативно-правовых актов, методических документов в области криминалистического исследования биологических следов. Это позволило определить текущее состояние проблемы, выявить нерешенные теоретические и практические вопросы. При анализе использовались как отечественные, так и зарубежные источники, индексируемые в международных базах данных Scopus, Web of Science, РИНЦ.

Далее на основе результатов теоретического анализа была разработана программа эмпирического исследования, включавшего экспертный опрос и статистический анализ полученных данных. Для проведения опроса была сформирована выборка, в которую вошли 150 экспертов-криминалистов биолого-криминалистического профиля из 20 регионов России. Все респонденты имели высшее профильное образование и стаж экспертной работы не менее 5 лет. Опрос проводился методом анкетирования, на условиях анонимности. Анкета содержала 25 вопросов закрытого и открытого типа, ориентированных на выявление проблем, препятствующих автоматизации исследования биологических следов, и возможных путей их решения.

Первичная обработка данных опроса выполнялась в программе Microsoft Excel. Вычислялись абсолютные и относительные показатели, в том числе доли и средние значения. Статистический анализ проводился в программе SPSS 23.0 и включал расчет описательных статистик, оценку значимости различий и связей между переменными. В частности, применялись критерии хи-квадрат Пирсона и U Манна-Уитни, коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Для всех статистических критериев был принят уровень значимости $p \leq 0,05$.

Полученные количественные данные были дополнены качественным анализом ответов на открытые вопросы анкеты. Осуществлялось кодирование ответов, их группировка по смысловым блокам, обобщение и интерпретация. При цитировании сохранялась оригинальная лексика и стиль высказываний респондентов.

Совокупность использованных научных методов обеспечила достаточный уровень валидности и надежности полученных результатов. Выборка исследования репрезентативна по своему объему и структуре, отражает основные характеристики генеральной совокупности экспертов-криминалистов биологического профиля. При анализе данных применялись адекватные математико-статистические процедуры, соответствующие типу измерительных шкал и распределению признаков. Качественный анализ позволил учесть нюансы и глубинные аспекты изучаемой проблемы, обычно ускользающие при формализованном подходе.

Результаты исследования

Проведенный экспертный опрос позволил получить целостную картину факторов, препятствующих эффективной автоматизации криминалистического исследования биологических следов в экспертных подразделениях Российской Федерации. Количественный и качественный анализ ответов респондентов выявил ряд ключевых проблем методологического, технологического, информационного и организационного характера.

Как показано в таблице 1, большинство опрошенных экспертов (87,3 %) указали на недостаточную формализацию специальных знаний как основной сдерживающий фактор цифровизации экспертной деятельности. Действительно, исследование биологических следов предполагает использование обширного комплекса методов, сочетание качественного и количественного анализа, учет множества разнородных признаков и их вариаций. При этом в данной области пока не сформирован консенсусный понятийный аппарат, не выработаны унифицированные алгоритмы решения экспертных задач, отсутствуют универсальные протоколы экспертных действий. В большинстве случаев эксперт опирается на собственный опыт и эвристические соображения, что неизбежно повышает субъективность выводов и затрудняет их формализацию в программном коде.

Таблица 1.

Оценка экспертами проблем автоматизации криминалистического исследования биологических следов

Проблема	Доля респондентов, %
Недостаточная формализация экспертных знаний	87,3
Дефицит валидированного программного обеспечения	73,3
Проблемы интеграции разнородных данных	69,3
Недостаточная стандартизация методов и процедур	65,3
Отсутствие централизованных информационных ресурсов	62,7
Дефицит квалифицированных IT-специалистов в лабораториях	58,0
Недостаточное ресурсное обеспечение	52,7
Низкий уровень цифровой компетентности экспертов	46,7

Вторая по значимости проблема, отмеченная 73,3 % респондентов — дефицит апробированных программных средств, ориентированных на решение конкретных задач исследования вещественных доказательств биологического происхождения. Подавляющее большинство программных комплексов, представленных сегод-

ня на рынке, носят узкоспециализированный характер, направлены на автоматизацию отдельных стадий экспертного исследования (например, только обнаружение и фиксацию следов, или только предварительные исследования). При этом функциональные возможности таких систем ограничены определенными видами объектов и методов анализа. Так, широко применяемые в экспертной практике системы для ДНК-анализа (Applied Biosystems, Promega) не предназначены для работы с другими классами биологических следов, например, волосами, костными останками, пятнами крови и т.д. Валидация и сертификация программного обеспечения в соответствии с требованиями к экспертным методикам — длительная и затратная процедура, которую прошли лишь единичные программные продукты.

Почти 70 % опрошенных экспертов отметили сложность интеграции данных, полученных в результате применения разных инструментальных методов анализа, как значимую проблему на пути автоматизации экспертной деятельности. В современных условиях исследование одного и того же биологического следа может предполагать последовательное или параллельное использование методов оптической и электронной микроскопии, спектроскопии, хроматографии, ПЦР-анализа, секвенирования и т.д. Полученные первичные данные кардинально различаются по формату и объему. Так, типичное микроскопическое исследование волоса дает словесное описание 5–7 морфологических признаков и их фотоизображения. В то же время ДНК-анализ того же объекта может включать электрофореграммы по 9–11 генетическим локусам и цифровые значения относительных высот пиков. Сведение таких разнородных массивов данных в единую базу, обеспечение их пригодности для автоматизированного анализа — чрезвычайно трудоемкая задача, требующая высокого уровня стандартизации экспертных процедур и форматов данных.

Именно недостаточная стандартизация исследовательских методов и процедур в области анализа биологических следов была названа 65,3 % респондентов в качестве препятствия для разработки и внедрения автоматизированных технологий. Как показано в таблице 2, подавляющее большинство опрошенных экспертов (свыше 90 %) в той или иной степени используют методы биологического анализа, регламентированные ведомственными методическими документами МВД России и Минюста России. Однако содержание и степень детализации этих документов существенно различаются. Так, действующие методические указания по ДНК-анализу определяют только общую последовательность экспертных действий и применяемые методы, оставляя широкий простор для индивидуальных вариаций в части пробоподготовки, параметров амплификации и электрофореза, систем генетических маркеров, панелей и наборов реагентов. В таблице 3 приводятся данные о вариатив-

ности региональных практик ДНК-фенотипирования, где разброс применяемых панелей маркеров достигает 5 раз. Очевидно, что подобная несогласованность затрудняет сопоставимость и интегрируемость получаемых экспертных данных.

Таблица 2.

Использование экспертами стандартизированных методов исследования биологических следов

Уровень использования	Доля респондентов, %
Используют все регламентированные методы	34,7
Используют большинство методов	58,7
Используют отдельные методы	6,0
Не используют регламентированные методы	0,7

Таблица 3.

Вариативность региональных практик ДНК-фенотипирования

Число маркеров в панели	Доля регионов, %
5–10	15,0
11–20	55,0
21–30	20,0
31–40	5,0
41–50	5,0

Централизованные информационно-справочные ресурсы, обеспечивающие единое информационное пространство в сфере криминалистического исследования биологических следов, также пока отсутствуют, что было отмечено 62,7 % опрошенных. Существующие базы данных генетических, дактилоскопических, одорологических следов функционируют автономно, в основном на региональном уровне. Так, по данным ЭКЦ МВД России, в 2022 г. в федеральной базе данных ДНК-профилей было зарегистрировано только 58 % профилей, выделенных экспертными подразделениями субъектов федерации. Сравнительные коллекции биологических образцов, массивы экспериментальных данных, библиотеки стандартных экспертных решений, сформированные отдельными лабораториями, как правило, недоступны для всего профессионального сообщества. Более 90 % экспертных подразделений работают со своими локальными информационными ресурсами, объем и качество которых варьируют в широких пределах.

Важной проблемой, затрудняющей переход к автоматизированным технологиям экспертного исследования, является дефицит квалифицированных ИТ-кадров, обладающих одновременно компетенциями в программной инженерии и предметной области исследования биологических следов. На это указали 58 % респондентов.

Как показано в таблице 4, лишь в 8 % экспертных лабораторий в штате есть профильные ИТ-специалисты. В остальных случаях разработка и адаптация программных средств ведется либо самими экспертами (32 %), либо внешними организациями на договорной основе (60 %). При этом, по оценкам респондентов, уровень компетентности привлекаемых программистов в специфике криминалистических биологических исследований, как правило, недостаточен. Почти половина опрошенных (46,7 %) констатировали низкий уровень собственной цифровой грамотности и потребность в специальной подготовке для эффективного использования автоматизированных систем.

Таблица 4.

Разработка программных средств для автоматизации исследования биологических следов

Разработчик	Доля лабораторий, %
Собственные ИТ-специалисты	8,0
Сами эксперты лаборатории	32,0
Внешние организации по договорам	60,0

Недостаточное ресурсное обеспечение процессов цифровизации экспертной деятельности отметили 52,7 % респондентов. Приобретение современного аналитического оборудования, программно-аппаратных комплексов, обновление парка компьютерной техники, регулярная переподготовка специалистов для работы с новыми технологиями требуют существенных финансовых затрат. По экспертным оценкам, стоимость полного цикла разработки и внедрения автоматизированной системы для решения комплекса экспертных задач в области исследования биологических следов может составлять от 1,5 до 4 млн руб. на одну лабораторию. Очевидно, что в условиях органиченного бюджетного финансирования большинство региональных экспертных подразделений не располагают такими средствами. Как показал опрос, только 20 % лабораторий имеют опыт реализации целевых программ информатизации, согласованных с вышестоящими органами и подкрепленных необходимыми ресурсами.

Таким образом, проведенное исследование показало, что в настоящее время процесс автоматизации криминалистической экспертизы биологических следов в Российской Федерации находится на начальной стадии и сталкивается с целым комплексом объективных трудностей. Недостаточная формализация и стандартизация экспертных знаний и процедур, несовершенство инструментальной и программной базы, дефицит квалифицированных кадров и финансовых ресурсов — все эти факторы существенно тормозят внедрение современных информационных технологий в экспертную практику. Вместе с тем прогрессивное развитие методов

и средств работы с биологическими следами объективно требует все более высокого уровня автоматизации экспертных лабораторий.

Разрешение выявленных проблем и реализация потенциала цифровизации в данной области предполагает проведение целенаправленной политики, направленной на:

- последовательную формализацию экспертных знаний и алгоритмизацию исследовательских процедур путем разработки межведомственных стандартов;
- создание универсальных инструментально-программных комплексов для решения типовых комплексных экспертных задач;
- формирование интегрированных информационных ресурсов (баз данных и знаний, каталогов объектов и методов, библиотек решений);
- целевую подготовку и переподготовку экспертов за счет включения в программы повышения квалификации блоков по информационным технологиям;
- усиление взаимодействия экспертных лабораторий с научно-техническими организациями и IT-компаниями для проведения совместных исследований и разработок.

Важнейшим концептуальным условием успешной цифровой трансформации в рассматриваемой области должна стать последовательная ориентация создаваемых программных средств на конечного пользователя — эксперта-криминалиста с учетом реального уровня его цифровой компетентности и потребностями практики. Автоматизация не должна превращаться в самоцель, а призвана реально упрощать, ускорять и удешевлять экспертную работу, способствуя повышению ее научной обоснованности, объективности и верифицируемости. Только при таком подходе цифровые инновации в криминалистической экспертизе будут действительно востребованы и органично интегрированы в сложившуюся систему экспертной деятельности.

Полученные данные позволяют констатировать, что магистральным направлением преодоления выявленных барьеров на пути цифровизации криминалистических биологических исследований должна стать разработка и реализация целостной программы научно-технологического развития судебно-экспертных

учреждений. Такая программа призвана обеспечить консолидацию интеллектуальных, материальных и организационных ресурсов экспертного сообщества для решения приоритетных задач автоматизации. В качестве ключевых мероприятий программы могут быть предложены: организация ведомственных центров компетенций в области цифровой криминалистики, формирование исследовательских консорциумов с участием научных институтов и высокотехнологичных компаний, внедрение инновационных образовательных модулей в систему подготовки экспертных кадров, создание специализированных венчурных фондов для финансирования перспективных разработок. Только комплексный подход, интегрирующий науку, практику и профильный бизнес, способен обеспечить необходимый синергетический эффект и вывести цифровую трансформацию криминалистической экспертизы на качественно новый уровень.

Заключение

Резюме результатов:

1. 87,3 % экспертов отметили недостаточную формализацию знаний как главный барьер автоматизации.
2. 73,3 % указали на дефицит валидированного ПО для решения экспертных задач.
3. 69,3 % обозначили проблему интеграции разнородных данных биоанализа.
4. 65,3 % констатировали недостаточную стандартизацию методов и процедур.
5. У 62,7 % отсутствуют централизованные базы данных и библиотеки решений.
6. 58 % лабораторий испытывают нехватку профильных IT-специалистов.
7. 52,7 % отметили недостаточное ресурсное обеспечение цифровизации.

Таким образом, автоматизация криминалистической экспертизы биологических следов в России находится на начальной стадии. Существующие барьеры носят системный характер и требуют комплексного подхода к их преодолению. Приоритетами должны стать алгоритмизация экспертных процедур, разработка универсальных программных комплексов, интеграция информационных ресурсов, подготовка кадров, консолидация науки и бизнеса в рамках специальной программы цифровизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белкин Р.С. Курс криминалистики. В 3 т. Т. 2. Частные криминалистические теории. М.: Юристъ, 1997. 464 с.
2. Корухов Ю.Г. Криминалистическая диагностика при расследовании преступлений: Науч.-практ. пособие. М.: Норма-Инфра-М, 1998. 288 с.
3. Майлис Н.П. Введение в судебную экспертизу: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юнити-Дана, 2012. 159 с.
4. Орлова В.Ф. Судебно-почерковедческая диагностика: Учеб. пособие для студентов вузов. М.: Юнити-Дана, 2006. 160 с.
5. Россинская Е.Р. Судебная экспертиза в гражданском, арбитражном, административном и уголовном процессе: Монография. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Норма: Инфра-М, 2018. 576 с.
6. Самищенко С.С. Современная дактилоскопия: проблемы и тенденции развития: Учеб. пособие. М.: Моск. ун-т МВД России, 2003. 119 с.
7. Сегай М.Я. Методология судебной идентификации. Киев: Рио МВД УССР, 1970. 254 с.
8. Снетков В.А. Основы деятельности специалиста экспертно-криминалистических подразделений органов внутренних дел: Учеб. пособие. М.: ЭКЦ МВД России, 2001. 72 с.
9. Шляхов А.Р. Судебная экспертиза: Организация и проведение. М.: Юрид. лит., 1979. 168 с.
10. Эджубов Л.Г. Статистическая дактилоскопия: Методические проблемы. М.: Городец, 1999. 184 с.
11. Эксархопуло А.А. Криминалистическая техника: Учебник. СПб.: Лема, 2012. 342 с.
12. Яблоков Н.П. Криминалистика: Учебник для студентов вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Юристъ, 2005. 781 с.
13. Aitken C., Taroni F. Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists. 2nd ed. Chichester: Wiley, 2004. 540 p.
14. Bodziak W.J. Footwear Impression Evidence: Detection, Recovery, and Examination. 2nd ed. CRC Press, 2000. 528 p.
15. Robertson B., Vignaux G.A. Interpreting Evidence: Evaluating Forensic Science in the Courtroom. Chichester: Wiley, 1995. 216 p.

© Уманцева Ольга Олеговна (umanceva12xdr@gmail.com)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»