

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАССЛЕДОВАНИЯ ПРЕСТУПЛЕНИЙ В СОЦИАЛЬНОЙ, ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СФЕРАХ

Маркарян А.О.¹, Темкин И.О.²

Ключевые слова: математическая модель, формальная методика, математическая логика, статистика, преступление, предварительное расследование, система расследования, автоматизированное рабочее место следователя.

Аннотация

Цель работы: построение формальной методики расследования преступлений в социальной, природной и техногенной сферах.

Методы: статистика — для анализа структуры и динамики преступлений, системный анализ — для структуризации процесса расследования, теоретико-множественный анализ — для формализации переменных, математическая логика — для построения модели расследования.

Результаты: проведен анализ статистики преступлений, зарегистрированных на территории Российской Федерации, позволивший выявить уровень преступности, динамику и процент раскрываемости, в частности, по преступлениям террористического характера. Выполнен обзор информационно-аналитических систем, обеспечивающих поддержку принятия решений в процессе расследования, что дало возможность сделать вывод о необходимости формализации данного процесса с использованием математических методов, определить цель и задачи исследования. Проведен системный анализ процесса расследования, позволивший структурировать его этапы и выделить элементы, подлежащие формализации. Осуществлено формальное описание переменных в виде множеств и их классификация, реализована формализация задач исследования. Для решения поставленных задач разработана математическая модель, базирующаяся на методах математической логики. Моделирование позволяет провести идентификацию инцидента, установить соответствие прецедентам при их наличии и оценить вероятность правильности следственных версий. Преимуществом предложенной методики является простота ее программной реализации и возможность интеграции в автоматизированное рабочее место следователя.

DOI: 10.21681/1994-1404-2024-2-91-101

Введение

В современном мире постоянно возникают угрозы, связанные с терроризмом и организованной преступностью, катастрофами и авариями, причинами которых могут быть как факторы природного или техногенного характера, так и преднамеренное вмешательство человека. Как следует из государственного доклада МЧС «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году», в 2022 г. на территории РФ было зафиксировано 242 чрезвычайных ситуации (далее — ЧС), в результате которых пострадало более 235 тысяч человек, а общий

материальный ущерб оценен в сумму более 7,8 млрд рублей³.

Согласно аналитическим отчетам МЧС, удельный вес природных катаклизмов составляет примерно 30% от общего количества ЧС⁴. Остальные случаи требуют тщательного расследования, поскольку могут содержать признаки различных по степени тяжести преступлений — от халатности до террористического акта. При наличии фактов, указывающих на признаки пре-

³ Государственный доклад МЧС «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году» / МЧС России. М., 2023. 117 с.

⁴ По данным МЧС за 2020—2022 годы. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii>

¹ **Маркарян Анна Оганесовна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизированных систем управления НИТУ МИСИС, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: anestrelle@gmail.com

² **Темкин Игорь Олегович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизированных систем управления НИТУ МИСИС, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: igortemkin@yandex.ru

ступления, принимается решение о возбуждении уголовного дела, служащее основанием для проведения предварительного расследования, смысл которого заключается в «доказывании факта преступления и обосновании обвинительного тезиса в отношении лица, совершившего либо готовившего преступление» [1]. Особенно важно подчеркнуть, что в случае преступлений террористического характера непосредственное преступление против личности, как правило, сопровождается катастрофическими событиями техногенного и даже природного характера. Необходимо также отметить, что в случае когда в социотехнической системе происходит катастрофа (обычно с большими человеческими жертвами) при отсутствии явного злого умысла (взрыв метана в шахте, наводнение в городе), это в 90 случаях из 100 является следствием преступлений соответствующих должностных лиц, нарушающих Уголовный кодекс РФ (УК РФ) в части соблюдения государственных и отраслевых требований (нормативов, правил) по технике безопасности.

Анализ проблемы исследования

Несмотря на многообразие уголовно-процессуальных источников, включая нормативные правовые акты, научных и методических трудов по теории и практике расследования преступлений, почти половина преступлений в России остаются нераскрытыми⁵. Это свидетельствует о необходимости совершенствования системы расследования, уделяя внимание не только качественной стороне этого процесса, заключающейся в уточнении и обновлении терминологии, пересмотре отдельных норм уголовно-процессуального законодательства, но и внедрении количественных методов для анализа событий, содержащих признаки преступления, базирующихся на доказательной основе математического аппарата.

Аналитическая поддержка деятельности органов внутренних дел обеспечивается совокупностью информационных систем и технологий. Обобщая результаты исследований отечественных авторов, можно выделить следующие направления следственной деятельности, в которых используются указанные системы:

- 1) поиск, обнаружение, изъятие и фиксация криминалистически значимой информации;
- 2) регистрация и розыск криминалистически значимых объектов;
- 3) обеспечение взаимодействия правоохранительных органов и дистанционного производства следственных действий;
- 4) автоматизация сбора и обработки информации для проведения судебно-экспертной деятельности;

5) организация и планирование расследования⁶ [2].

Как следует из этого перечня, информационно-аналитическая поддержка процесса расследования преступлений не обладает функционалом, позволяющим осуществлять анализ фактов, добытых в процессе расследования, основываясь на строгих математических выкладках. Таким образом, актуальна задача формализации и автоматизации процесса расследования с использованием математических методов.

Вопрос формализации методов расследования преступлений неоднократно поднимался в криминалистической теории. Первопроходцами в данной области считаются Э. Аннушат, А. Ничефоро, И.Н. Якимов. Информатизация общества в целом и правовых отношений в частности привела к развитию указанной темы, что нашло отражение в трудах отечественных ученых в области криминалистики и информационного права, обзор которых позволил выделить несколько основных направлений. Работа [3] затрагивает вопросы проблемы заполнения информационных баз криминалистическими данными; в качестве решения предлагается создание единого перечня всех используемых обозначений в информационных базах. В то же время, по мнению В.И. Шарова⁷, использование современных компьютерных технологий требует иных методов оперирования структурированными базами, другой степени формализации «на уровне знаний об основных закономерностях функционирования объекта криминалистики, позволяющих идентифицировать ситуацию и дать способ ее решения», а само исследование посвящено комплексному научному анализу формализации как методологическому направлению применительно к системе криминалистического знания и формулированию предложений по его совершенствованию.

В работе [4] предлагается к рассмотрению механизм выдвижения следственных версий при раскрытии преступлений с использованием логико-математических основ расследования для формирования эмпирического базиса и вероятностного заключения о гипотезе, выдвинутой следователем. В работах [3—6] исследуются перспективы использования искусственного интеллекта (ИИ) при проведении предварительного расследования, причем мнения авторов расходятся: в [5] автор предлагает применять цифровые технологии только в тех аспектах процесса доказывания, которые подлежат формализации, и приходит к заключению о невозможности заменить следователя искусственным интеллектом, в [6] ведутся концептуальные рассуждения о разработке системы поддержки принятия реше-

⁵ По данным Генеральной прокуратуры РФ за 2011—2022 годы. URL: http://crimestat.ru/offenses_table

⁶ Грицаев С.И., Помазанов В.В., Заболотня Ю.А. Компьютеризация целеопределения и планирования расследования // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 04 (108). URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/04/pdf/36.pdf> (дата обращения: 15.02.2024).

⁷ Шаров В.И. Формализация в криминалистике. Вопросы теории и методологии криминалистического исследования : автореф. дис. ... докт. юрид. наук: 12.00.09 / Шаров Виктор Иванович. Нижний Новгород, 2003. 54 с.

ний на основе технологий ИИ как о попытке формализации деятельности по расследованию преступлений.

Вопросы усовершенствования процесса расследования волнуют ученых всего мира, преимущественно с позиции противодействия киберпреступности. В трудах [7—9] затронуты вопросы организации хранилищ данных для противодействия инцидентов с базами данных, работа [10] посвящена построению UML-модели расширенного следственного процесса для проведения цифровых криминалистических расследований, в [11] предлагается интегрированная модель расследования реконструкции для криминалистики баз данных с использованием метода метамоделирования, предполагающего два основных процесса: процесса изучения и процесса обнаружения и отчетности, что, по мнению автора, позволяет криминалистам эффективно выявлять и анализировать преступления в базах данных.

Проведенный обзор доказал актуальность выбранной темы исследования и позволил выявить в ней основные направления, рассматриваемые современными учеными:

1) криминалистический аспект, при котором под формализацией понимается усовершенствование процесса расследования, в частности, унификация определений и структуризация процессуальных действий;

2) проблемы организации хранилищ данных для усиления эффективности работы следователя и обеспечения кибербезопасности;

3) дискуссии на тему ИИ — смогут ли такие системы заменить следователя или быть полезны при принятии решений;

наконец,

4) математическое моделирование процесса расследования — наименее освещенный вопрос, но представляющий интерес в силу строгости математических теорий.

Цель и задачи исследования

Целью настоящей работы является построение формальной методики расследования преступлений в социальной, природной и техногенной сферах, базирующейся на применении аппарата математической логики и математической статистики.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- анализ статистики преступлений, зарегистрированных на территории Российской Федерации, исследование общих тенденций и раскрываемости;
- системный анализ процесса расследования;
- формализация и классификация переменных, введение ограничений;
- построение математической модели и анализ результатов.

Анализ статистики преступлений

В табл. 1 приведена статистика, демонстрирующая показатели преступности в России за 2011—2022 годы: количество зарегистрированных и нераскрытых преступлений, в том числе террористического характера⁸.

На основании анализа данных таблицы можно сделать следующие выводы. В среднем на территории Российской Федерации регистрируется 2,145 млн престу-

Таблица 1

Показатели преступности в России за 2011—2022 годы

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Зарегистрировано преступлений, тыс. ед.	2405	2302	2206	2191	2388	2160	2058	1992	2024	2044	2004	1967
Не раскрыто преступлений, тыс. ед.	1080	1015	950	977	1047	983	887	860	915	964	933	905
Доля нераскрытых, %	44,9	44,1	43,1	44,6	43,8	45,5	43,1	43,2	45,2	47,1	46,6	46,0
Зарегистрировано преступлений террористического характера, ед.	600	637	661	1128	1538	2227	1871	1679	1806	2342	2136	2233
Не раскрыто преступлений террористического характера	117	117	106	339	758	1349	1039	791	871	1405	972	872
Доля нераскрытых, %	19,5	18,4	16,0	30,1	49,3	60,6	55,5	47,1	48,2	60,0	45,5	39,1
Удельный вес преступлений террористического характера в общем количестве зарегистрированных преступлений, %	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06	0,10	0,09	0,08	0,09	0,11	0,11	0,11

⁸ По данным Генеральной прокуратуры РФ за 2011—2022 годы. URL: http://crimestat.ru/offenses_table



Рис. 1. Соотношение зарегистрированных и нераскрытых преступлений в 2011—2022 году

плений в год. При этом если в 2011 году на 100 тысяч человек приходится 1682 преступления, то в 2022 году — 1340⁹.

По сравнению с 2011 годом наблюдается незначительное снижение уровня преступности — в среднем на 2% в год. В то же время доля нераскрытых преступлений стабильно держится на уровне 45%. Соотношение числа зарегистрированных и нераскрытых преступлений в 2011—2022 году представлено на рис. 1.

Несмотря на общую тенденцию к снижению, число преступлений террористического характера с каждым годом возрастает. Если удельный вес таких преступлений в общем количестве зарегистрированных преступлений в 2011 году составлял 0,02%, то на протяжении последних трех исследуемых периодов этот показатель увеличился до 0,11%.

Резкий рост числа преступлений террористического характера наблюдается в 2014 году — почти в два раза по сравнению с 2011 годом, максимальное значение зафиксировано в 2021 году: 2342, наибольшее второе — в 2022 году: 2233 преступления. Такую тенденцию можно объяснить государственным переворотом в соседнем государстве и выстраиванием агрессивной политики по отношению к России. В худшую сторону изменился процент раскрываемости преступлений террористического характера: если до 2014 года этот

показатель держался на уровне 18%, то с 2015 года увеличился в среднем до 50,7%.

Визуализация статистики регистрации и раскрываемости преступлений террористического характера в 2011—2022 году отражена на рис. 2.

Резюмируя, можно сказать, что в целом при стабильной ситуации с общим уровнем преступности тенденция динамики преступлений террористического характера оставляет желать лучшего. Несмотря на малый удельный вес в общем количестве регистрируемых преступлений, такие события представляют собой наибольшую опасность, поскольку сопровождаются, как правило, значительным количеством жертв, наносят непоправимый ущерб окружающей среде, влекут материальные убытки. Проведение расследования при наличии признаков террористического акта затруднено вследствие недостатка вещественных доказательств и отсутствия данных о лицах, чьи действия могли бы иметь причинно-следственную связь с происшествием, а ведение спасательных работ с привлечением большого количества людей и техники способствует непреднамеренному уничтожению улик.

Результаты проведенного анализа подтверждают представленный выше тезис от необходимости совершенствования процесса расследования, в том числе путем внедрения новых формальных методик. Учитывая вышеизложенное, задача исследования заключается в разработке математического инструментария, по-

⁹ По данным Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13283>



Рис. 2. Соотношение зарегистрированных и нераскрытых преступлений террористического характера в 2011—2022 году

звляющего на основании сопоставления множества фактов, выявленных в процессе расследования инцидента, и множества признаков преступлений, определённых УК РФ, выявить соответствие и установить истинность следственных версий. В рамках решения задачи проведен системный анализ предметной области, позволивший раскрыть суть процесса расследования и охарактеризовать его этапы.

Системный анализ процесса расследования

В современной юридической литературе множество работ посвящено исследованию термина «расследование». Остановимся лишь на тех, которые могут быть применимы к настоящей работе. Л.Д. Самыгин считает, что расследование представляет собой систему деятельности, в которой основным является информационный процесс, состоящий из поиска, получения, накопления, переработки и использования информации¹⁰ [15]. Заметим, что в современном уголовно-процессуальном законодательстве используется термин «предварительное расследование», которое начинается с момента возбуждения уголовного дела и заканчивается передачей дела в суд или его прекращением, см. ст. 145, 156, 212, 221, 226 Уголовно-процессуального

кодекса (УПК РФ)¹¹. При этом значение самого термина в УПК РФ не закреплено.

В учебной литературе под предварительным расследованием понимается деятельность «по сбору, проверке и оценке доказательств, на основе которых устанавливаются имеющие значение для дела обстоятельства, изобличаются и привлекаются в качестве обвиняемого лица, совершившее преступление, принимаются меры по выявлению обстоятельств, способствовавших совершению преступлений, принимаются меры по возмещению ущерба, нанесенного преступлением»¹².

Цель предварительного расследования, по мнению А.Б. Судницына, заключается в предварительной правовой оценке деяния, обладающего признаками преступления, а совокупность задач, обеспечивающих такую оценку, включает своевременное, всестороннее, полное и объективное исследование преступления; изобличение лиц, совершивших преступление, с формулированием и выдвижением обоснованного обвинения [12].

Обобщая вышесказанное и не разграничивая термины «расследование» и «предварительное расследование», можно выделить несколько ключевых тезисов:

¹¹ Уголовно-процессуальный кодекс РФ от 18.12.2001 № 174-ФЗ (ред. от 25.12.2023).

¹² Уголовно-процессуальное право Российской Федерации : учебник / Отв. ред. П.А. Лупинская, Л.А. Воскобитова. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Норма : Инфра-М, 2022. 1008 с.

- во-первых, расследование — это информационная деятельность, связанная с собиранием, проверкой и оценкой доказательств в рамках уголовного дела;
- во-вторых, расследование предполагает своевременное, всестороннее, полное и объективное исследование преступления для формулирования и выдвигания обоснованного обвинения.

В литературных источниках выделены следующие этапы проведения расследования:

- 1) проверка сообщения о преступлении, на котором осуществляется сбор достаточных данных, указывающих на признаки преступления;
- 2) первоначальный этап, предназначенный для сбора достаточных доказательств, дающих основания для обвинения лица в совершении преступления;
- 3) последующий этап — сбор доказательств, достаточных для принятия решения об окончании предварительного следствия или дознания;
- 4) завершающий этап — подведение итогов предварительного следствия¹³.

Очевидно, предварительное расследование начинается со второго этапа при условии, что при осмотре места происшествия было найдено достаточно данных, указывающих на признаки преступления.

Структурно процесс расследования можно представить в виде рис. 3.

Все эти этапы обобщает одно — в каждом случае имеется множество фактов, которые подлежат анализу. В одних ситуациях эти факты дополняют друг друга, в других — противоречат, особенно если имеются показания лиц, причастных к преступлению и намеревающихся скрыть или исказить картину преступления. Основываясь на имеющихся фактах, следователь выстраивает версии, «предположительно объясняющие совокупность исходных данных и вероятностно устанавливающие искомое обстоятельство», используя эвристический и логический подход¹⁴.

Таким образом, изучение этапов процессов расследования позволило конкретизировать задачи исследования:

- 1) анализ совокупности фактов, собранных на месте происшествия, с целью идентификации инцидента как преступления с последующим возбуждением уголовного дела и проведением расследования;
- 2) анализ доказательств, собранных в результате расследования, с целью проверки следственных версий, сформированных для выяснения причин инцидента и установления виновных лиц.

Для решения поставленных задач предложено разработать автоматизированную систему, позволяющую

осуществлять анализ совокупности исходных данных. В состав системы входит база данных, состоящая из нескольких разделов, в числе которых описание инцидентов и характеризующих их фактов, а также положения УК РФ, определяющие признаки преступлений и виды наказаний. Для сопоставления характеристик инцидентов и норм УК РФ используется база знаний. В данной статье описана математическая модель такой системы.

Формализация переменных

В соответствии с методологией моделирования осуществлена формализация переменных в виде множеств [13]:

U — множество инцидентов, $U = \{u_i\}_{i \in I}$

X_i — множество признаков, характеризующих инцидент u_i , $X_i = \{x_{ij}\}_{j \in J}$

R — множество преступлений, описанных на основании УК РФ, $R = \{r_k\}_{k \in K}$

P_k — множество признаков, определяющих преступление r_k , $P_k = \{p_{kl}\}_{l \in L}$

Y — множество следственных версий, $Y = \{y_m\}_{m \in M}$

Z — множество решений, $Z = \{z(u_i)\}_{i \in I}$

I, J, K, L, M — множества индексов.

При этом следует принять во внимание, что элементы множеств X_i и P_k , характеризующие соответственно инцидент u_i и преступление r_k , должны представлять собой простые высказывания — неделимые утвердительные предложения, о которых можно судить, истинны они или ложны. Формальное представление признаков преступлений в таком виде легко реализуемо за счет того, что виды и признаки преступлений регламентированы положениями УК РФ. При формализации признаков инцидента возникают сложности, связанные с тем, что показания очевидцев в большинстве случаев не имеют четкой структуры и могут содержать информацию, не имеющую прямого отношения к произошедшему событию. Для устранения этой проблемы предусмотрена семантическая процедура разбиения совокупности данных об инциденте на простые высказывания. Если под множеством X_i понимать совокупность данных об инциденте u_i , то разбиение $\pi_i = \{X_{ij} | j \in J\}$, $i \in I$, обладает следующими свойствами:

$$1) \forall j \in J X_{ij} \neq \emptyset$$

$$2) \forall j_1, j_2 \in J (j_1 \neq j_2) X_{ij_1} \cap X_{ij_2} = \emptyset$$

$$3) \bigcup_{j \in J} X_{ij} = X_i$$

Ужесточим первое свойство, предположив, что каждый блок разбиения содержит ровно один элемент: $\forall j \in J |X_{ij}| = 1$.

Таким образом, получаем n_i -блочное разбиение множества X_i на одноэлементные подмножества, где n_i — количество простых высказываний, характеризующих инцидент u_i . Не ограничивая общности, преобразуем блоки разбиения X_{ij} в элементы множества X_i : $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in_i}\}$.

¹³ Кардашевская М.В., Шипилова Е.С. Этапы процесса расследования и их характеристика // Таврический научный обозреватель. 2015. № 2. С. 9—14.

¹⁴ Драпкин Л.Я., Шуклин А.Е. Раскрытие и расследование преступлений: ситуационный подход // Электронное приложение к Российскому юридическому журналу. 2018. № 5.

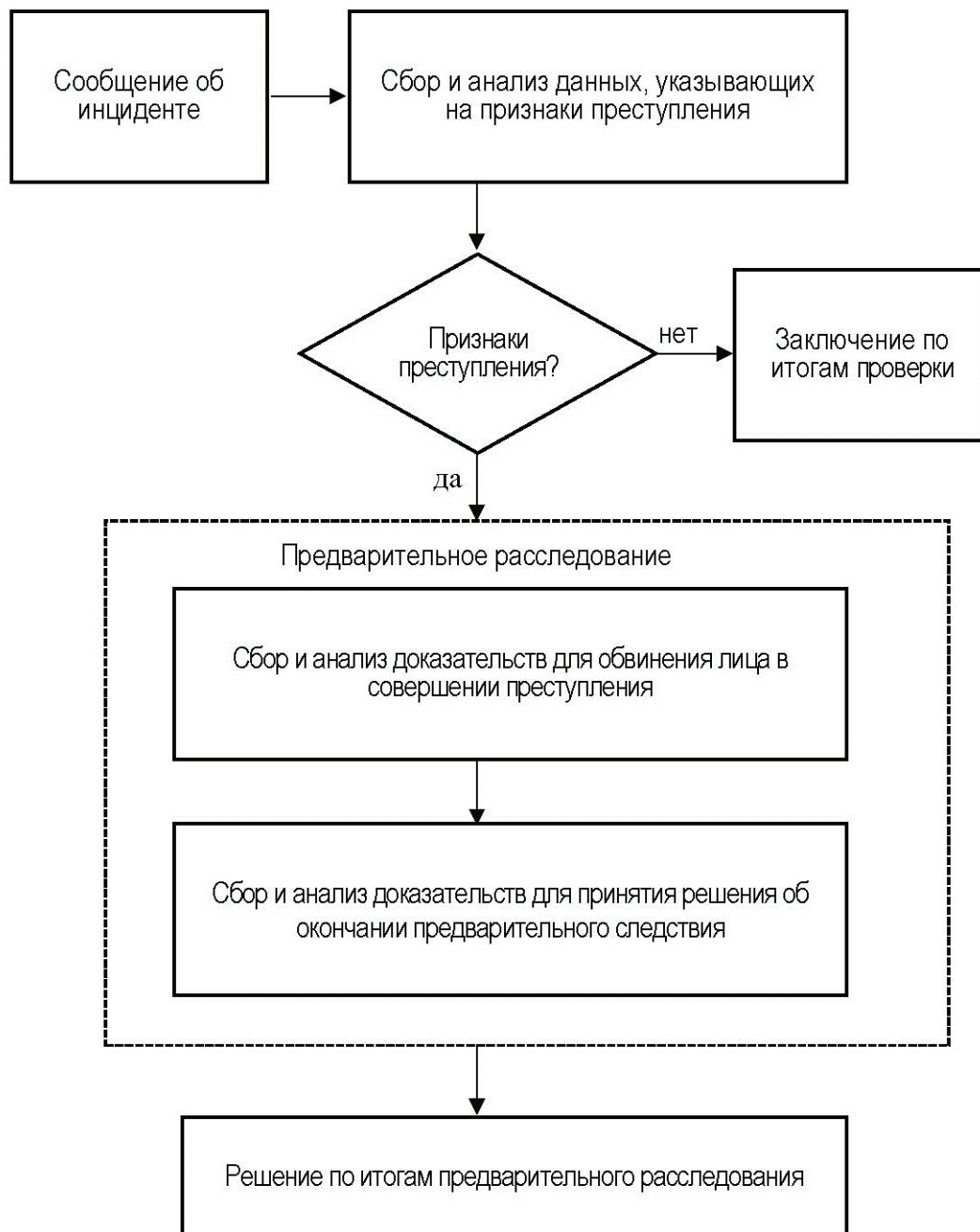


Рис. 3. Этапы процесса расследования

Математическая модель

С учетом введенных обозначений математическая постановка задач исследования заключается в следующем:

1) $\forall u_i \in U$ установить соответствие элементам множества преступлений $r_k \in R$.

2) При условии идентификации инцидента u_i как преступления определить истинность логического высказывания $(x_{i1} \& x_{i2} \& \dots \& x_{ini}) \Rightarrow y_l$.

Для решения первой задачи достаточно проверить условие наличия признака преступления:

$$\exists x_{ij} \in X_i: x_{ij} \rightarrow p_{kl} \in P_k$$

Для этого зададим бинарное отношение $\alpha \subseteq X_i \times P_k$, характеризующее соответствие признаков инцидента u_i признакам преступления r_k . Тогда под образом элемента x из множества X_i для отношения α будем понимать множество

$$\alpha(x) = \{p \in P_k \mid (x, p) \in \alpha\}$$

В рамках поставленной задачи необходимо проверить, что существует хотя бы один элемент x_{ij} из множества X_i , имеющий образ из множества P_k , то есть

$$\exists j \in J: \alpha(x_{ij}) \neq \emptyset$$

Отнесение инцидента к классу преступлений r_k ($k \in K$) осуществляется на основании идентифицирующих правил:

$$\exists j \in J: \alpha(x_{ij}) \neq \emptyset \Rightarrow u_i = r_k$$

$$\forall j \in J: \alpha(x_{ij}) = \emptyset \Rightarrow u_i \neq r_k$$

Методика формирования идентифицирующих правил для базы знаний описана в работе Л.А. Пучкова¹⁵.

В случае если инцидент u_i отнесен к классу преступлений r_k , выполняется проверка, происходили ли подобные случаи ранее, иначе говоря, соответствуют ли признаки инцидента u_i признакам инцидента u_j ($i, j \in I, i > j$). Для такой проверки предусмотрена процедура, базирующаяся на идее технологии рассуждения на основе прецедентов (СВР-технологии), которая позволяет осуществлять идентификацию текущей ситуации и поиск подходящего прецедента, использовать найденный прецедент для решения проблемы и при необходимости адаптировать ранее известное решение к текущей ситуации [14, 15]. Для оценки соответствия прецеденту формируется матрица, строки которой занумерованы признаками расследуемого инцидента, столбцы — признаками инцидента, имевшего место ранее, на пересечении находятся элементы, принимающие булевы значения: 1 — имеется соответствие признаков, 0 — нет. Покажем формирование матрицы на примере. Пусть признаки инцидента u_i принимают значения:

$$x_{i1} = a, x_{i2} = c, x_{i3} = d, x_{i4} = e, x_{i5} = f$$

Признаки инцидента u_j ($i > j$):

$$x_{j1} = a, x_{j2} = b, x_{j3} = d, x_{j4} = f, x_{j5} = g, x_{j6} = h$$

Тогда матрица соответствия имеет вид:

	x_{j1}	x_{j2}	x_{j3}	x_{j4}	x_{j5}	x_{j6}
x_{i1}	1	0	0	0	0	0
x_{i2}	0	0	0	0	0	0
x_{i3}	0	0	1	0	0	0
x_{i4}	0	0	0	0	0	0
x_{i5}	0	0	0	1	0	0

Очевидно, матрица соответствия в общем случае прямоугольная, так как число признаков инцидентов u_i и u_j ($i > j$) может не совпадать, в каждой строке и каждом столбце не более одной единицы, причем единицы не обязательно находятся на главной диагонали. Степень соответствия определяется по формуле

$$\delta(u_i, u_j) = \frac{1}{n_i} \sum_{l=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_j} a_{lk}$$

n_i — количество признаков инцидента u_i ,

a_{lk} — элементы матрицы, $\delta \in [0,1]$.

При высоком уровне соответствия (от 0,8) включается решающее правило

$$\exists i, j \in I (i > j): \delta(u_i, u_j) \geq 0,8 \Rightarrow z(u_i) = z(u_j)$$

В рассмотренном примере $\delta(u_i, u_j) = 0,6$.

Для решения второй задачи предложено построение модели логического вывода. Входными данными модели является множество $X_i = \{x_{ij}\}_{j \in J}$, где x_{ij} — признаки инцидента u_i , представляющие собой простые высказывания, например, «в момент преступления лицо Н было на месте», и заключительный вывод y_m , например, «лицо Н виновно в совершении преступления», принимающие булевы значения {0, 1}.

Выходной переменной является величина e — оценка правильности рассуждения, принимающая значения из множества $E = [0, 1]$. Под правильным будем понимать такое рассуждение, при котором из конъюнкции посылок следует заключение.

Ограничением модели является требование четкости множества X .

Пусть $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$ — посылки, y_i — заключение. Тогда для определения правильности рассуждения о том, что из посылок x_{ij} следует заключение y_i по логической схеме (1), требуется установить тождественную истинность формулы D , представленную в виде выражения (2):

$$\frac{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}}{y_i} \quad (1)$$

$$D: (x_{i1} \& x_{i2} \& \dots \& x_{in}) \Rightarrow y_i \quad (2)$$

Для построения модели логического вывода используются основные тавтологии алгебры логики и правила вывода в исчислении высказываний.

В результате моделирования могут получиться следующие результаты:

1) формула D тождественно истинна при любых значениях $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$ — в этом случае следственная версия верна, и ее следует принять;

2) формула D тождественно ложна при любых значениях $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$ — в этом случае следственная версия ложна, и ее следует отвергнуть;

3) формула D истинна при одних значениях $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$ и ложна — при других. В этом случае следует обратить внимание на факты x_{ij} ($j = 1, \dots, n_m$), которые влияют на чувствительность таблицы истинности формулы D .

Для оценки величины e предложено использовать формулу:

$$e = \frac{1}{s} \sum_{k=1}^s e_k, \quad (3)$$

где

e_k — значения таблицы истинности формулы D ($k = 1, \dots, s$),

s — число строк таблицы истинности формулы D , $s = 2^n$.

Величине e можно поставить в соответствие вероятность правильности следственной версии.

¹⁵ Пучков Л.А., Темкин И.О. Формирование баз знаний для систем контроля и управления аэрогазодинамическими процессами в угольных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 1995. № 5. С. 3—8.

Заключение

Предложенный математический аппарат дает возможность автоматизировать процесс расследования инцидента, устанавливая соответствие фактов инцидента признакам преступления, и в случае отнесения

инцидента к классу преступлений анализировать факты объективным образом, помогая следователю в принятии решения. Преимуществом предложенной методики является простота ее программной реализации и возможность интеграции в автоматизированное рабочее место следователя.

Литература

1. Лантух Н.В. Законодательная регламентация общих условий отдельных стадий уголовного судопроизводства // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 23. № 3. С. 202—218. DOI: 10.55001/2587-9820.2022.26.98.020 .
2. Фролов В.В. Использование информационных технологий в расследовании: направления, проблемы и перспективы // Полицейская и следственная деятельность. 2023. № 2. С. 1—13. DOI: 10.25136/2409-7810.2023.2.40032 .
3. Фесик П.Ю. Значение процесса формализации для использования криминалистических информационных систем, предназначенных для расследования преступлений // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 3-2. С. 196—200. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10690 .
4. Крахин А.В. К вопросу об алгоритмах выдвижения следственных версий при раскрытии преступлений, совершенных военнослужащими // Вестник военного права. 2022. № 1. С. 13—16.
5. Малина М.А. Цифровизация российского уголовного процесса: искусственный интеллект для следователя или вместо следователя // Российский следователь. 2021. № 2. С. 29—32. DOI 10.18572/1812-3783-2021-2-29-32.
6. Себякин А.Г. Искусственный интеллект в криминалистике: система поддержки принятия решений // Baikal Research Journal. 2019. Т. 10. № 4. С. 21. DOI: 10.17150/2411-6262.2019.10(4).21 .
7. Arafat Al-Dhaqm. A Generic Database Forensic Investigation Process Model / Arafat Al-Dhaqm, Shukor Abd Razak, Siti Hajar Othman, Asri Nagdi, Abdulalem Ali // Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering). 2016. Vol. 78. № 6-11. Pp. 45–57. DOI: 10.11113/jt.v78.9190 .
8. Hiral Patel. Forensic Investigation of a Database for Web Application / Hiral Patel, Dr. Ravi Sheth, Prof. Dharati Dholariya // International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET). 2021. Vol. 8. № 3. Pp. 199–204. DOI: 10.32628/IJSRSET218326 .
9. Shukor Razak. Categorization and Organization of Database Forensic Investigation Processes / Arafat Al-Dhaqm, Shukor Abd Razak, David Anthony Dampier, Kim-Kwang Raymond Choo at al. // IEEE Access. 2020. Vol. 8. Pp. 112846–112858. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3000747 .
10. Montasari R. The Standardised Digital Forensic Investigation Process Model (SDFIPM) / Montasari R., Hill R., Carpenter V., Hosseinian-Far A. // Blockchain and Clinical Trial. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications. 2019. Pp. 169–209. DOI: 10.1007/978-3-030-11289-9_8 .
11. Alraddadi A.S. Reconstruction Investigation Model for Database Management Systems // Journal of Computer Science. 2024. Vol. 20. № 1. Pp. 33–43. DOI: 10.3844/jcssp.2024.33.43 .
12. Судницын А.Б. Задачи предварительного расследования: правовая природа, система, проблемы реализации и пути совершенствования : монография. Красноярск : СибЮИ МВД России, 2019. 176 с.
13. Маркарян А.О. Интеллектуальная система оценки местонахождения нелегальных мигрантов // Труды Академии управления МВД России. 2017. № 3. С. 105—110.
14. Trofimov V.B. Application of case-based reasoning in hazard evaluation in complex process flow control / Trofimov V. B., Temkin I. O., Solodov S. V. // Eurasian Mining. 2023. № 2. Pp. 41–46. DOI: 10.17580/em.2023.02.09 .
15. Соколов И.А. Теория и практика применения методов искусственного интеллекта // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. № 4. С. 365—370. DOI: 10.31857/S0869-5873894365-370 .

FORMALISING THE OFFENCE INVESTIGATION PROCESS IN THE SOCIAL, NATURAL AND TECHNOGENIC FIELD

Anna Markarian, Ph.D. (Technology), Associate Professor at the Department of Automated Control Systems of the Moscow Institute of Steel and Alloys (National University of Science and Technology), Moscow, Russian Federation.

E-mail: anestrelle@gmail.com

Igor' Temkin, Dr.Sc. (Technology), Professor, Head of the Department of Automated Control Systems of the Moscow Institute of Steel and Alloys (National University of Science and Technology), Moscow, Russian Federation.

E-mail: igortemkin@yandex.ru

Keywords: mathematical model, formal methodology, mathematical logic, statistics, offence, preliminary investigation, investigation system, investigator's automated workstation.

Abstract

Purpose of the study: building a formal methodology for investigating offences in the social, natural and technogenic field.

Methods used in the study: statistics, for analysing crime structure and dynamics, system analysis, for structuring the investigation process, set theory analysis, for formalising variables, mathematical logic, for building the investigation model.

Study findings: an analysis of statistics for offences registered in the Russian Federation was carried out which allowed to determine the crime level, dynamics and clearance rate, for terrorist offences in particular. An overview of information and analytical systems for supporting decision making in the investigation process was carried out which made it possible to conclude that a formalisation of this process using mathematical methods was needed and to identify the goal and tasks of the study. System analysis of the investigation process was carried out which allowed structuring its stages and identifying its elements subject to formalisation. A formal description of variables in the form of sets and their classification is made, a formalisation of the tasks of the study was implemented. A mathematical model based on mathematical logic methods was developed for solving the set problems. Modelling allows to identify the incident, to set up a correspondence with precedents, if any, and to estimate the probability of correctness of investigative actions. The advantages of the proposed methodology are its software implementation simplicity and the possibility to integrate it with the investigator's automated workstation.

References

1. Lantukh N.V. Zakonodatel'naia reglamentatsiia obshchikh uslovii ot del'nykh stadii ugovnogo sudoproizvodstva. *Kriminalistika: vchera, segodnia, zavtra*, 2022, t. 23, No. 3, pp. 202–218. DOI: 10.55001/2587-9820.2022.26.98.020 .
2. Frolov V.V. Ispol'zovanie informatsionnykh tekhnologii v rassledovanii: napravleniia, problemy i perspektivy. *Politseiskaia i sledstvennaia deiatel'nost'*, 2023, No. 2, pp. 1–13. DOI: 10.25136/2409-7810.2023.2.40032 .
3. Fesik P.Iu. Znachenie protsessa formalizatsii dlia ispol'zovaniia kriminalisticheskikh informatsionnykh sistem, prednaznachennykh dlia rassledovaniia prestuplenii. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 2019, No. 3-2, pp. 196–200. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10690 .
4. Krakhin A.V. K voprosu ob algoritmakh vydvizheniia sledstvennykh versii pri raskrytii prestuplenii, sovershennykh voennosluzhashchimi. *Vestnik voennogo prava*, 2022, No. 1, pp. 13–16.
5. Malina M.A. Tsifrovizatsiia rossiiskogo ugovnogo protsessa: iskusstvennyi intellekt dlia sledovatel'ia ili vmesto sledovatel'ia. *Rossiiskii sledovatel'*, 2021, No. 2, pp. 29–32. DOI: 10.18572/1812-3783-2021-2-29-32 .
6. Sebiakin A.G. Iskusstvennyi intellekt v kriminalistike: sistema podderzhki priniatiia reshenii. *Baikal Research Journal*. 2019, t. 10, No. 4, p. 21. DOI: 10.17150/2411-6262.2019.10(4).21 .
7. Arafat Al-Dhaqm. A Generic Database Forensic Investigation Process Model. Arafat Al-Dhaqm, Shukor Abd Razak, Siti Hajar Othman, Asri Nagdi, Abdulalem Ali. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*. 2016. Vol. 78. No. 6-11. Pp. 45–57. DOI: 10.11113/jt.v78.9190 .
8. Hiral Patel. Forensic Investigation of a Database for Web Application. Hiral Patel, Dr. Ravi Sheth, Prof. Dharati Dholariya. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET)*. 2021. Vol. 8, No. 3. Pp. 199–204. DOI: 10.32628/IJSRSET218326 .

9. Shukor Razak. Categorization and Organization of Database Forensic Investigation Processes. Arafat Al-Dhaqm, Shukor Abd Razak, David Anthony Dampier, Kim-Kwang Raymond Choo at al. IEEE Access. 2020. Vol. 8. Pp. 112846-112858. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3000747 .
10. Montasari R. The Standardised Digital Forensic Investigation Process Model (SDFIPM). Montasari R., Hill R., Carpenter V., Hosseinian-Far A. Blockchain and Clinical Trial. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications. 2019. Pp. 169–209. DOI: 10.1007/978-3-030-11289-9_8 .
11. Alraddadi A.S. Reconstruction Investigation Model for Database Management Systems. Journal of Computer Science. 2024. Vol. 20. No. 1. Pp. 33–43. DOI: 10.3844/jcssp.2024.33.43 .
12. Sudnitsyn A.B. Zadachi predvaritel'nogo rassledovaniia: pravovaia priroda, sistema, problemy realizatsii i puti sovershenstvovaniia : monografiia. Krasnoiarsk : Siblul MVD Rossii, 2019. 176 s.
13. Markarian A.O. Intellektual'naia sistema otsenki mestonakhozhdeniia nelegal'nykh migrantov. Trudy Akademii upravleniia MVD Rossii, 2017, No. 3, pp. 105–110.
14. Trofimov V. B. Application of case-based reasoning in hazard evaluation in complex process flow control. Trofimov V. B., Temkin I. O., Solodov S. V. Eurasian Mining. 2023. No. 2. Pp. 41–46. DOI: 10.17580/em.2023.02.09 .
15. Sokolov I.A. Teoriia i praktika primeneniia metodov iskusstvennogo intellekta. Vestnik Rossiiskoi akademii nauk, 2019, t. 89, No. 4, pp. 365–370. DOI: 10.31857/S0869-5873894365-370 .