

Ядерная криминалистика в поддержку расследований



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

СЕРИЯ ИЗДАНИЙ МАГАТЭ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности освещаются вопросы физической ядерной безопасности, касающиеся предупреждения и обнаружения преступных или преднамеренных несанкционированных действий, которые совершаются в отношении ядерного материала, другого радиоактивного материала, соответствующих установок или соответствующей деятельности, а также реагирования на подобные действия. Эти публикации соответствуют положениям международно-правовых документов по физической ядерной безопасности, таких как Конвенция о физической защите ядерного материала и поправка к ней, Международная конвенция о борьбе с актами ядерного терроризма, резолюции 1373 и 1540 Совета Безопасности Организации Объединенных Наций и Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников, и служат дополнением к ним.

КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ В СЕРИИ ИЗДАНИЙ МАГАТЭ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Публикации Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности выпускаются в следующих категориях:

- **«Основы физической ядерной безопасности»** — в них формулируется цель государственного режима физической ядерной безопасности и описываются основные элементы такого режима. Они служат основой для рекомендаций по физической ядерной безопасности;
- **«Рекомендации по физической ядерной безопасности»** — в них излагаются меры, которые следует принимать государствам для создания и обеспечения функционирования эффективного национального режима физической ядерной безопасности в соответствии с «Основами физической ядерной безопасности»;
- **«Практические руководства»** — в них даются руководящие указания относительно средств, при помощи которых государства могли бы осуществлять меры, изложенные в рекомендациях по физической ядерной безопасности. По существу, в них рассматриваются пути выполнения рекомендаций, касающихся общих направлений деятельности в сфере физической ядерной безопасности;
- **«Технические руководящие материалы»** — в них в дополнение к указаниям, содержащимся в практических руководствах, даются руководящие указания по конкретным техническим вопросам. В них подробно разбирается порядок действий по осуществлению необходимых мер.

СОСТАВЛЕНИЕ И РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ

В подготовке и рецензировании публикаций Серии изданий по физической ядерной безопасности участвуют Секретариат МАГАТЭ, эксперты из государств-членов (помогающие Секретариату в составлении публикаций) и Комитет по руководящим материалам по физической ядерной безопасности (КРМФЯБ), отвечающий за рецензирование и одобрение проектов публикаций. При необходимости в период работы над публикацией также проводятся технические совещания открытого состава, чтобы специалисты из государств-членов и соответствующих международных организаций могли рассмотреть и обсудить проект текста. Кроме того, для обеспечения международного рецензирования и достижения консенсуса на высоком уровне Секретариат представляет проекты текстов всем государствам-членам на официальное рассмотрение в течение 120-дневного срока.

Для каждой публикации Секретариат готовит следующие документы, которые поэтапно одобряются КРМФЯБ в процессе подготовки и рецензирования:

- набросок и план работы с описанием предполагаемой новой или пересмотренной публикации, ее предполагаемой цели, сферы применения и содержания;
- проект публикации для представления на отзыв государствам-членам в течение 120-дневного периода консультаций;
- окончательный проект публикации, в котором учтены замечания государств-членов.

В процессе подготовки и рецензирования публикаций Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности принимаются во внимание соображения конфиденциальности и учитывается тот факт, что вопросы физической ядерной безопасности неразрывно связаны с общими и конкретными интересами национальной безопасности.

Одним из основополагающих моментов является необходимость учета в техническом содержании публикаций соответствующих норм безопасности МАГАТЭ и деятельности по гарантиям. В частности, публикации Серии изданий по физической ядерной безопасности, посвященные вопросам, которые пересекаются с вопросами безопасности, — известные как документы по взаимосвязанной тематике — на каждом из вышеуказанных этапов рецензируются соответствующими комитетами по нормам безопасности, а также КРМФЯБ.

ЯДЕРНАЯ КРИМИНАЛИСТИКА
В ПОДДЕРЖКУ РАССЛЕДОВАНИЙ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

АВСТРАЛИЯ	КАЗАХСТАН	РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
АВСТРИЯ	КАМБОДЖА	РУАНДА
АЗЕРБАЙДЖАН	КАМЕРУН	РУМЫНИЯ
АЛБАНИЯ	КАНАДА	САЛЬВАДОР
АЛЖИР	КАТАР	САМОА
АНГОЛА	КЕНИЯ	САН-МАРИНО
АНТИГУА И БАРБУДА	КИПР	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ
АРГЕНТИНА	КИТАЙ	СВЯТОЙ ПРЕСТОЛ
АРМЕНИЯ	КОЛУМБИЯ	СЕВЕРНАЯ МАКЕДОНИЯ
АФГАНИСТАН	КОМОРСКИЕ ОСТРОВА	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
БАГАМСКИЕ ОСТРОВА	КОНГО	СЕНЕГАЛ
Бангладеш	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	СЕНТ-ВИНСЕНТ И ГРЕНАДИНЫ
БАРБАДОС	КОСТА-РИКА	СЕНТ-КИТС И НЕВИС
БАХРЕЙН	КОТ-Д'ИВУАР	СЕНТ-ЛЮСИЯ
БЕЛАРУСЬ	КУБА	СЕРБИЯ
БЕЛИЗ	КУВЕЙТ	СИНГАПУР
БЕЛЬГИЯ	КЫРГЫЗСТАН	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ
БЕНИН	ЛАОССКАЯ НАРОДНО- ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ	РЕСПУБЛИКА
БОЛГАРИЯ	РЕСПУБЛИКА	СЛОВАКИЯ
БОЛИВИЯ, МНОГОНАЦИОНАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВО	ЛАТВИЯ	СЛОВЕНИЯ
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	ЛЕСОТО	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО
БОТСВАНА	ЛИБЕРИЯ	ВЕЛИКОБРИТАНИИ И СЕВЕРНОЙ
БРАЗИЛИЯ	ЛИВАН	ИРЛАНДИИ
БРУНЕЙ-ДАРУССАЛАМ	ЛИВИЯ	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ
БУРКИНА-ФАСО	ЛИТВА	СОМАЛИ
БУРУНДИ	ЛИХТЕНШТЕЙН	СУДАН
ВАНУАТУ	ЛЮКСЕМБУРГ	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
ВЕНГРИЯ	МАВРИКИЙ	ТАДЖИКИСТАН
ВЕНЕСУЭЛА, БОЛИВАРИАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	МАВРИТАНИЯ	ТАИЛАНД
ВЬЕТНАМ	МАДАГАСКАР	ТОГО
ГАБОН	МАЛАВИ	ТОНГА
ГАИТИ	МАЛАЙЗИЯ	ТРИНИДАД И ТОБАГО
ГАЙАНА	МАЛИ	ТУНИС
ГАМБИЯ	МАЛЬТА	ТУРКМЕНИСТАН
ГАНА	МАРОККО	ТУРЦИЯ
ГВАТЕМАЛА	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	УГАНДА
ГВИНЕЯ	МЕКСИКА	УЗБЕКИСТАН
ГЕРМАНИЯ	МОЗАМБИК	УКРАИНА
ГОНДУРАС	МОНАКО	УРУГВАЙ
ГРЕНАДА	МОНГОЛИЯ	ФИДЖИ
ГРЕЦИЯ	МЬЯНМА	ФИЛИППИНЫ
ГРУЗИЯ	НАМИБИЯ	ФИНЛЯНДИЯ
ДАНИЯ	НЕПАЛ	ФРАНЦИЯ
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА КОНГО	НИГЕР	ХОРВАТИЯ
ДЖИБУТИ	НИГЕРИЯ	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ
ДОМИНИКА	НИДЕРЛАНДОВ, КОРОЛЕВСТВО	РЕСПУБЛИКА
ДОМИНИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	НИКАРАГУА	ЧАД
ЕГИПЕТ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ЧЕРНОГОРИЯ
ЗАМБИЯ	НОРВЕГИЯ	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ЗИМБАБВЕ	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА ТАНЗАНИЯ	ЧИЛИ
ИЗРАИЛЬ	ОБЪЕДИНЕННЫЕ АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ШВЕЙЦАРИЯ
ИНДИЯ	ОМАН	ШВЕЦИЯ
ИНДОНЕЗИЯ	ОСТРОВА КУКА	ШРИ-ЛАНКА
ИОРДАНИЯ	ПАКИСТАН	ЭКВАДОР
ИРАК	ПАЛАУ	ЭРИТРЕЯ
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	ПАНАМА	ЭСВАТИНИ
ИРЛАНДИЯ	ПАПУА — НОВАЯ ГВИНЕЯ	ЭСТОНИЯ
ИСЛАНДИЯ	ПАРАГВАЙ	ЭФИОПИЯ
ИСПАНИЯ	ПЕРУ	ЮЖНАЯ АФРИКА
ИТАЛИЯ	ПОЛЬША	ЯМАЙКА
ЙЕМЕН	ПОРТУГАЛИЯ	ЯПОНИЯ
КАБО-ВЕРДЕ	РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА	

Устав Агентства был утвержден 23 октября 1956 года на Конференции по выработке Устава МАГАТЭ, которая состоялась в Центральных учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке. Устав вступил в силу 29 июля 1957 года. Центральные учреждения Агентства находятся в Вене. Главной целью Агентства является достижение «более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире».

СЕРИЯ ИЗДАНИЙ МАГАТЭ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ, № 2-G (Rev. 1)

ЯДЕРНАЯ КРИМИНАЛИСТИКА В ПОДДЕРЖКУ РАССЛЕДОВАНИЙ

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2025 ГОД

УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены положениями Всемирной конвенции об авторском праве, принятой в 1952 году (Женева) и пересмотренной в 1971 году (Париж). Впоследствии авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной и виртуальной форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, может потребоваться разрешение. Более подробная информация приводится на странице <https://www.iaea.org/ru/publikacii/prava-i-razresheniya>. Вопросы следует направлять по адресу:

Издательская секция (Publishing Section)
Международное агентство по атомной энергии
Венский международный центр
а/я 100
1400 Вена, Австрия
тел.: +43 1 2600 22529 или 22530
эл. почта: sales.publications@iaea.org
<https://www.iaea.org/ru/publikacii>

© МАГАТЭ, 2025

Отпечатано МАГАТЭ в Австрии

Март 2025 года

STI/PUB/1687

ЯДЕРНАЯ КРИМИНАЛИСТИКА
В ПОДДЕРЖКУ РАССЛЕДОВАНИЙ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2025 ГОД
ISBN 978-92-0-436323-4 (печатный формат)
ISBN 978-92-0-436223-7 (формат pdf)
ISSN 2788-8959

ПРЕДИСЛОВИЕ

Согласно Уставу, главной целью МАГАТЭ является достижение «более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире». Наша работа заключается как в предотвращении распространения ядерного оружия, так и в обеспечении доступа к ядерным технологиям в мирных целях в таких областях, как здравоохранение и сельское хозяйство. Крайне важно обеспечить безопасное обращение со всеми ядерными и другими радиоактивными материалами и установками, на которых они находятся, и их надлежащую защиту от преступных или преднамеренных несанкционированных действий.

Ответственность за обеспечение физической ядерной безопасности возлагается на каждое государство в отдельности, однако созданию и поддержанию эффективных режимов физической ядерной безопасности в немалой степени способствует международное сотрудничество. Центральная роль, которую МАГАТЭ играет в содействии такому сотрудничеству и оказании помощи государствам, широко признана. Эта роль МАГАТЭ находит воплощение в многочисленном членском составе организации, ее уставном мандате, уникальном экспертном потенциале и многолетнем опыте в области предоставления технической помощи и подготовки специальных практических руководящих материалов для государств.

Начиная с 2006 года МАГАТЭ выпускает Серию изданий по физической ядерной безопасности, предназначенную для оказания помощи государствам в создании эффективных национальных режимов физической ядерной безопасности. Эти публикации дополняют положения международно-правовых документов по физической ядерной безопасности, таких как Конвенция о физической защите ядерного материала и поправка к ней, Международная конвенция о борьбе с актами ядерного терроризма, резолюции 1373 и 1540 Совета Безопасности Организации Объединенных Наций и Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников.

Разработка руководящих материалов осуществляется при активном участии экспертов из государств — членов МАГАТЭ, благодаря которому в этих материалах находит отражение консенсус в отношении надлежащей практики обеспечения физической ядерной безопасности. Комитет МАГАТЭ по руководящим материалам по физической ядерной безопасности, учрежденный в марте 2012 года и состоящий из представителей государств-членов, занимается рассмотрением и одобрением проектов публикаций Серии изданий по физической ядерной безопасности по мере их подготовки.

МАГАТЭ вместе со своими государствами-членами будет и далее продолжать деятельность, направленную на то, чтобы блага от мирного применения ядерных технологий были доступны для целей улучшения здоровья, повышения благосостояния и процветания людей во всем мире.

РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

Руководящие материалы, опубликованные в Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, не являются обязывающими документами для государств, однако государства могут использовать эти руководящие материалы в качестве документов, помогающих им выполнять свои обязательства, вытекающие из международно-правовых документов, а также осуществлять свои обязанности по обеспечению физической ядерной безопасности внутри государства. В тексте руководящих материалов используется формулировка «следует», отражающая международную надлежащую практику и указывающая на международный консенсус в отношении необходимости принятия государствами рекомендуемых или эквивалентных альтернативных мер.

Термины из области физической безопасности должны пониматься так, как они определены в публикации, в которой они используются, или в руководящих материалах более высокого уровня, которые данная публикация дополняет. В остальных случаях слова и выражения употребляются в своем общепринятом значении.

Дополнение рассматривается в качестве неотъемлемой части публикации. Материал, содержащийся в дополнении, имеет тот же статус, что и основной текст. Приложения используются для включения в публикацию практических примеров, дополнительной информации или пояснений. Приложения не являются неотъемлемой частью основного текста.

Для обеспечения точности информации, содержащейся в настоящей публикации, были приложены большие усилия, однако ни МАГАТЭ, ни его государства-члены не несут ответственности за последствия, которые могут возникнуть в результате использования этой информации.

Использование тех или иных названий стран или территорий не является выражением какого-либо суждения со стороны издателя, в роли которого выступает МАГАТЭ, относительно правового статуса таких стран или территорий, их органов и учреждений, либо относительно делимитации их границ.

Упоминание названий конкретных компаний или продуктов (независимо от того, указаны они как зарегистрированные или нет) не подразумевает какого-либо намерения нарушить права собственности и не должно толковаться как одобрение или рекомендация со стороны МАГАТЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	1
	Общие сведения (1.1–1.4)	1
	Цель (1.5)	3
	Область применения (1.6–1.8)	3
	Структура (1.9)	5
2.	РОЛЬ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ В НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (2.1–2.3)	6
	Ядерная криминалистика как предупредительная мера (2.4–2.5)	8
	Типовой план действий при проведении ядерной криминалистической экспертизы (2.6–2.8)	8
	Национальная система развития потенциала в области ядерной криминалистики (2.9–2.13)	10
	Ядерная криминалистика в контексте международных и национальных правовых документов (2.14–2.16)	12
3.	РАЗРАБОТКА ПЛАНА ПРОВЕДЕНИЯ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ПЛАНА АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ В РАМКАХ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ (3.1–3.4)	13
	Разработка плана аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы (3.5–3.7)	15
	Отбор части образца (3.8–3.9)	18
	Передача вещественных доказательств (3.10–3.11)	19
4.	КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ (4.1–4.2)	20
	Загрязненные вещественные доказательства (4.3–4.6)	20
	Обращение с вещественными доказательствами, загрязненными радионуклидами (4.7–4.13)	21

5.	ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗОВ В ЛАБОРАТОРИИ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ (5.1).....	25
	Характеризация (5.2).....	25
	Назначенная лаборатория ядерной криминалистики (5.3–5.6)...	26
	Средства проведения аналитических исследований (5.7–5.10).....	28
	Последовательность применения средств и методов (5.11–5.12).....	29
	Исследование образцов (5.13–5.21).....	30
6.	ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ (6.1).....	35
	Способы интерпретации (6.2–6.6).....	35
	Создание национальной библиотеки ядерной криминалистики (6.7–6.9).....	37
	Знание процессов ядерного топливного цикла и производства радиоактивных источников (6.10–6.15).....	38
	Дедуктивный и итерационный процесс (6.16–6.17).....	40
7.	ВЫВОДЫ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ (7.1).....	41
	Достоверность выводов (7.2–7.4).....	42
	Представление выводов (7.5–7.8).....	43
	Анализ выполненной работы (7.9–7.10).....	44
8.	МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО И ПОМОЩЬ (8.1).....	45
	Международное сотрудничество (8.2–8.6).....	45
	Помощь в области ядерной криминалистики при расследовании события, связанного с физической ядерной безопасностью (8.7–8.10).....	47
9.	РАЗВИТИЕ ПОТЕНЦИАЛА В ОБЛАСТИ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ (9.1–9.2).....	50
	Информированность (9.3).....	50
	Обучение (9.4–9.5).....	51

Тренировочные мероприятия (9.6–9.7)	51
Образование и повышение квалификации (9.8)	52
Исследования и разработки (9.9–9.10).	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	55
ПРИЛОЖЕНИЕ I: ОБЗОР ВИДОВ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ	59
ПРИЛОЖЕНИЕ II: МЕТОДЫ ХАРАКТЕРИЗАЦИИ	67
ПРИЛОЖЕНИЕ III: ПРИМЕРЫ МЕРОПРИЯТИЙ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ, ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА, ТРЕНИРОВОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ	76
ГЛОССАРИЙ	81

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Криминалистическая экспертиза, которую также называют криминалистикой (англ. «forensics»), занимается исследованием физических, биологических, поведенческих и документальных доказательств в контексте международного или национального права. Целью криминалистики является выявление связи между определенными лицами, местами, предметами и событиями. Ядерная криминалистическая экспертиза является одним из множества видов криминалистической экспертизы, и ее принято называть ядерной криминалистикой (англ. «nuclear forensics»). Ядерная криминалистика — это исследование ядерного или другого радиоактивного материала или вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами, в контексте процессуальных действий в соответствии с международным или национальным законодательством в области физической ядерной безопасности. Анализ ядерного или другого радиоактивного материала преследует цель получения ответов на вопросы: что собой представляют материалы, как, когда и где они были произведены и каково было их предполагаемое назначение. При проведении ядерной криминалистической экспертизы должна обеспечиваться как физическая, так и радиационная безопасность в целях защиты населения, окружающей среды и вещественных доказательств [1].

1.2. В середине 1990-х годов было зафиксировано увеличение числа случаев обнаружения ядерных и других радиоактивных материалов, находившихся вне регулирующего контроля, сфера применения которого определяется международными основными нормами безопасности [1], и это было квалифицировано как свидетельство роста незаконного оборота таких материалов. Международное сообщество признало это увеличение незаконного оборота серьезной угрозой в области физической безопасности. Для расследования таких случаев незаконного оборота ядерных и других радиоактивных материалов национальным компетентным органам необходима информация о материале, о том, как, когда и где он был произведен, а также о том, что с ним происходило. Такая ситуация привела к появлению ядерной криминалистики в качестве ключевого элемента инфраструктуры физической ядерной безопасности [2].

1.3. Широкомасштабное и важное использование ядерных и других радиоактивных материалов требует от всех государств осознания роли ядерной криминалистики в обеспечении физической ядерной безопасности. Благодаря использованию ресурсов, имеющихся в распоряжении государств, ядерная криминалистика может служить полезным инструментом в проведении расследования событий, связанных с физической ядерной безопасностью, а также в выявлении и устранении слабых мест в национальной инфраструктуре физической ядерной безопасности. Эффективность применения средств ядерной криминалистической экспертизы в качестве предупредительной меры обусловлена тем, что они позволяют выявлять недостатки в обеспечении физической безопасности материала, а также осуществлять уголовное преследование по правонарушениям, связанным с этим материалом.

1.4. Принимая во внимание преимущества, которые средства ядерной криминалистики обеспечивают в реализации задач в рамках национальной инфраструктуры физической ядерной безопасности, МАГАТЭ в 2006 году опубликовало посвященное данной теме первое техническое руководство в Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 2 «Nuclear Forensics Support» («Поддержка средствами ядерной криминалистики»)¹, в основе которого был использован обобщенный подход к проведению ядерной криминалистической экспертизы, разработанный Международной технической рабочей группой по ядерной криминалистике (МТРГ) [3]. С момента публикации этого руководства ядерная криминалистика не стояла на месте. В ходе расследования ряда случаев, связанных с незаконным оборотом высокообогащенного урана, плутония, а также событий, связанных с ядерным и другим радиоактивным материалом, обнаруженным находящимся вне регулирующего контроля, успешно использовались методы исследований, применяемые в ядерной криминалистической экспертизе. Методы, аналогичные используемым в ядерной криминалистике, также применялись в рамках мероприятий по борьбе с ядерным терроризмом и обеспечению соблюдения различных международно-правовых инструментов, таких как Конвенция о физической защите ядерного материала [4]. В связи с этим предыдущее издание Технических руководящих материалов «Nuclear Forensics Support»

¹ МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, «Nuclear Forensics Support» («Поддержка средствами ядерной криминалистики»), Серия изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 2, МАГАТЭ, Вена (2006). Настоящее Практическое руководство заменяет данное техническое руководство 2006 года.

(«Поддержка средствами ядерной криминалистики») было переработано и использовано в качестве основы при составлении настоящего Практического руководства.

ЦЕЛЬ

1.5. Цель настоящей публикации — предоставить ответственным лицам, компетентным органам, правоохранительным органам и специалистам в государствах информацию о роли, которую ядерная криминалистика играет в контексте расследований широкого спектра возможных событий в области физической ядерной безопасности, связанных с ядерным и другим радиоактивным материалом, находящимся вне регулирующего контроля. В ней раскрывается роль ядерной криминалистической экспертизы в качестве инструмента поддержки расследования событий, связанных с физической ядерной безопасностью, а также определяется место ядерной криминалистики в национальной инфраструктуре физической ядерной безопасности. Кроме этого, в настоящей публикации рассматриваются вопросы осуществления международного сотрудничества, в рамках которого государства могут запрашивать или предоставлять помощь в надлежащих случаях для целей развития имеющегося потенциала или проведения расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.6. В настоящей публикации приводится описание: исследований, применяемых в ядерной криминалистике; роли ядерной криминалистики в национальной инфраструктуре физической ядерной безопасности, включая расследование событий, связанных с физической ядерной безопасностью; механизмов осуществления международного сотрудничества и предоставления помощи в области ядерной криминалистики. Рассматриваются также основные элементы развития потенциала в области ядерной криминалистики, включая повышение информированности, образование, развитие экспертных компетенций и подготовку персонала. Кроме этого, в настоящей публикации обращается особое внимание на то, что возможности ядерной криминалистики определяются не только имеющимся в распоряжении арсеналом контрольно-измерительных приборов или аналитических измерений. Ядерная криминалистика подразумевает разработку государствами комплексного плана,

предусматривающего определение происхождения и выяснение истории ядерного или другого радиоактивного материала в целях оказания помощи правоохранительным органам или проведения расследований в области физической ядерной безопасности. Такие расследования могут проводиться, в частности, в отношении инцидентов, связанных с незаконным оборотом или другими случаями обнаружения ядерного или другого радиоактивного материала, находящимся вне регулирующего контроля.

1.7. Настоящая публикация не содержит детальных рекомендаций по проектированию, оборудованию или укомплектованию персоналом лаборатории, в которой проводится ядерная криминалистическая экспертиза; в ней также не приводятся детальные рекомендации по организации работы на месте радиологического преступления, по ведению или организации расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью, или по проведению исследований методами традиционной криминалистической экспертизы, но при этом не умаляется вклад каждого из этих направлений работы в успешное проведение ядерной криминалистической экспертизы. Традиционная криминалистика включает в себя исследования физических, биологических и документальных доказательств, которые выполняются органами расследования с использованием методов традиционной криминалистической экспертизы. Такие методы экспертиз могут включать исследования:

- отпечатков пальцев;
- генетических маркеров, таких как ядерная и митохондриальная ДНК;
- следов обуви и протектора автомобильных шин;
- следов, оставленных инструментом;
- взрывчатых веществ, красок и других химических веществ;
- металлургических характеристик;
- вещественных доказательств в следовых количествах, таких как волокна, волосы и пыльца.

1.8. Настоящая публикация предназначена служить в качестве вспомогательного материала применительно к публикации «Рекомендации по физической ядерной безопасности, касающиеся ядерных и других радиоактивных материалов, находящихся вне регулирующего контроля» [5], выпущенной в 2011 году, и дополняет указанные ниже другие публикации МАГАТЭ в Серии изданий по физической ядерной безопасности:

- «Combating Illicit Trafficking in Nuclear and Other Radioactive Material» («Борьба с незаконным оборотом ядерных и других радиоактивных материалов») [6];
- «Рекомендации по физической ядерной безопасности, касающиеся физической защиты ядерных материалов и ядерных установок» (INFCIRC/225/Revision 5) [7];
- «Identification of Radioactive Sources and Devices» («Идентификация радиоактивных источников и устройств») [8];
- «Организация работы на месте радиологического преступления») [9].

СТРУКТУРА

1.9. После «Введения» следует раздел 2, в котором описывается типовой план действий при проведении ядерной криминалистической экспертизы и освещаются вопросы, которые всем государствам следует учитывать при формировании потенциала в области ядерной криминалистики. В разделе 3 разъясняется важное значение разработки плана проведения криминалистических исследований и плана аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы. В Разделе 4 изложены различные подходы к проведению криминалистических исследований вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами. Раздел 5 посвящен требованиям, предъявляемым к назначенной (специальной) лаборатории ядерной криминалистики и к различным видам аналитических исследований, применяемых при проведении ядерной криминалистической экспертизы. В разделе 6 представлен обзор методов и процедур, используемых для интерпретаций результатов ядерной криминалистической экспертизы, и раздел 7 посвящен вопросам достоверности аналитических результатов и представления выводов. В разделе 8 изложена информация о международном сотрудничестве в области ядерной криминалистики и о вопросах, возникающих при обращении за помощью в области ядерной криминалистики. Раздел 9 посвящен мерам, направленным на формирование национального потенциала, которые следует предпринимать в целях развития и поддержания возможностей ядерной криминалистики. В трех приложениях представлена, соответственно, более детальная информация о методах характеристики, о других видах криминалистической экспертизы и о примерах международных мер по развитию потенциала. В конце приведен Глоссарий, определения в котором соответствуют другим публикациям МАГАТЭ и Организации Объединенных Наций.

2. РОЛЬ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ В НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Ядерные и другие радиоактивные материалы в основном применяются в ядерном топливном цикле, а также широко используются в других отраслях промышленности, в научно-исследовательской работе, в медицинских и биологических исследованиях и в иных научно-технических областях. Ответственность за создание инфраструктуры физической ядерной безопасности для защиты этих материалов, включая меры, направленные на предотвращение, обнаружение и реагирование на события, связанные с физической ядерной безопасностью, возлагается на государство. При обнаружении ядерного и другого радиоактивного материала, находящегося вне регулирующего контроля, государствам следует быть готовыми к надлежащему реагированию, включая проведение ядерной криминалистической экспертизы в качестве инструмента поддержки расследований. Примеры ядерных и других радиоактивных материалов представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. ПРИМЕРЫ ТИПОВ ЯДЕРНЫХ
И ДРУГИХ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тип материала	Примеры	
Ядерный материал	Pu	U-235
	U-233	U-238
Радионуклиды, применяемые в медицине	C-14	I-125
	Co-57	I-131
	Ga-67	Tc-99m
	I-123	Tl-201
Радионуклиды, применяемые в промышленности	Am-241	Co-60
	Ba-133	Cs-137
	Cd-109	Ir-192
	Cf-252	Sr-90

2.2. База данных МАГАТЭ по инцидентам и незаконному обороту (ITDB)² содержит информацию (добровольно предоставленную государствами) о несанкционированном владении, хищении, утере или других несанкционированных действиях, связанных с ядерным и другим радиоактивным материалом. С января 1993 года по декабрь 2013 года в ITDB была передана информация о 2477 подтвержденных инцидентах. Из общего числа подтвержденных инцидентов: 424 были связаны с несанкционированным владением и сопряженной с этим преступной деятельностью (в 16 из которых фигурировал высокообогащенный уран или плутоний), 664 включали утерю ядерных или других радиоактивных материалов, и в общей сложности 1337 случаев были связаны с другими несанкционированными действиями и событиями. Один и тот же инцидент может относиться более чем к одной из упомянутых групп, например, это может быть хищение и последующая попытка продажи радиоактивного источника. Следовательно, суммированное по группам количество инцидентов может отличаться от общего числа инцидентов. В 69 случаях полученная информация была недостаточной для отнесения инцидента к той или иной группе.

2.3. Количество поступающей информации свидетельствует о том, что, несмотря на созданные национальные инфраструктуры физической ядерной безопасности, в мире продолжают происходить инциденты, связанные с ядерным и другим радиоактивным материалом, находящимся вне регулирующего контроля, которые носят как непредумышленный характер, например в результате утери, так и преднамеренный характер в случае совершения преступных деяний, например хищения. Ввиду этого государствам необходимо развивать собственный потенциал в области предотвращения, обнаружения, а также реагирования на любые события, связанные с ядерным или другим радиоактивным материалом, которые могут иметь последствия для физической ядерной безопасности. К таким событиям относятся события, связанные с физической ядерной безопасностью [5]. Ядерная криминалистическая экспертиза может быть важной составляющей частью реагирования на события, связанные с физической ядерной безопасностью.

² См. <http://www-ns.iaea.org/security/itdb.asp>.

ЯДЕРНАЯ КРИМИНАЛИСТИКА КАК ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНАЯ МЕРА

2.4. Опыт, полученный в ходе расследования событий, связанных с физической ядерной безопасностью, используется при разработке мер физической ядерной безопасности с целью обеспечения повышения их эффективности и предотвращения, таким образом, возникновения в будущем событий, связанных с физической ядерной безопасностью. Например, на основании выводов ядерной криминалистической экспертизы может быть установлено, что материал был изъят с объекта (установки) или площадки, которые считались надежно защищенными. Недостатки могут быть выявлены в системах учета материалов или обеспечения физической ядерной безопасности как на уровне объекта, так и на уровне государства.

2.5. Информация о том, что государство обладает потенциалом в области ядерной криминалистики, может также служить сдерживающим фактором для лиц или групп лиц, которые могли бы в противном случае попытаться переключить ядерный или другой радиоактивный материал на незаявленную деятельность или осуществить его незаконный оборот [4]. Успех ядерной криминалистической экспертизы как средства сдерживания будет зависеть от доверия к результатам ее применения, от демонстрации успешной поддержки расследований с последующим успешным рассмотрением материалов в ходе судебного разбирательства, основанного на ее выводах.

ТИПОВОЙ ПЛАН ДЕЙСТВИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

2.6. Типовой план действий при проведении ядерной криминалистической экспертизы, представленный на рис. 1, отражает обобщенный порядок действий при проведении ядерной криминалистической экспертизы, а также иных соответствующих действий, выполняемых при расследовании события в области физической ядерной безопасности. План включает действия, совершаемые компетентными органами, запрашивающими ядерную криминалистическую экспертизу, и лабораториями, которые могут использоваться для проведения аналитических исследований и интерпретации их результатов.

2.7. Ядерная криминалистическая экспертиза проводится с целью получения ответов на поставленные органом расследования ключевые вопросы, касающиеся предполагаемого назначения, истории и



Примечание. Изменение цвета фона указывает на переход от этапа работы на месте радиологического преступления к ядерной криминалистической экспертизе.

РИС. 1. Типовой план действий при проведении ядерной криминалистической экспертизы: процесс поддержки расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью.

происхождения ядерного или другого радиоактивного материала, фигурирующего в расследуемом событии, связанном с физической ядерной безопасностью. На характер вопросов, поставленных органом расследования, будут влиять особенности события, связанного с физической ядерной безопасностью, и соответствующие процессуальные действия, которые могут потребоваться в ходе расследования.

2.8. Исследования, проводимые в рамках ядерной криминалистической экспертизы, и интерпретация полученных результатов позволяют делать выводы относительно материала, ассоциируемого с событием, связанным с физической ядерной безопасностью. Выводы по ассоциированию материала с определенными лицами, местами, событиями и производственными процессами могут строиться с учетом других результатов расследования, включая выводы традиционной криминалистической экспертизы.

Государствам следует иметь в виду, что средства ядерной криминалистики не используются на регулярной основе, но они могут играть важную роль в расследовании событий, связанных с физической ядерной безопасностью.

НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАЗВИТИЯ ПОТЕНЦИАЛА В ОБЛАСТИ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ

2.9. Для обеспечения надлежащего и скоординированного реагирования всем государствам следует иметь национальный план реагирования на события, связанные с физической ядерной безопасностью. Ядерная криминалистика может играть ключевую роль в расследовании событий, связанных с физической ядерной безопасностью, и поэтому следует обеспечивать, чтобы национальный план реагирования в максимально возможной степени отражал содержание типового плана действий при проведении ядерной криминалистической экспертизы (см. рис. 1).

2.10. Государствам следует обеспечивать четкое распределение функций и обязанностей в ядерной криминалистике в контексте событий, связанных с физической ядерной безопасностью, а также наличие экспертных знаний, оборудования и процедур. Следует также обеспечивать безопасное и надежное хранение изъятого ядерного и другого радиоактивного материала, а также наличие соответствующих средств для безопасной и надежной транспортировки таких материалов с места происшествия, связанного с физической ядерной безопасностью, к месту хранения вещественных доказательств. Таким местом хранения может быть лаборатория, способная проводить характеризацию собранного материала, либо временное хранилище, в котором изъятые материалы могут находиться до момента их транспортировки в назначенную лабораторию для проведения ядерной криминалистической экспертизы.

2.11. Развитие потенциала в области ядерной криминалистики в государстве должно начинаться с выявления существующих возможностей, включая имеющиеся организации/учреждения и кадры специалистов, которые используются для других целей, а также работы по созданию механизмов для их применения при проведении расследований. Соответствующие компетенции можно найти, например, в учреждениях, занимающихся радиационной безопасностью, на факультетах радиохимии или ядерной физики в университетах, в лабораториях экологического мониторинга, лабораториях контроля качества на объектах ядерного топливного цикла или в учреждениях, занимающихся вопросами физической безопасности,

а также в оборонном комплексе. Государства могут использовать опыт или инфраструктуру, которые были созданы для верификации соблюдения или исполнения международных правовых документов, включая Договор о нераспространении ядерного оружия [10] и Конвенцию о физической защите ядерного материала [4] и Поправку к ней 2005 года [11] (которая вступила в силу 8 мая 2016 года).

2.12. Государства в случаях, когда это возможно, создают также национальную библиотеку ядерной криминалистики, находящуюся под контролем государства, для проведения достоверной оценки соответствия (или выявления несоответствия) ядерного и другого радиоактивного материала, обнаруженного находящимся вне регулирующего контроля, материалу, произведенному, используемому или хранящемуся на территории государства. Более подробную информацию о создании национальной библиотеки ядерной криминалистики см. в пунктах 6.7–6.9.

2.13. Международное сотрудничество обеспечивает государствам возможность запрашивать, получать и оказывать помощь в области ядерной криминалистики в целях развития соответствующего потенциала или в интересах осуществляемого расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью. Специализированными средствами для аналитических исследований и характеристики ядерного и другого радиоактивного материала располагают немногие лаборатории в мире, и потребность в таких средствах может возникать при расследовании небольшого числа событий, связанных с физической ядерной безопасностью. Государства, не располагающие национальным потенциалом для проведения полной характеристики ядерного и другого радиоактивного материала или вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами, могут заключать двусторонние или многосторонние соглашения или договоренности с соответствующими лабораториями в целях расширения возможностей в проведении ядерной криминалистической экспертизы и/или облегчения получения помощи в случае ее необходимости (см. пункты 8.7–8.10).

ЯДЕРНАЯ КРИМИНАЛИСТИКА В КОНТЕКСТЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРАВОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

2.14. Ответственность за физическую ядерную безопасность и, следовательно, за ядерную криминалистическую экспертизу целиком возлагается на государство. В настоящее время не существует единого международного правового документа, полностью охватывающего все аспекты инфраструктуры физической ядерной безопасности. Правовую основу физической ядерной безопасности составляет свод юридически обязывающих международных правовых документов, таких как конвенции и договоры (имеющие обязательную силу для государств-участников), а также резолюции Совета Безопасности Организации Объединенных Наций (имеющие обязательную силу для государств — членов Организации Объединенных Наций), включая документы [4, 10–20], указанные в Справочных материалах, а также признанные принципы развития и безопасного и надежного использования ядерных технологий. Эти международно-правовые документы устанавливают обязательства, требующие, чтобы государства, в частности, признавали правонарушениями конкретные преднамеренные действия, связанные с противоправным использованием ядерного и другого радиоактивного материала, и создавали механизмы для запрашивания, получения и оказания помощи. Они также содержат положения о возврате таких материалов в оговоренных случаях и при определенных условиях. Двусторонние и многосторонние правовые документы позволяют осуществлять сотрудничество, обмен информацией и необходимыми средствами, а также обеспечивают укрепление международной физической безопасности.

2.15. Ядерная криминалистика содействует реализации мер, предусматриваемых:

- а) международными правовыми основами обеспечения физической ядерной безопасности и положениями этих основ, регулирующими отношения между государствами, в частности, сотрудничество и помощь в расследовании событий, связанных с физической ядерной безопасностью, которые имеют трансграничные последствия;
- б) национальными правовыми основами обеспечения физической ядерной безопасности, в частности, применительно к проведению в государстве уголовно-процессуальных действий, связанных с событием в области физической ядерной безопасности, включая потенциальное уголовное преследование.

2.16. Государствам следует обеспечивать создание и поддержание целостной нормативно-правовой базы, обеспечивающей поддержку и установление полномочий компетентных органов. Подлежащие определению и исполнению обязанности относятся к сфере нормативного регулирования, деятельности таможенной и пограничной служб, транспортировки материалов, деятельности полиции и правоохранительных органов, а также судебного преследования и вынесения судебных решений по предполагаемым правонарушениям, связанным с ядерными или другими радиоактивными материалами.

3. РАЗРАБОТКА ПЛАНА ПРОВЕДЕНИЯ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ПЛАНА АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ В РАМКАХ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

3.1. При расследовании события, связанного с ядерной безопасностью, после выполнения предварительной оценки на месте происшествия, включая категоризацию ядерного или другого радиоактивного материала, орган расследования подготавливает план проведения криминалистических исследований в консультации с соответствующими криминалистическими лабораториями, включая назначенную (специальную) лабораторию ядерной криминалистики. Категоризация проводится с целью определения последствий для физической ядерной безопасности, а также опасности, которую может представлять изъятый материал для служб экстренного реагирования (аварийно-спасательных формирований), сотрудников правоохранительных органов и населения. В плане проведения криминалистических исследований следует указывать требования к исследованиям, которые должны проводиться в рамках возможного уголовного преследования. Кроме того, при разработке плана проведения криминалистических исследований следует указывать все требования по обеспечению сохранности изъятых образцов, которые могут быть затребованы судом в случае использования результатов исследований в ходе судебного разбирательства.

3.2. При проведении криминалистических исследований необходимо решать непростую задачу, связанную с определением их последовательности. Порядок проведения исследований с

использованием как методов традиционной криминалистики, так и ядерной криминалистики, должен обеспечивать получение важной информации без неоправданных задержек, а также соответствие количества и качества получаемых данных по каждому образцу тому запросу, который поступил от головного органа расследования. Присутствие радионуклидов усложняет указанную задачу, поскольку оно может накладывать ограничения на виды проводимых исследований и на места их проведения. Последовательность проведения исследований должна быть отражена в плане проведения криминалистических исследований.

3.3. При разработке плана проведения криминалистических исследований в нем следует отражать потребности в контексте данного расследования, предполагаемую ценность ожидаемых результатов расследования, известные или предполагаемые потери основных характеристик с течением времени в случае задержки в проведении исследований, а также применяемые на национальном уровне процедуры выполнения экспертиз с использованием как методов традиционной криминалистики, так и ядерной криминалистики. В целом приоритет следует отдавать исследованиям, результаты которых позволяют идентифицировать конкретное лицо (например, по анализу ДНК или исследованию отпечатков пальцев), а не исследованиям, по результатам которых можно идентифицировать лишь группу или класс объектов (например, по следам обуви или протектора шин или наличию взрывчатого вещества определенного типа). Вместе с тем использование иной информации, которой располагает следствие или разведывательные структуры, может повысить ценность результатов, относящихся к определенной характеристике класса объектов, особенно в случаях, когда сужение круга возможных вариантов имеет решающее значение для обеспечения более четкой целенаправленности расследования.

3.4. Для реализации плана проведения криминалистических исследований каждой из участвующих криминалистических лабораторий следует разрабатывать план аналитической работы совместно с головным органом расследования. Такие консультации важны с точки зрения обеспечения учета всех ключевых требований, отраженных в плане исследований, при подготовке планов аналитической работы всеми криминалистическими лабораториями.

РАЗРАБОТКА ПЛАНА АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ В РАМКАХ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

3.5. В рамках ядерной криминалистической экспертизы следует разрабатывать план аналитической работы, содержащий описание видов исследований, проведение которых требуется в интересах следствия, и указывающий последовательность проведения исследований ядерного и другого радиоактивного материала, а также вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами. Важной частью плана аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы является характеристика объектов. Характеризация выполняется с целью изучения природы радиоактивного материала и соответствующих доказательств (описание аналитических средств и лабораторных методов, применяемых при проведении характеристики, см. в пунктах 5.7–5.10 и 5.13–5.21, соответственно). План аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы разрабатывается назначенной лабораторией ядерной криминалистики или несколькими лабораториями при участии органа расследования и в конечном итоге по согласованию с ним, и этот план должен отвечать требованиям, отраженным в плане проведения криминалистических исследований, и интересам расследования. Следует обеспечивать, чтобы план аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы был гибким, адаптируемым и позволяющим по мере получения новой информации в ходе расследования или анализа образцов и проб уточнять требования, предъявляемые к криминалистической экспертизе. При необходимости в план аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы могут вноситься изменения после проведения соответствующих консультаций и оформления требующейся документации.

Типы образцов и исследований

3.6. При разработке плана аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы в него следует включать типы образцов и исследований, необходимых для получения ответов на вопросы, поставленные органом расследования. В таблице 2 указаны примеры типов образцов, которые могут быть собраны в ходе расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью, их потенциальная криминалистическая ценность и требования к проведению исследований таких образцов. Ввиду большого разнообразия типов образцов и специфических требований, связанных с ними, исследование всех образцов в одном и том же физическом месте (например, в определенном учреждении

или конкретной лаборатории) может оказаться невозможным, и это следует учитывать при разработке плана аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы. Например, если требуется анализ следовых количеств радионуклидов, эти измерения не должны выполняться с применением оборудования, которое используется для проведения балкового анализа ядерного и другого радиоактивного материала, или рядом с таким оборудованием.

ТАБЛИЦА 2. ТИПЫ ОБРАЗЦОВ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОТОРЫХ ПРЕДУСМАТРИВАЕТСЯ В ПЛАНЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ В РАМКАХ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Тип образца	Потенциальная криминалистическая ценность	Требования к исследованиям
Балковый ядерный или другой радиоактивный материал	Установление факта несанкционированного владения Идентификация возможных источников происхождения материала Установление истории обработки материала Выявление связи с другими случаями обнаружения такого же материала	Наличие средств и инфраструктуры для работы с балковыми радиоактивными и ядерными материалами и для их характеристики Экспертные знания в области технологии ядерного топливного цикла для интерпретации результатов
Объекты, загрязненные радионуклидами	Определение мест, в которых находился и подвергался манипуляциям ядерный или другой радиоактивный материал Установление факта возможных предыдущих манипуляций с ядерным или другим радиоактивным материалом в месте, где был обнаружен балковый материал Установление лиц, обращавшихся или предположительно обращавшихся с материалом	Опыт анализа следовых количеств ядерного и другого радиоактивного материала и понимание потенциальных ограничений, связанных с образцами и результатами (например, влияния окружающего фона) Возможность отбора и анализа малых проб Опыт аналитической работы с применением методов традиционной криминалистической экспертизы и интерпретации результатов

ТАБЛИЦА 2. ТИПЫ ОБРАЗЦОВ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОТОРЫХ ПРЕДУСМАТРИВАЕТСЯ В ПЛАНЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ В РАМКАХ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ (продолжение)

Тип образца	Потенциальная криминалистическая ценность	Требования к исследованиям
Образцы биологического происхождения (например, моча, кровь, волосы и ткани)	Установление лиц, совершавших манипуляции с ядерным или другим радиоактивным материалом Установление лиц, получивших дозу внешнего облучения Установление причастности лиц к событиям, связанным с ядерным или другим радиоактивным материалом	Опыт анализа биопроб или проведения дозиметрии крови Наличие экспертных знаний в области медицинской физики или радиобиологии применительно к интерпретации результатов
Экологические пробы или геологические образцы, связанные с ядерным или другим радиоактивным материалом	Выявление возможных маршрутов или путей незаконного перемещения, по которым транспортировался ядерный или другой радиоактивный материал	Опыт анализа экологических проб (т.е. минералов, пыли и пыльцы) и интерпретации геологических и геохимических данных

Вопросы, связанные с лабораторией

3.7. Лабораториям, которые проводят исследования в рамках ядерной криминалистической экспертизы, следует организовывать свою работу в соответствии с планом обеспечения качества, включающим описание: цепочки (системы) мер по обеспечению сохранности образцов; утвержденных аналитических процедур; состава сотрудников, обладающих необходимыми компетенциями; документированных процедур; стандартных форм сообщения о результатах; порядка ведения записей. В процедуры проведения анализов в рамках ядерной криминалистической экспертизы следует включать положения о контроле радиоактивного загрязнения или исключения перекрестного радиоактивного загрязнения, непосредственно относящиеся к загрязнению радионуклидами. При разработке плана аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы следует обеспечивать, чтобы лаборатория устанавливала процедуры,

которых требуется придерживаться, и количество материала, необходимого для каждого исследования, а также указывала все ожидаемые отклонения от документально зафиксированных процедур. В плане аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы необходимо также предусматривать требующееся взаимодействие с органами, проводящими традиционную криминалистическую экспертизу, например, необходимость участия лаборатории ядерной криминалистики в собирании традиционных вещественных доказательств или удалении радиоактивного загрязнения с материалов до исследования в лаборатории традиционной криминалистики (см. раздел 4). Кроме того, доказательная ценность выводов ядерной криминалистической экспертизы, даже если они основаны на анализе, выполненном в соответствии с протоколами и стандартами, может быть серьезно снижена в случае отклонения от заданных параметров и требующихся исследований, которые указаны в плане проведения криминалистических исследований. Поэтому следует обеспечивать, чтобы эксперты правоохранительных органов сообщали четкую информацию о том, какие методы и стандарты будут приемлемыми для использования в суде, а также о возможных последствиях любого отклонения от плана аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы.

ОТБОР ЧАСТИ ОБРАЗЦА

3.8. В случае балковых проб ядерного и радиоактивного материала полный объем образца может превышать размер пробы, указанный в плане аналитической работы. Кроме этого, могут существовать нормативные или технические ограничения по массе или активности материала, который может быть передан в лабораторию для анализа. Поэтому перед отправкой в аналитическую лабораторию может потребоваться деление материала на части для получения отдельных подпроб. Ввиду потенциальной неоднородности образца необходимо соблюдать специальные протоколы для отбора части образца, с тем чтобы подпробы были в полной мере репрезентативными по отношению к балковому материалу. Любые ограничения этих методов должны быть отражены в плане аналитической работы.

3.9. Для отбора репрезентативных проб следует использовать методы, сводящие к минимуму возможность получения неверных результатов, обусловленных неоднородностью вещественных доказательств. В исключительных случаях для обеспечения репрезентативности проб может требоваться анализ отдельных частиц материала, но, как правило,

достаточным является проведение балкового анализа. Если количество доступного материала ограничено, отбор части или деление образца не проводится или становится затруднительным. В таких случаях в плане аналитической работы, составляемом в рамках ядерной криминалистической экспертизы, следует определять приоритетность в распределении материала для исследования. При наличии ограниченного количества материала важно обеспечивать проведение в первую очередь всех неразрушающих анализов до того, как будут выполняться другие исследования, могущие привести к расходу материала или изменению его характеристик. Более того, при исследовании малых образцов применение методов следового анализа и микроанализа может быть более целесообразным по сравнению с методами, оптимизированными для исследования больших объемов материала. Отбор части или деление образца потенциально может приводить к загрязнению или разрушению вещественных доказательств, и в связи с этим следует принимать соответствующие меры предосторожности.

ПЕРЕДАЧА ВЕЩЕСТВЕННЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ

3.10. После составления плана проведения криминалистических исследований и плана аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы и требующегося отбора частей или деления образцов вещественные доказательства передаются в лаборатории для проведения исследований.

3.11. Образцы для криминалистической экспертизы следует доставлять в лаборатории с соблюдением порядка, предусмотренного в рамках цепочки мер по обеспечению сохранности (например, с использованием опечатывающих устройств или бирок). В целях сведения к минимуму риска непреднамеренного изменения доказательств во время транспортировки следует учитывать и при необходимости исключать возможное влияние на них условий транспортировки (т.е. температуры, влажности или вибрации). Следует тщательно планировать процесс транспортировки ядерного и другого радиоактивного материала и привлекать специалистов, имеющих опыт транспортировки опасных материалов, в особенности радиоактивных материалов. Кроме того, следует обеспечивать надежную и устойчивую коммуникацию между грузоотправителем и получателем в целях соблюдения требуемых процедур доставки образцов ядерного или другого радиоактивного материала в лабораторию.

4. КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ

4.1. Исследования вещественных и документальных доказательств, проводимые с применением методов традиционной криминалистики, являются рутинным компонентом исследований, которые выполняются органами расследования. Примеры этих методов включают исследование отпечатков пальцев, генетических маркеров (т.е. ядерной ДНК и митохондриальной ДНК), следов обуви и протектора шин, следов инструментов, остатков взрывчатых веществ, баллистических характеристик огнестрельного оружия, красок и других химических веществ, металлических элементов, документов и следовых улик (т.е. волокон, волос и пыльцы), а также проведение судебно-медицинской экспертизы. Дополнительная информация по этим видам экспертиз приведена в Приложении I.

4.2. Проведение экспертиз с применением методов традиционной криминалистики и ядерной криминалистики следует организовывать так, чтобы они дополняли друг друга. Оба вида экспертиз позволяют получить результаты, помогающие установить связь между определенными лицами, местами, событиями и процессами, а также выявить утрату регулирующего контроля. Эти результаты могут быть особенно полезными, если на их основе можно установить такую связь или если они позволяют исключить определенные ядерные или другие радиоактивные материалы из дальнейшего рассмотрения. Возможное наличие радиоактивного материала в качестве загрязняющего вещества на доказательствах или внутри них представляет собой особую проблему при проведении исследований с применением методов традиционной криминалистики.

ЗАГРЯЗНЕННЫЕ ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА

4.3. Вещественные доказательства, ассоциируемые с событиями, связанными с физической ядерной безопасностью, следует проверять на предмет загрязнения или отсутствия загрязнения радионуклидами. Вещественные доказательства, у которых не обнаружено радионуклидное загрязнение, могут быть переданы непосредственно на криминалистическую

экспертизу после согласования с компетентным органом, поскольку они не представляют радиологической опасности для специалистов, работающих с вещественными доказательствами.

4.4. В случае если известно или предполагается, что вещественные доказательства загрязнены радионуклидами, следует применять особые меры. Термин «загрязненные вещественные доказательства» имеет неодинаковую коннотацию для эксперта-криминалиста и эксперта-специалиста по ядерной криминалистике, и этот термин заслуживает отдельного обсуждения.

4.5. В криминалистике в целом под «загрязненными вещественными доказательствами» понимаются доказательства, в случае которых происходит прямой или косвенный перенос постороннего материала на образец для криминалистической экспертизы или на место преступления. Это также можно назвать «перекрестным загрязнением». Вещественные доказательства, загрязненные посторонним материалом и, таким образом, скомпрометированные, имеют ограниченную ценность для целей расследования, и их оценку следует проводить с особой тщательностью.

4.6. В ядерной криминалистике понятие «загрязненные вещественные доказательства» могут относиться к присутствию радионуклидов на вещественных доказательствах или внутри них. Именно это значение используется в настоящей публикации, и термин «вещественные доказательства, загрязненные радионуклидами» является уточнением этого значения. Загрязнение вещественных доказательств радионуклидами может влиять на метод и сроки проведения исследования вещественных доказательств. Перекрестное загрязнение радионуклидами может приводить к изменению радионуклидной сигнатуры, определение которой является целью криминалистической экспертизы. Поэтому в контексте ядерной криминалистики при исследовании «вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами» требуется применять особое планирование и специальные процедуры.

РАБОТА С ВЕЩЕСТВЕННЫМИ ДОКАЗАТЕЛЬСТВАМИ, ЗАГРЯЗНЕННЫМИ РАДИОНУКЛИДАМИ

4.7. При исследовании вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами, методами традиционной криминалистики могут применяться два подхода. Первый подход предполагает удаление или

отделение радионуклидов в вещественных доказательствах до проведения каких-либо исследований. Его часто называют «очисткой вещественных доказательств». Во втором подходе вещественные доказательства исследуются в первоначальном загрязненном радионуклидами состоянии. В случае каждого из этих подходов может требоваться участие многих различных учреждений, в том числе организаций, не относящихся к правоохранительной сфере. По этой причине может возникнуть необходимость в проведении широких консультаций между соответствующими экспертами в процессе разработки плана проведения криминалистических исследований до начала работы с вещественными доказательствами, загрязненными радионуклидами. Каждый подход имеет определенные преимущества и недостатки, оценку которых следует проводить в ходе исследований; они рассматриваются в пунктах 4.8–4.13.

Очистка вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами

4.8. Радионуклиды могут быть удалены из вещественных доказательств посредством применения физических или химических процессов на этапе очистки. Для этого используются различные методы, и выбор оптимального метода зависит, среди прочего, от формы вещественных доказательств, формы присутствующих радионуклидов и вида проводимого исследования, а также от практических подходов, продиктованных соображениями национального или местного значения. Очистка от загрязнения вещественных доказательств перед проведением экспертизы с применением методов традиционной криминалистики имеет несколько преимуществ:

- a) очистка от загрязнения вещественных доказательств в результате может позволить эксперту работать с вещественными доказательствами при более близком контакте с ними, поскольку возможность облучения сводится к минимуму;
- b) исследование очищенных вещественных доказательств может проводиться аналогично тому, как исследуются вещественные доказательства, не загрязненные радионуклидами, что исключает необходимость обучения и в соответствующих случаях сертификации лиц, работающих с радионуклидами;
- c) отпадает необходимость в создании специальной инфраструктуры для проведения экспертных исследований.

4.9. Вместе с тем имеется ряд недостатков, связанных с очисткой от загрязнения вещественных доказательств перед проведением исследований с применением методов традиционной криминалистики, и в частности:

- a) радионуклиды, которыми загрязнены вещественные доказательства, сами по себе могут быть вещественными доказательствами;
- b) для удаления радионуклидов, как правило, требуются значительные затраты времени и экспертных ресурсов;
- c) вещественные доказательства могут подвергнуться изменению, и в результате полученные выводы будут неточными или произойдет деградация характеристики, являющейся предметом исследования;
- d) полное удаление радионуклидов часто оказывается невозможным, а неполное удаление может, если это не будет своевременно выявлено, привести к не поддающемуся коррекции радиационному воздействию на вещественные доказательства и/или непреднамеренному облучению лиц, проводящих исследование. Строгое соблюдение процедур проверки результатов очистки вещественных доказательств позволяет снизить вероятность непреднамеренного воздействия;
- e) в отношении отходов, образующихся при удалении радионуклидов, как правило, необходимо применять методы обращения, не наносящие ущерба окружающей среде.

4.10. Влияние различных методов очистки от загрязнения на отдельные виды физических экспертных исследований было исследовано в работе [21]. Эта работа позволила сделать некоторые выводы о том, в каких случаях целесообразно проводить очистку от загрязнения определенных типов вещественных доказательств. Эти выводы и результаты дальнейших исследований следует использовать для разработки протоколов работы с вещественными доказательствами, загрязненными радионуклидами. Вопрос о применении таких протоколов следует рассматривать до начала проведения экспертизы в рамках расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью.

Экспертизное исследование вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами

4.11. Экспертизное исследование вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами, может проводиться без очистки. Такой подход имеет ряд преимуществ, включая:

- a) сведение к минимуму возможной утраты или деградации характеристик, важных для исследования, к которой может привести процесс очистки вещественных доказательств;
- b) ускорение экспертного исследования, проведение которого может быть начато немедленно после получения вещественных доказательств (при наличии квалифицированного персонала, соответствующего оборудования и приборов, а также составленного в письменном виде плана аналитической работы).

4.12. В то же время непосредственное проведение исследования вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами, характеризуется определенными недостатками, а именно:

- a) радиационное воздействие на персонал снижается посредством принятия соответствующих мер по обеспечению радиационной безопасности в соответствии с международными нормами безопасности [1], однако полное исключение этого воздействия практически невозможно;
- b) необходимо обеспечивать наличие специализированных помещений и персонала, имеющего подготовку по использованию методов традиционной криминалистики применительно к образцам, загрязненным радионуклидами, включая специальное оборудование и приборы;
- c) необходимо проводить валидацию применения методов традиционной криминалистической экспертизы для исследования вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами, в лабораториях, не предназначенных для проведения криминалистической экспертизы;
- d) длительное воздействие радиации может привести к деградации вещественного доказательства или иным образом повлиять на его криминалистическое качество. С целью определения вероятных последствий такого воздействия и возможности их смягчения проводятся исследования [22]. Такой анализ должен быть выполнен до начала расследования.

Выбор подхода к очистке от загрязнения

4.13. Решение о проведении очистки от загрязнения вещественного доказательства или о выполнении исследований вещественного доказательства при наличии загрязнения радионуклидами следует отражать в плане проведения криминалистических исследований, и оно зависит от ряда факторов, таких как:

- a) природа вещественного доказательства, вид загрязняющего вещества и тип планируемых исследований
- b) наличие соответствующих ресурсов для проведения исследований;
- c) информация, полученная на текущий момент органами расследования или разведывательными структурами, а также результаты ранее проведенных исследований;
- d) национальная политика и процедуры реагирования на события, связанные с физической ядерной безопасностью.

5. ПРОВЕДЕНИЕ АНАЛИЗОВ В ЛАБОРАТОРИИ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ

5.1. В зависимости от результатов категоризации и с учетом требований, отраженных в плане проведения криминалистических исследований, может возникнуть необходимость в характеристике ядерного или другого радиоактивного материала. Такую характеристику следует проводить в назначенной (специальной) лаборатории ядерной криминалистики. В лаборатории перед выполнением исследований следует разработать план аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы, который согласовывается с органом расследования, как указано в разделе 3.

ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ

5.2. Цель характеристики состоит в определении физических характеристик, химического и элементного состава, а также соотношения изотопов ядерного или другого радиоактивного материала, и для этого проводится ряд соответствующих исследований, которые могут включать при необходимости идентификацию основных, второстепенных и следовых компонентов. Характеризация, как правило, не включает анализ,

проводимый с применением традиционных криминалистических методов, а также не предполагает выполнения интерпретационных действий, таких как моделирование процессов ядерного реактора, которые могут быть связаны с происхождением материала, или идентификация возможных источников происхождения. Таким образом, для характеристики требуется меньше времени, чем в случае полной интерпретации.

НАЗНАЧЕННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ

5.3. Назначенные ядерные криминалистические лаборатории — это лаборатории, определяемые государством как способные принимать и анализировать образцы ядерного и/или другого радиоактивного материала в рамках проведения ядерных криминалистических экспертиз. Ответственность за установление критериев и процесс принятия решений относительно выбора и последующего назначения лаборатории ядерной криминалистики возлагается на государство. Вещественные доказательства после определения органом расследования необходимости проведения ядерной криминалистической экспертизы направляются в лабораторию, которая была выбрана и назначена в качестве лаборатории, подготовленной и оборудованной для приема образцов (ядерного и другого радиоактивного материала, вещественных доказательств, загрязненных радионуклидами, или их комбинаций) и для проведения исследований с применением соответствующего сочетания аналитических методов. Связь между органом расследования и лабораторией следует устанавливать как можно раньше на начальном этапе реагирования на событие, связанное с физической ядерной безопасностью, в целях своевременного получения информации о требованиях и возможностях лаборатории, а также обеспечения планирования и подготовки к получению и исследованию образцов в соответствии с разработанным планом проведения криминалистических исследований и планом аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы. При транспортировке вещественных доказательств в назначенную лабораторию ядерной криминалистики и затем при получении вещественных доказательств в лаборатории следует уделять должное внимание вопросам обращения с вещественными доказательствами, включая соблюдение порядка, предусмотренного в рамках цепочки мер по обеспечению сохранности образцов при работе с ними (см. пункт 3.11).

5.4. Назначенные лаборатории ядерной криминалистики в разных государствах наделены различными возможностями. Некоторые государства не имеют собственной назначенной лаборатории ядерной криминалистики и вынуждены полагаться на помощь в характеристике материала, оказываемой на двусторонней или многосторонней основе. В других государствах создаются назначенные лаборатории, которые выполняют некоторые работы по характеристике или исследованию определенных типов материалов, однако обращаются за помощью при необходимости применения специализированных методов. В мире лишь в немногих государствах имеются лаборатории, располагающие полным набором необходимых средств и методов ядерной криминалистической экспертизы. Государствам следует иметь четкое представление об имеющихся у них возможностях и обеспечивать готовность к любым непредвиденным обстоятельствам, включая создание механизмов запрашивания, получения и оказания помощи (в соответствующих случаях), в интересах проведения исследований в рамках ядерной криминалистической экспертизы при расследовании события, связанного с физической ядерной безопасностью.

5.5. Государству следует обеспечивать, чтобы назначенная лаборатория ядерной криминалистики была способна проводить ядерную криминалистическую экспертизу и применяла валидированные аналитические методы, была укомплектована персоналом с необходимыми компетенциями и использовала документально оформленные процедуры. Предпочтительно, чтобы лаборатория имела аккредитацию в соответствии с международно признанным стандартом качества (например, ISO 9001:2008 [23], ISO 14001:2004 [24], ISO/IEC 17025:2005 [25], OHSAS 18001:2007 [26]). Кроме того, следует обеспечивать, чтобы у назначенной лаборатории ядерной криминалистики было необходимое разрешение на прием ядерного и другого радиоактивного материала и чтобы эта лаборатория имела возможность работать при необходимости с большими объемами материала (по массе и активности) и одновременно была в состоянии проводить анализ компонентов в следовых количествах. Назначенные лаборатории ядерной криминалистики могут оснащаться перчаточными боксами или горячими камерами для проведения исследований высокорadioактивных образцов. Следует также обеспечивать, чтобы назначенная лаборатория ядерной криминалистики располагала соответствующим лабораторным оборудованием и применяла операционные процедуры, позволяющие свести к минимуму риск перекрестного загрязнения образцов.

5.6. Следует обеспечивать, чтобы в назначенной лаборатории ядерной криминалистики применялись соответствующие меры физической защиты и при необходимости процедуры учета и контроля ядерного материала. Кроме того, в лаборатории следует обеспечивать полное соблюдение требований, предъявляемым к объектам, на которых осуществляется хранение и обращение с радиоактивными материалами [1] и в соответствующих случаях требований, предъявляемых к хранению и обращению с опасными материалами. В лаборатории следует предусматривать соответствующие меры физической безопасности, гарантирующие целостность цепочки (системы) мер по обеспечению сохранности, а также защиту конфиденциальной информации, связанной с ядерной криминалистической экспертизой.

СРЕДСТВА ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

5.7. В арсенале экспертов по ядерной криминалистике имеется широкий выбор средств для измерения свойств ядерного и другого радиоактивного материала. Приложение II содержит описание многих аналитических методов, используемых для характеристики материалов. Эти средства и методы можно разделить на три широкие категории: анализ методом визуализации, балковый анализ и микроанализ.

5.8. Средства визуализации позволяют получить изображения или «карты» поверхности материала с большим увеличением, а также информацию о неоднородности и микроструктуре образца. Оценка степени неоднородности образца является важным аспектом исследования. В случае неоднородности материала балковый анализ не позволяет получить репрезентативные результаты, если их сравнивать с результатами, получаемыми при исследовании образцов меньшего размера. С помощью визуализации можно также выявить пространственные и микроструктурные особенности (например, текстуру и зернистость), позволяющие получить информацию о термодинамической или механической обработке материала.

5.9. С помощью средств балкового анализа можно проводить характеристику всего образца, либо его части с определением усредненных свойств материала. Характеризация ядерного или другого радиоактивного материала может включать измерения физических характеристик, химического и элементного состава и соотношения изотопов (см. пункты 5.13–5.20). В случае использования балкового анализа для получения информации о следовых компонентах материала

необходимо иметь достаточное количество материала для выполнения точных измерений. Наличие или отсутствие следовых компонентов и их соответствующие концентрации во многих случаях являются важными характеристиками, позволяющими получить информацию о производственном процессе.

5.10. После подтверждения неоднородности образца, полученного методом визуализации, средства микроанализа, используемые для химической идентификации и/или количественного анализа очень малых образцов (как правило <1 мг), позволяют определять характеристики отдельных компонентов материала. Средства микроанализа также позволяют проводить исследования поверхности, что обеспечивает выявление следовых количеств веществ, загрязняющих поверхность, или измерение состава тонких слоев или покрытий, что открывает возможность получения важной информации для интерпретации результатов.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ

5.11. Многие аналитические средства, используемые при исследовании ядерного или другого радиоактивного материала, связаны с применением деструктивных методов (т.е. методов, в случае которых образец расходуется в процессе подготовки и анализа). Следовательно, правильный выбор и последовательность применения аналитических методов имеют решающее значение и должны быть детально отражены в плане аналитической работы в рамках ядерной криминалистической экспертизы. Последовательность применения аналитических методов следует определять в соответствии с вопросами органа расследования, на которые должен быть получен ответ, согласно плану проведения криминалистических исследований и с учетом размеров пробы, доступной для анализа, уже имеющейся информации и потенциальных сигнатур (физических, химических, элементных и изотопных), использование которых будет способствовать выполнению точной интерпретации результатов.

5.12. Международная техническая рабочая группа по ядерной криминалистике (МТРГ), представляющая собой объединение специалистов-практиков в области ядерной криминалистической экспертизы, разработала рекомендации по последовательности применения методов, позволяющей в кратчайшие сроки получить наиболее ценную информацию в процессе проведения исследования. Рекомендации основаны на заключениях экспертов и опыте, полученном в ходе осуществления

трех совместных аналитических тренировочных мероприятий, в которых участвовали лаборатории членов МТРГ; более подробное описание этих мероприятий изложено в Приложении III. В таблице 3 представлена рекомендуемая МТРГ последовательность, упорядоченная по методам, со сроками выполнения исследований в течение 24 часов, 1 недели или 2 месяцев с момента поступления образца в назначенную лабораторию ядерной криминалистики (в Приложении II представлено описание часто применяемых методов). Некоторые методы могут также использоваться на более позднем этапе исследований с целью уточнения аналитических результатов, что может приводить к увеличению сроков выполнения измерений. Такие сроки выполнения исследований материала могут изменять ожидаемые сроки представления результатов, соответствующие аналитическим интервалам 24 часа, 1 неделя и 2 месяца, в зависимости от конкретной ситуации. Продолжительность процесса характеристики зависит от рабочей нагрузки лаборатории, природы исследуемого образца и требований к расследованию, которые указаны в плане проведения криминалистических исследований, однако конечной целью является завершение процесса характеристики в течение двух месяцев с момента получения образца.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ

5.13. При поступлении образца в лабораторию ядерной криминалистики следует прежде всего провести исследование материала в контролируемых условиях с помощью гамма-спектрометрии высокого разрешения. Такой анализ позволяет подтвердить или изменить результаты исследования на месте происшествия, а также может обеспечить получение новой информации, такой как общее количество присутствующего ядерного или другого радиоактивного материала.

5.14. Характеризация ядерного или другого радиоактивного материала может включать измерение физических характеристик, химического и элементного состава, а также соотношения изотопов, как указано в пунктах 5.15–5.21 и представлено в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ И ТИПОВЫЕ СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Метод	Срок выполнения		
	24 часа	1 неделя	2 месяца
Радиологический анализ	Мощность дозы (α, β, γ, n) Поверхностное загрязнение Радиография		
Физическая характеристика	Визуальный осмотр Фотографирование Определение веса Определение размеров Оптическая микроскопия Измерение плотности	Микроструктура, морфология и другие физические характеристики СЭМ Рентгеновская дифракция	Наноструктура, морфология и другие физические характеристики ТЭМ
Изотопный анализ	ГСВР	ТИМС МС-ИСП	ВИМС Методы расчета радиоактивности
Радиохронометрия	ГСВР (для Pu)	ТИМС ИСП-МС	ГСВР (для U) Альфа-спектрометрия
Элементный/химический состав	Рентгеновская флуоресценция	МС-ИСП Химический анализ ИСПФ СЭМ/ рентгеновская спектрометрия МС-ИР	ГХ-МС

ТАБЛИЦА 3. ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ И ТИПОВЫЕ СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ (продолжение)

Метод	Срок выполнения		
	24 часа	1 неделя	2 месяца
Традиционная криминалистическая экспертиза	Сбор вещественных доказательств с применением методов традиционной криминалистической экспертизы		Анализ и интерпретация результатов исследования вещественных доказательств с применением методов традиционной криминалистической экспертизы

Примечание. ВИМС (SIMS) — вторично-ионная масс-спектрометрия; ГСВР (HRGRS) — гамма-спектрометрия высокого разрешения; ГХ-МС (GC-MS) — газовая хроматография/масс-спектрометрия; ИСПФ (FTIR) — инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье; МС-ИР (IDMS) — масс-спектрометрия с изотопным разбавлением; МС-ИСП (ICP-MS) — масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой; СЭМ (SEM) — сканирующая (растровая) электронная микроскопия; ТИМС (TIMS) — термоионизационная масс-спектрометрия; ТЭМ (TEM) — трансмиссионная электронная микроскопия.

Физические измерения

5.15. Первый этап характеризации проб обычно включает визуальный осмотр материала, который может включать документирование или фотографирование конкретных маркировок (например, серийных номеров или логотипов), определение цвета и формы, измерение размеров. В случае балковых материалов вес, плотность, активность и основные характеристики микроструктуры (размер зерен, текстура и вкрапления в соответствующих случаях) вместе с результатами визуального осмотра позволяют получить достаточную для идентификации образца информацию на макроскопическом уровне. Например, точные размеры и геометрия топливных таблеток для ядерных реакторов часто являются уникальными и однозначно указывают на производителя. Применительно к закрытым радиоактивным источникам размер, активность и форма капсулы часто позволяют определить производителя источника.

5.16. На микроскопическом уровне микроструктурные особенности позволяют проводить более детальное сравнение материалов. Например, используя данные о распределении размеров зерен и о структуре зерен топливных таблеток из оксида урана, можно получить информацию о производственных процессах. В случае порошковых или мазковых проб морфология частиц может иметь отличительные особенности, обусловленные различными производственными процессами.

Определение химического и элементного состава

5.17. Химическая форма ядерного материала (например, металла, оксида или промежуточного продукта, такого как диуранат аммония) или другого радиоактивного материала является важным индикатором, позволяющим получить информацию о процессе производства материала и помогающим выяснить его первоначальное предназначение. В случае промежуточного продукта урана исследуемое соединение может указать на процесс, который использовался для производства материала, и таким образом сузить круг вероятных производственных объектов.

5.18. В исследуемом образце помимо ядерного или другого радиоактивного материала, представляющего интерес, может присутствовать множество других элементов, концентрация которых иногда превышает концентрацию любого радионуклида. Такие элементы могут добавляться преднамеренно для получения определенных свойств материала (например, эрбий и гадолиний для контроля реактивности ядерного топлива). Непреднамеренно привнесенными примесями могут также быть остаточные элементы исходного сырья или остатки химических веществ, добавляемых в процессе производства (например, остатки кислоты), а также вещества, образующиеся при коррозии или в результате абразивного износа сосудов и трубопроводов. Если эти элементы присутствуют в следовых количествах, их называют примесями, и диапазон и концентрация таких элементов могут быть в высокой степени характерными для конкретных видов технологических процессов, сырья или установок. Следовательно, измерения этих элементов могут иметь важное значение для экспертизы, поскольку они позволяют получить информацию не только о предполагаемом законном использовании, но также и об исходном материале или о типе производственного объекта.

Изотопные измерения

5.19. Изотопные измерения проводятся для определения относительного изотопного состава элементов, присутствующих в ядерном или другом радиоактивном материале. Изотопный состав позволяет получить информацию об истории материала и его предназначении, например информацию о том, что ядерный материал имеет естественный изотопный состав или что в случае его обогащения делящимися изотопами или обработки он мог использоваться в качестве ядерного топлива или, возможно, в ядерном взрывном устройстве. В дополнение к основным делящимся изотомам (^{239}Pu и ^{235}U) относительные концентрации минорных изотопов плутония и урана (например, ^{240}Pu , ^{238}Pu и ^{236}U) могут раскрыть предшествующую историю облучения ядерного материала.

5.20. Метод радиохронометрии предусматривает проведение изотопных измерений с целью определения промежутка времени, прошедшего с момента последней химической очистки ядерного или другого радиоактивного материала (т.е. времени, когда дочерние нуклиды, образовавшиеся в результате радиоактивного распада, отделились от материнских радионуклидов). Концентрацию дочерних продуктов радиоактивного распада, называемых дочерними продуктами (например, ^{241}Am и ^{230}Th), можно измерять и сравнивать с концентрацией материнского изотопа с целью определения возраста ядерного материала после разделения. Радиохронометрия также может использоваться для исследования радиоизотопных источников, таких как источники, содержащие ^{137}Cs , который распадается до стабильного ^{137}Ba .

5.21. В дополнение к данным, полученным по изотопному составу делящихся элементов и продуктов их распада, определение наличия и изотопного состава других элементов позволяет получить информацию о происхождении образца, основываясь на известных естественных изотопных вариациях, встречающихся в мире. Изотопные соотношения таких элементов в образце могут указывать на технологический процесс или место производства (например, соотношение $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) или на исходный материал (например, соотношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ и соотношение $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$).

6. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

6.1. После проведения исследований может потребоваться привлечение дополнительных экспертных знаний для интерпретации результатов и формулирования выводов ядерной криминалистической экспертизы в соответствии с планом проведения криминалистических исследований. Для выполнения такой работы может потребоваться использование услуг экспертов, не являющихся сотрудниками лаборатории, проводившей измерения. Интерпретация результатов ядерной криминалистической экспертизы представляет собой процесс сравнения и ассоциирования полученных характеристик образца с имеющейся информацией об известных типах материалов, источниках происхождения и методах производства ядерных или других радиоактивных материалов либо с предыдущими случаями, связанными с аналогичным материалом. Интерпретация результатов ядерной криминалистической экспертизы обеспечивает контекст, содержит объяснение аналитических результатов и служит обоснованием для формулирования выводов ядерной криминалистической экспертизы.

СПОСОБЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ

6.2. Сигнатуры, используемые в ядерной криминалистической экспертизе, представляют собой набор или наборы характеристик данного образца ядерного или другого радиоактивного материала, которые могут обеспечить возможность идентификации образца методом исключения/включения как соответствующего или не соответствующего конкретному ядерному или другому радиоактивному материалу, используемому, произведенному или хранящемуся на территории государства. Такие сигнатуры помогают определить процессы, посредством которых был изготовлен материал, и выяснить его последующую историю.

6.3. Референсные сигнатуры для процессов и установок ядерного топливного цикла, служащие базисом для интерпретации результатов анализа образцов, формулируются с использованием как эмпирических методов, включающих результаты предыдущих исследований ядерного и другого радиоактивного материала, так и методов моделирования, базирующихся на химии и физике процессов ядерного топливного цикла.

Знания в области аналитической науки позволяют обоснованно выбрать соответствующие методы верификации наличия или отсутствия конкретных сигнатур, используемых в ядерной криминалистической экспертизе.

6.4. Интерпретация результатов при проведении ядерной криминалистической экспертизы включает сравнение результатов анализов исследуемого образца с информацией о соответствующих характеристиках существующих или известных материалов. Как правило, одной сигнатуры материала (например, одного изотопного измерения) недостаточно для однозначной идентификации конкретного образца среди известных классов аналогичных материалов. При отсутствии справочной базы данных (архива), например, в отличие от метода дактилоскопии, применяемого в традиционной криминалистике, исследование, построенное на основе сравнения результатов анализа данного образца с результатами анализа существующих или известных образцов, может быть практически трудновыполнимым. Вместе с тем использование комбинации таких сигнатур, как результаты изотопных измерений, примеси и микроструктура, может обеспечить более высокую степень уверенности в ассоциировании конкретного образца с данными, являющимися репрезентативными для известного класса аналогичных материалов. Использование комбинаций сигнатур может также приводить к исключению, т.е. к выводу о том, что конкретный образец не сопоставим с данными, относящимися к известному классу аналогичных материалов, что также может оказаться ценным для целей интерпретации результатов ядерной криминалистической экспертизы.

6.5. Ресурсы, помогающие проводить сравнение с информацией об известных классах материалов, включают национальную библиотеку ядерной криминалистики или связанные с ней базы данных, содержащие информацию о ядерных и других радиоактивных материалах, используемых, произведенных или хранящихся на территории государства, а также включают узкопрофильных экспертов, привлекаемых для оказания помощи в интерпретации результатов. Исследования архивных образцов могут проводиться повторно для целей сравнения.

6.6. В таблице 4 в качестве примера приведена информация, которая может потребоваться при подготовке ответов на вопросы об образце плутония, и указаны сигнатуры, используемые для получения этой информации.

ТАБЛИЦА 4. ПРИМЕРЫ СООТВЕТСТВУЮЩИХ РАДИОНУКЛИДНЫХ СИГНАТУР ПЛУТОНИЯ

Требуемая информация	Сигнатура
Время выполнения химической очистки	Увеличение количества дочерних изотопов
Методы химической очистки	Остаточные элементы (соотношение U/Pu)
Использование в качестве источника энергии радиоактивного распада	Активность изотопов Pu (^{238}Pu)
Нейтронный спектр и выгорание топлива в реакторе	Соотношения изотопов Pu (например, $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$)

СОЗДАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ БИБЛИОТЕКИ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ

6.7. Национальная библиотека ядерной криминалистики является одним из инструментов, которые могут быть использованы при интерпретации результатов ядерной криминалистической экспертизы. Библиотека и референсные базы данных расширяют возможности государства в проведении оценок на предмет соответствия или несоответствия материала, обнаруженного находящимся вне регулирующего контроля, ядерным и другим радиоактивным материалам, произведенным, используемым или хранящимся на территории государства [5]. Национальная библиотека ядерной криминалистики представляет собой административно организованный фонд информации о ядерных и других радиоактивных материалах, произведенных, используемых или хранящихся на территории государства, которая может поступать из различных источников. Библиотека облегчает процесс сравнения измеренных характеристик ядерных и других радиоактивных материалов с сигнатурами классов известных материалов (например, с физическими характеристиками, химическим и элементным составом и соотношением изотопов).

6.8. Национальная библиотека ядерной криминалистики создается, поддерживается и контролируется государством в соответствии с объемом и номенклатурой ядерных и других радиоактивных материалов, имеющих в государстве.

6.9. В целях облегчения сравнения измеренных характеристик национальную библиотеку ядерной криминалистики следует создавать по мере возможности с использованием общей концепции организационной структуры.

ЗНАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА И ПРОИЗВОДСТВА РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

6.10. Характеристики, составляющие сигнатуры в ядерной криминалистической экспертизе, появляются у ядерных и других радиоактивных материалов в различные моменты истории их существования, в том числе при их изготовлении. Понимание того, как эти сигнатуры образуются, сохраняются и изменяются в процессе производства материала, имеет решающее значение для интерпретации результатов ядерной криминалистической экспертизы. Таким образом, знание процессов ядерного топливного цикла и производства радиоактивных источников играет основополагающую роль в проведении эффективной интерпретации результатов лабораторных измерений. Такими знаниями обладают узкопрофильные эксперты, как правило, работающие в различных международных, национальных и неправительственных организациях.

6.11. Моделирование или симуляция процессов ядерного топливного цикла или производства материалов позволяет строить предположения о том, как у ядерных и других радиоактивных материалов появляются сигнатуры во время производства этих материалов. Моделирование также может улучшить понимание явлений, создающих или изменяющих сигнатуры, а также явлений, обеспечивающих сохранение сигнатур. Знания, полученные в результате моделирования процессов, помогают создать контекст для последующих лабораторных измерений, а также могут помочь в выявлении новых сигнатур.

6.12. Сравнение результатов характеристики материала с комбинациями сигнатур, отражающими информацию о технологических процессах (например, изотопные измерения, примеси и особенности микроструктуры), позволяет понять, как мог быть произведен материал и его первоначальное предназначение. И наоборот, такие сравнительные исследования также позволяют исключить из рассмотрения производственные процессы и предполагаемое предназначение материала, если между результатами характеристики и конкретными комбинациями сигнатур ассоциация не выявлена.

Архивные материалы

6.13. Сравнительный анализ архивных ядерных и других радиоактивных материалов, в том числе изъятых материалов, может в значительной степени повысить достоверность результатов ядерной криминалистической экспертизы. Такой анализ позволяет эксперту по ядерной криминалистике устанавливать связь между материалом и процессами, используемыми при его производстве или изготовлении. По мере появления новых сигнатур в результате применения новых аналитических методов возрастает значимость пополнения фонда архивных данных и архивных материалов. В зависимости от периода полураспада значимых радионуклидов, присутствующих в данном материале, могут проводиться повторные исследования архивного материала с использованием новых аналитических методов, а также выполняться оценки полученных данных на предмет наличия или отсутствия новых выявленных сигнатур. Архивы образцов, имеющиеся у операторов, производителей, регулирующих органов, экологических лабораторий и других организаций, могут содержать ранее исследованные образцы материала, такие как реакторное топливо, пробы для контроля качества и промышленные радиоактивные источники.

Открытая литература

6.14. Многие из основных ядерных процессов описаны в учебниках, публикациях и журнальных статьях в открытой литературе. Например, на портале ядерных информационных ресурсов веб-сайта МАГАТЭ размещен ряд баз данных, содержащих общедоступную информацию о ядерных объектах всего мира³.

Специальная (закрытая) литература

6.15. Конфиденциальная (являющаяся собственностью компании) или секретная информация содержится исключительно в «закрытых» источниках. Компании могут делиться информацией, являющейся их собственностью, с компетентными органами или национальными лабораториями после заключения соответствующего соглашения о неразглашении. Ядерные институты, соответствующие министерства и национальные лаборатории могут получать доступ к засекреченным источникам в своем государстве, но маловероятно, что им будет разрешен доступ к засекреченным документам других государств.

³ См. <http://nucleus.iaea.org>.

ДЕДУКТИВНЫЙ И ИТЕРАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС

6.16. Исследования, проводимые в рамках ядерной криминалистической экспертизы, и интерпретация полученных результатов подразумевают применение дедуктивного и итерационного процесса, как показано на рис. 2. Реализация плана аналитической работы позволяет получить результаты, которые могут быть сопоставлены с информацией о существующих или известных материалах, и такие сравнительные исследования обеспечивают проведение интерпретации с переводом результатов анализа в конкретный контекст. Процесс сравнения результатов анализа с известной информацией о материале носит итерационный характер, поскольку каждое последующее сравнение может давать новую информацию, которая будет требовать проведения дальнейших анализов или сравнительных исследований, способных, в свою очередь, выявить



РИС. 2. Аналитические исследования, проводимые в рамках ядерной криминалистической экспертизы, сравнительные исследования и интерпретация результатов: итерационный и дедуктивный процесс, обеспечивающий контекст для получения аналитических результатов.

дополнительные сигнатуры, позволяющие более точно идентифицировать материал. Вместе с тем процесс сравнения может быть дедуктивным и использоваться для последовательного исключения конкретных процессов, мест или иных источников происхождения в качестве возможных источников материала. Например, сравнение результатов исследования изъятого ядерного материала с известными производственными процессами позволяет определить вероятные производственные процессы, посредством которых мог быть изготовлен изъятый материал, а также процессы, которые не могли привести к изготовлению изъятого материала. Дополнительные сравнения с другими существующими производственными процессами или аналитические измерения позволяют сузить список вероятных производственных процессов, в результате осуществления которых мог появиться изъятый материал.

6.17. По мере получения и интерпретации результатов проведенных исследований может быть получена информация, которую сотрудники правоохранительных органов могут использовать для целей расследования. В некоторых случаях ядерная криминалистическая экспертиза не приводит к однозначному выводу о том, как был изготовлен материал или откуда он мог быть получен, но тем не менее позволяет исключить процессы, которые не согласуются с доказательствами, относящимися к истории производства материала. Оба действия, то есть разработка версий и исключение определенных сценариев, приводят к сужению области расследования. Наконец, в результате проведения правоохранительными органами следственных действий могут появиться дополнительные доказательства, позволяющие выявить связь между ядерным или другим радиоактивным материалом и представляющими интерес лицами, местами, временем, событиями и производственными процессами.

7. ВЫВОДЫ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

7.1. Выводы ядерной криминалистической экспертизы представляют собой конечный продукт исследований, проводимых в рамках ядерной криминалистической экспертизы, и интерпретации полученных результатов. Выводы могут использоваться в расследованиях, проводимых правоохранительными органами, регулирующими органами, и для выработки политических решений, а также при оказании помощи другим

соответствующим заинтересованным сторонам в работе, направленной на повышение надежности физической ядерной безопасности и предотвращение возникновения в будущем событий в области физической ядерной безопасности. Ключевые вопросы, рассматриваемые во всех случаях, как правило, имеют одинаковое содержание:

- К какому типу относится данный материал?
- Каково возможное происхождение материала?
- Каковы вероятные способы производства материала?

ДОСТОВЕРНОСТЬ ВЫВОДОВ

7.2. В целом достоверность аналитических результатов обусловлена тремя факторами: i) наличием валидированных методов; ii) применением сертифицированных референсных материалов; iii) наличием подтвержденных компетенций. Использование валидированных методов гарантирует, что проводимый анализ пригоден для исследования данного материала и обеспечивает измерение интересующего(их) аналита(ов). Использование сертифицированных референсных материалов позволяет проводить сравнение результатов измерений с известными и сертифицированными значениями. Валидированные методы и сертифицированные референсные материалы обеспечивают достоверность выводов, демонстрируя определенную степень надежности процедур, посредством которых они были получены. Наличие подтвержденных компетенций обеспечивает уверенность в квалификации специалистов, проводящих исследования.

7.3. Достоверность интерпретации результатов зависит от четкого формулирования неопределенностей результатов отдельных аналитических измерений, итогов итерационных сравнений аналитических результатов с имеющейся информацией, относящейся к данному классу объектов, а также итогов анализа альтернативных толкований в интерпретации результатов этих сравнений. В совокупности эти три фактора позволяют обосновывать интерпретацию результатов и связанный с ней уровень достоверности при условии проявленного понимания их основы.

7.4. В ядерной криминалистической экспертизе важно обеспечивать обоснованность анализов и интерпретации результатов, так как выводы ядерной криминалистической экспертизы могут использоваться в судебном разбирательстве или с целью выявления слабых мест в обеспечении

физической ядерной безопасности. Строгое соблюдение процедур, действующих в рамках цепочки мер по обеспечению сохранности, на протяжении всего процесса расследования и применение процедур обеспечения и контроля качества в лабораториях способствуют повышению достоверности результатов исследований. Кроме того, план аналитической работы, предусматривающий использование нескольких результатов для получения конкретных выводов (например, ассоциирование или исключение определенных классов материалов), повышает уверенность в достоверности выводов и заключений.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВЫВОДОВ

7.5. Все результаты ядерной криминалистической экспертизы следует своевременно представлять в письменном отчете. Отчеты могут представляться в виде экспертного заключения или должны быть составлены с применением определенного стандартного формата, как этого требует национальный компетентный орган или орган расследования. Необходимо идентифицировать конфиденциальную (чувствительную) информацию, включаемую в эти отчеты, и принимать соответствующие меры по ее защите.

7.6. В отчете следует четко указывать уровень достоверности результатов и их интерпретации в соответствии с требованиями, отраженными в плане проведения криминалистических исследований. В целях более оперативного проведения расследования выводы ядерной криминалистической экспертизы объединяются с выводами и информацией, полученными с применением других методов, включая другие виды криминалистической экспертизы и информацию, использованные другими ведомствами, например национальной службой безопасности. Информацию о результатах исследований, проводимых в рамках ядерной криминалистической экспертизы, и об уровнях достоверности, связанных с выводами, следует передавать в объеме, соответствующем требованиям, предъявляемым к данному расследованию.

7.7. В условиях, когда обстоятельства события, связанного с физической ядерной безопасностью, требуют оперативных действий, возникает необходимость обеспечения максимально быстрого получения достоверной первоначальной информации. Проводящие расследование лица, а также лица, принимающие решения, и другие должностные лица могут запрашивать предварительные результаты ядерной криминалистической

экспертизы значительно раньше полного завершения всех исследований и интерпретации результатов измерений. Для этого оптимальным решением будет использование метода установления уровня достоверности для предварительных отчетов. Для ответов на запросы о предоставлении информации, поступающие от проводящих расследование лиц и лиц, принимающих решения, следует составлять сводку предварительных выводов ядерной криминалистической экспертизы, содержащую основные выводы вместе с ключевыми предположениями, данные об уровнях достоверности этих выводов и любые альтернативные толкования, которые в свете доступной на текущий момент информации представляются достоверными.

7.8. В плане проведения криминалистических исследований следует указывать конкретную форму и сроки сообщения результатов в целях облегчения контроля за ожидаемым временем предоставления выводов. Информация о состоянии исследований и выводах ядерной криминалистической экспертизы периодически может предоставляться как в ходе события, связанного с физической ядерной безопасностью, так и после его окончания. Подготовка отчетов может осуществляться в установленные сроки 24 часа, 1 неделя и 2 месяца, соответствующие срокам выполнения исследований, как указано в таблице 3. После завершения экспертизы следует представлять заключительный отчет. В заключительном отчете следует указывать все данные и другую информацию, использованные при выполнении оценки, а также следует представлять описание сформулированных предположений и обоснование изложенных выводов. Любые данные или информацию, которые не согласуются с выводами, также следует приводить в отчете вместе с обоснованием исключения из рассмотрения или отклонения такой информации, или же принятия иной информации в качестве предпочтительной.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ

7.9. После завершения ядерной криминалистической экспертизы и всех связанных с этим процессуальных действий целесообразно проводить «анализ результатов выполненных действий» или «постфактумный анализ» (after action review), позволяющий оценить, какие из различных видов исследований и процедур, использовавшихся в ходе расследования, оправдали ожидания и какие из них не соответствуют ожиданиям. Цель такого анализа результатов выполненных действий состоит не в том, чтобы сосредоточиться исключительно на недостатках, а в том, чтобы выяснить,

что именно способствовало успеху действий, которые оправдали ожидания или превзошли их. Проведение анализа результатов выполненных действий обеспечивает получение полезного опыта и обратную связь применительно к процессам, которые будут использоваться при планировании и проведении будущих ядерных криминалистических экспертиз.

7.10. Экспертам в области ядерной криминалистики, исходя из общего положения о необходимости совершенствования методов проведения ядерной криминалистической экспертизы, рекомендуется, при условии соблюдения требований конфиденциальности, делиться со своими коллегами в других государствах опытом, полученным в ходе реальных событий, связанных с физической ядерной безопасностью, или в результате проведения тренировочных мероприятий.

8. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО И ПОМОЩЬ

8.1. Меры, принимаемые в рамках международного сотрудничества и помощи, могут осуществляться до, во время или после возникновения события, связанного с физической ядерной безопасностью. Международное сотрудничество и помощь в области ядерной криминалистики включают ряд направлений, охватывающих повышение информированности, исследования и разработки, международную помощь и развитие потенциала.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

8.2. Ряд международных организаций, групп и инициатив оказывают содействие в повышении информированности о важности ядерной криминалистики и по запросу предоставляют поддержку различного рода в области ядерной криминалистики. Глобальная инициатива по борьбе с актами ядерного терроризма (ГИБАЯТ, англ. GICNT), Интерпол и Международная техническая рабочая группа по ядерной криминалистике (МТРГ, англ. ITWG) предлагают различные формы обучения, издают руководящие материалы и оказывают помощь. Государства могут также осуществлять сотрудничество в области ядерной

криминалистики на двусторонней или многосторонней основе. Кроме того, в некоторых государствах действуют национальные программы, в рамках которых может оказываться поддержка международным партнерам.

Глобальная инициатива по борьбе с ядерным терроризмом

8.3. ГИБАЯТ представляет собой добровольное партнерство государств, деятельность которого направлена на укрепление глобального потенциала в области предотвращения, обнаружения общей угрозы ядерного терроризма и реагирования на нее. В настоящее время действующая в рамках ГИБАЯТ Рабочая группа по ядерной криминалистике оказывает помощь политическому руководству государств-партнеров в развитии национального потенциала в сфере ядерной криминалистики путем формирования механизмов для повышения информированности по вопросам ядерной криминалистики, укрепления межправительственных отношений, проведения совместных тренировочных мероприятий и распространения передового опыта в области ядерной криминалистики [27].

Международное агентство по атомной энергии

8.4. МАГАТЭ оказывает поддержку государствам в их усилиях по созданию и поддержанию эффективной инфраструктуры физической ядерной безопасности, включая потенциал в области ядерной криминалистики. С этой целью оно выпускает международные руководства в Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, включая издание настоящего руководства с описанием применения типового плана действий, оказывает помощь по запросам государств в применении этих руководств. К числу других мер относятся организация и проведение обучения по вопросам ядерной криминалистики, по организации работы на месте радиологического преступления и по методам проведения ядерной криминалистической экспертизы, а также осуществление проектов координированных исследований [28].

ИНТЕРПОЛ

8.5. Интерпол — это международная организация, которая оказывает поддержку национальным полицейским органам в деятельности по предупреждению преступности и борьбе с ней, включая радиологический и ядерный терроризм. Основная задача Интерпола заключается в содействии обмену информацией, в том числе информацией, используемой при проведении расследований, между членами организации во всем

мире. Кроме того, Интерпол проводит анализ разведывательных данных и организует и проводит обучение (например, по работе на месте радиологического преступления), а также может оказывать оперативную поддержку при возникновении события, связанного с физической ядерной безопасностью.

Международная техническая рабочая группа по ядерной криминалистике

8.6. МТРГ представляет собой неформальную рабочую группу, состоящую из ученых-ядерщиков, сотрудников правоохранительных органов, работников из состава служб экстренного реагирования (аварийно-спасательных формирований) и экспертов по ядерному регулированию, которые образуют орган, объединяющий специалистов-практиков в области ядерной криминалистической экспертизы [29]. Задача МТРГ состоит в содействии развитию ядерной криминалистики как отдельному виду криминалистики путем разработки эффективных технических решений и предоставления рекомендаций национальным и международным органам по вопросам оптимального реагирования на преступные и преднамеренные несанкционированные действия, связанные с ядерным или другим радиоактивным материалом. МТРГ разрабатывает технические руководства, организует совместные тренировочные мероприятия по анализу материалов, а также кабинетные тренировочные исследования и содействует распространению соответствующей информации на международном уровне. Дополнительная информация доступна на веб-сайте МТРГ⁴.

ПОМОЩЬ В ОБЛАСТИ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ ПРИ РАССЛЕДОВАНИИ СОБЫТИЯ, СВЯЗАННОГО С ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

8.7. Помощь при расследовании события, связанного с физической ядерной безопасностью, может оказываться через международные организации или на основе двусторонних/многосторонних соглашений и договоренностей. Эта помощь может включать оказание содействия в собирании вещественных доказательств, оптимизации методов анализа, проведении исследований в рамках ядерной криминалистической

⁴ См. <http://www.nf-itwg.org>.

экспертизы, повышении уровня достоверности результатов анализа, сборе данных в рамках помощи в проведении ядерной криминалистической экспертизы или в получении по запросу иных видов информации.

8.8. При подготовке и составлении запроса о помощи запрашивающей стороне следует рассматривать указанные ниже вопросы (порядок следования вопросов не отражает их приоритетность).

- a) Связан ли данный запрос с конкретным событием, в случае которого ядерный или другой радиоактивный материал был обнаружен находящимся вне регулирующего контроля, или с осуществлением плана подготовки к таким событиям [30, 31]?
- b) Следует ли относить данный запрос к категории конфиденциальных запросов и, следовательно, требующих защиты конфиденциальной информации?
- c) Разрешает ли запрашивающее государство передачу стороной, оказывающей помощь, полученных результатов третьим сторонам или иным лицам, не принимающим непосредственного участия в оказании помощи, и если такое разрешение имеется, то при каких обстоятельствах и каким образом должна осуществляться эта передача информации?
- d) Требуется ли, чтобы сторона, оказывающая помощь, производила сбор, упаковку и транспортировку ядерного или другого радиоактивного материала с территории запрашивающей стороны на объект, расположенный на территории стороны, оказывающей помощь, в соответствии с требованиями обеспечения безопасности, транспортными требованиями и декларациями, используемыми при импорте и экспорте ядерных и других радиоактивных материалов?
- e) Должна ли сторона, оказывающая помощь, соблюдать требования, действующие в рамках цепочки мер по обеспечению сохранности, и другие соответствующие требования по обращению с вещественными доказательствами, продиктованные правовой системой запрашивающей стороны?
- f) Требуется ли для выполнения запроса его одобрение на министерском уровне в запрашивающей и/или оказывающей помощи сторонах, и если требуется, то как это одобрение должно быть получено?
- g) Может ли сторона, оказывающая помощь, рассчитывать на возмещение расходов, понесенных в связи с выполнением запроса, или же такие расходы будут возложены на нее?

- h) Может ли возникнуть необходимость в даче показаний экспертами стороны, оказывающей помощь, и если да, то в какой форме может требоваться дача таких показаний (например, лично, в письменной форме или по дистанционному каналу связи)?
- i) Будет ли предусматриваться возвращение ядерного или другого радиоактивного материала запрашивающей стороне? В связи с этим как запрашивающей, так и оказывающей стороне следует соблюдать обязательства, вытекающие из международно-правовых документов в отношении ядерных и других радиоактивных материалов, таких как обязательства, предусмотренные Конвенцией о физической защите ядерного материала [4], Международной конвенцией о борьбе с актами ядерного терроризма [12] и в соглашениях о гарантиях и соответствующих правилах экспортного контроля.

8.9. Для облегчения подачи запроса об оказании помощи составляется техническое задание или аналогичный документ, который запрашивающая сторона согласовывает со стороной или сторонами, оказывающими помощь. В соответствующих случаях в нем отражаются вопросы, перечисленные выше, а также указываются предполагаемые сроки и формы отчетности, требования к разработке плана аналитической работы (если это обусловлено характером запроса), порядок представления результатов и планируемые к проведению исследования. В случаях, когда запрос не требует проведения лабораторных исследований, целесообразным может быть менее формальный подход, как, например, при подаче запросов об обмене передовым практическим опытом в области ядерной криминалистики, о предоставлении экспертных рекомендаций по проведению тренировочных мероприятий, связанных с ядерной криминалистикой, или об оказании помощи в разработке планов по развитию национального потенциала в области ядерной криминалистики.

8.10. Мероприятия такого рода связаны с решением многочисленных и сложных вопросов, и поэтому рекомендуется, чтобы каждое государство в рамках своего национального плана реагирования определяло и предусматривало процедуры предоставления или запроса международной помощи, применение которых может потребоваться в случае реального события, связанного с физической ядерной безопасностью.

9. РАЗВИТИЕ ПОТЕНЦИАЛА В ОБЛАСТИ ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИКИ

9.1. Ответственность за развитие и поддержание потенциала в области ядерной криминалистики возлагается на государство. Такие элементы, как инфраструктура, нормативно-правовая база, оперативная работа, человеческие ресурсы, а также наличие специализированного оборудования и специальных знаний, играют решающую роль в развитии эффективного потенциала в сфере ядерной криминалистики.

9.2. В целях обеспечения надлежащего реагирования на события, связанные с физической ядерной безопасностью, необходимо разрабатывать и применять меры, направленные на развитие, проверку и поддержание потенциала и возможностей в области ядерной криминалистики. Эти меры включают повышение информированности о ядерной криминалистике соответствующих заинтересованных сторон на всех уровнях, надлежащую подготовку имеющегося и планируемого для использования в будущем персонала, отработку мер реагирования, разработку программ исследований и разработок, эффективный менеджмент знаний с учетом будущих потребностей и обеспечение эффективного образования в области ядерных наук в целях развития и поддержания необходимого потенциала (конкретные примеры приведены в Приложении III).

ИНФОРМИРОВАННОСТЬ

9.3. Ключевым элементом в развитии потенциала государств в области ядерной криминалистики является понимание роли ядерной криминалистики в инфраструктуре физической ядерной безопасности страны. Повышение уровня информированности о ядерной криминалистике всех заинтересованных сторон в государстве позволяет обеспечить:

- углубление понимания роли ядерной криминалистики лицами, ответственными за координацию и развитие потенциала в области ядерной криминалистики;
- более точное определение функций и обязанностей;
- расширение знаний в области ядерной криминалистики, применяемых при проведении расследований правоохрнительными органами и оценки слабых мест в физической ядерной безопасности;

— использование единой терминологии экспертами различных учреждений в разных видах криминалистической экспертизы.

ПОДГОТОВКА ПЕРСОНАЛА

9.4. Государство несет ответственность за обеспечение функционирования своей национальной инфраструктуры физической ядерной безопасности силами персонала, имеющего соответствующую подготовку. Следует обеспечивать, чтобы техническая подготовка и развитие человеческих ресурсов учитывали сложную специфику ядерной криминалистики в плане принятия превентивных мер и формирования потенциала реагирования. Профессиональная подготовка является важным компонентом стабильной программы развития потенциала в области ядерной криминалистики, так как она обеспечивает получение необходимой информации о требованиях, предъявляемых к расследованию события, связанного с физической ядерной безопасностью, о рекомендуемых методах исследований и интерпретации результатов, а также о роли ядерной криминалистики в инфраструктуре физической ядерной безопасности государства. Для целей подготовки персонала могут также использоваться международные партнерства в области ядерной криминалистики.

9.5. Программу профессиональной подготовки персонала следует составлять в соответствии с целями и задачами требующегося обучения. В частности, для обеспечения эффективной коммуникации по вопросам результатов исследований, имеющих научный характер, с сотрудниками правоохранительных органов и лицами, определяющими политику, или лицами, принимающими решения, в ходе события, связанного с физической ядерной безопасностью, важно, чтобы специалисты по ядерной криминалистике получали подготовку, позволяющую им эффективно доводить такую информацию до сведения указанного круга лиц. МАГАТЭ, в свою очередь, подготовило материалы по вводному курсу обучения, а также учебные материалы по применению конкретных технических и аналитических методов в лабораториях ядерной криминалистики.

ТРЕНИРОВОЧНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

9.6. Формирование эффективного потенциала в области ядерной криминалистики зависит от сотрудничества, которое осуществляется между научно-техническими организациями, правоохранительными органами

и другими государственными учреждениями как на национальном, так и на международном уровне. Для непрерывного развития потенциала в области ядерной криминалистики необходимо наличие обеспечивающих сотрудничество и взаимодействие процессов и механизмов. Ключевым условием для укрепления этого потенциала является организация планирования, проведения и подведения итогов тренировок по отработке методов ядерной криминалистики.

9.7. Тренировки по отработке применения методов ядерной криминалистики позволяют государствам тестировать и повышать надежность мер реагирования, принимаемых в случае возникновения событий, связанных с физической ядерной безопасностью, обеспечивая возможность лицам, принимающим решения, и персоналу отрабатывать до возникновения события выполнение возложенных на них функций в реалистичной ситуации с управляемым риском. Тренировки по отработке применения методов ядерной криминалистики часто проводятся с использованием конкретных сценариев или преследуют аналитические цели. Благодаря таким тренировочным мероприятиям заинтересованные стороны могут оценивать свои возможности и определять эффективность действий в реалистичных условиях, анализировать распределение и исполнение функций и обязанностей, а также оценивать использование способов и механизмов обмена информацией. Тренировочные мероприятия позволяют уточнять планы по реагированию и возврату материала, а также меры по координации действий заинтересованных сторон. Результаты и выводы тренировочных мероприятий следует использовать для определения корректирующих действий, оптимизации методов и выработки новых решений по улучшению общего плана реагирования. Кроме того, благодаря обмену выводами с доверенными партнерами государства получают возможность укреплять свой коллективный потенциал противодействия возникающим угрозам.

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ

9.8. Образование и повышение квалификации являются ключевыми элементами в формировании эффективного и стабильного потенциала в области ядерной криминалистики. Государствам следует иметь технических специалистов, обладающих опытом в области ядерных и геохимических дисциплин, имеющих непосредственное отношение к ядерной криминалистике. В целях обеспечения достаточного кадрового потенциала в области ядерной криминалистики необходимо готовить

будущее поколение ученых, для чего следует организовывать процесс академической подготовки от бакалавриата до докторантуры по таким дисциплинам, как радиохимия, ядерная техника и физика, геохимия изотопов, материаловедение и аналитическая химия. Практические меры могут включать:

- a) развитие сотрудничества и обмена между академическими, научными кругами и политическими структурами в государстве, включая студентов, преподавателей университетов, технических экспертов, работающих в национальных лабораториях, и государственных должностных лиц;
- b) обеспечение ресурсами, такими как стипендии, гранты и стажировки, лиц, получающих образование по перечисленным выше дисциплинам на уровне от бакалавриата до постдокторантуры, включая практические исследования в лабораториях;
- c) оказание помощи университетам в разработке образовательных программ, ориентированных на ядерную криминалистику, включая содействие применению междисциплинарного подхода (например, путем совместного преподавания факультетами химии и физики единой учебной программы по ядерной криминалистике);
- d) содействие сохранению и передаче уникальных технических знаний, которыми обладают работающие эксперты, путем применения системы наставничества при обучении молодых специалистов в области ядерной криминалистики.

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

9.9. Ядерная криминалистика является развивающимся видом криминалистической экспертизы. Исследования и разработки необходимы для укрепления уверенности в результатах ядерной криминалистической экспертизы и оценки надежности сигнатур, используемых в ядерной криминалистической экспертизе в качестве базиса для установления происхождения и истории материала. В частности, исследования должны быть сосредоточены на таких вопросах, как совершенствование процедур и аналитических методов категоризации и характеристики ядерного и другого радиоактивного материала, идентификация сигнатур в ядерной криминалистике для включения в национальную библиотеку ядерной криминалистики, понимание процессов формирования, сохраняемости и изменения сигнатур на протяжении всего ядерного топливного цикла, а также способов точного измерения сигнатур [28].

9.10. Участие в исследованиях и разработках, направленных на развитие научных методов анализа ядерных и других радиоактивных материалов, способствует укреплению национального потенциала в области ядерной криминалистики. Кроме того, организация экспертных оценок (peer review) в соответствии с принципами проведения научных исследований способствует принятию методов исследований такого типа и интерпретации их результатов, а также повышению уровня доверия к ним. Признание этих инструментов исследований научным сообществом обеспечивает их использование на практике при проведении ядерной криминалистической экспертизы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] EUROPEAN COMMISSION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, IAEA, Vienna (2014).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Establishing the Nuclear Security Infrastructure for a Nuclear Power Programme, IAEA Nuclear Security Series No. 19, IAEA, Vienna (2013).
- [3] KRISTO, M.J., SMITH, D.K., NIEMEYER, S., DUDDER, G.B., Model Action Plan for Nuclear Forensics and Nuclear Attribution, Rep. UCRL-TR-202675, Lawrence Livermore Natl Lab., Livermore, CA (2004).
- [4] The Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/274/Rev. 1, IAEA, Vienna (1980).
- [5] EUROPEAN POLICE OFFICE, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, INTERNATIONAL CRIMINAL POLICE ORGANIZATION–INTERPOL, UNITED NATIONS INTERREGIONAL CRIME AND JUSTICE RESEARCH INSTITUTE, UNITED NATIONS OFFICE ON DRUGS AND CRIME, WORLD CUSTOMS ORGANIZATION, Nuclear Security Recommendations on Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control, IAEA Nuclear Security Series No. 15, IAEA, Vienna (2011).
- [6] EUROPEAN POLICE OFFICE, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL POLICE ORGANIZATION, WORLD CUSTOMS ORGANIZATION, Combating Illicit Trafficking in Nuclear and other Radioactive Material, IAEA Nuclear Security Series No. 6, IAEA, Vienna (2007).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities (INFCIRC/225/Revision 5), IAEA Nuclear Security Series No. 13, IAEA, Vienna (2011).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Identification of Radioactive Sources and Devices, IAEA Nuclear Security Series No. 5, IAEA, Vienna (2007).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL CRIMINAL POLICE ORGANIZATION–INTERPOL, UNITED NATIONS INTERREGIONAL CRIME AND JUSTICE RESEARCH INSTITUTE, Radiological Crime Scene Management, IAEA Nuclear Security Series No. 22-G, IAEA, Vienna (2014).
- [10] Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, INFCIRC/140, IAEA, Vienna (1970).
- [11] Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, GOV/INF/2005/10-GC(49)INF/6, IAEA, Vienna (2005).

- [12] International Convention for the Suppression of Acts of Nuclear Terrorism, A/59/766, United Nations, New York (2005).
- [13] International Convention for the Suppression of Terrorist Bombings, A/52/653, United Nations, New York (1997).
- [14] International Convention for the Suppression of the Financing of Terrorism, A/RES/54/109, United Nations, New York (1999).
- [15] Protocol of 2005 to the Convention for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Maritime Navigation, International Maritime Organization, London (2005).
- [16] Protocol of 2005 to the Protocol for the Suppression of Unlawful Acts Against the Safety of Fixed Platforms Located on the Continental Shelf, International Maritime Organization, London (2005).
- [17] Convention on the Suppression of Unlawful Acts Relating to International Civil Aviation, International Civil Aviation Organization, Beijing (2010).
- [18] Protocol Supplementary to the Convention for the Suppression of Unlawful Seizure of Aircraft, International Civil Aviation Organization, Beijing (2010).
- [19] United Nations Security Council resolution S/RES/1373 (2001), UN, New York (2001).
- [20] United Nations Security Council resolution S/RES1540 (2004), UN, New York (2004).
- [21] PARKINSON, A., COLELLA, M., EVANS, T., The development and evaluation of radiological decontamination procedures for documents, document inks, and latent fingermarks on porous surfaces, *J. Forensic Sci.* **55** (2010) 728–734.
- [22] COLELLA, M., PARKINSON, A., EVANS, T., LENNARD, C., ROUX C., The recovery of latent fingermarks from evidence exposed to ionizing radiation, *J. Forensic Sci.* **54** (2009) 583–590.
- [23] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Quality Management Systems: Requirements, ISO 9001:2008, ISO, Geneva (2008).
- [24] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Environmental Management Systems: Requirements with Guidance for Use, ISO 14001:2004, ISO, Geneva (2004).
- [25] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories, ISO/IEC 17025:2005, ISO, Geneva (2005).
- [26] BRITISH STANDARDS INSTITUTION, Occupational Health and Safety Management Systems: Requirements, OHSAS 18001:2007, BSI, London (2007).
- [27] HILL, D., “Emerging themes from the Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism Nuclear Forensics Working Group”, *Nuclear Security: Enhancing Global Efforts (Proc. Int. Conf. Vienna, 2013)*, IAEA, Vienna (2014).
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of Nuclear Forensics in Combating Illicit Trafficking of Nuclear and Other Radioactive Material, IAEA-TECDOC-1730, IAEA, Vienna (2014).
- [29] GARRETT, B., MAYER K., THOMPSON, P., BÍRÓ, T., LASOU, G., “The Nuclear Forensics International Technical Working Group (ITWG): An Overview”, *Nuclear Security: Enhancing Global Efforts (Proc. Int. Conf. Vienna, 2013)*, IAEA, Vienna (2014).

- [30] PREPARATORY COMMISSION FOR THE COMPREHENSIVE NUCLEAR-TEST-BAN TREATY ORGANIZATION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, INTERPOL, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7, IAEA, Vienna (2015).
- [31] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 5, IAEA, Vienna (2009).

Приложение I

ОБЗОР ВИДОВ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

I–1. В данном приложении приведено описание некоторых основных видов криминалистической экспертизы с уделением особого внимания направлениям, которые рассматриваются как позволяющие получить информацию, полезную при проведении расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью.

I–2. Большая часть из этих видов криминалистической экспертизы давно используется в криминалистике, и поэтому их принято называть «видами традиционной криминалистики». В последние несколько десятилетий широкое признание получила ценность данных расследования, представленных в цифровой форме (т.е. «электронных или цифровых доказательств»), и рост числа и видов устройств, фиксирующих цифровые доказательства, еще более повысил их значимость для целей расследования. Развитие средств и методов анализа цифровых доказательств и интерпретации результатов продолжается наряду с ростом их значимости для криминалистической экспертизы, и эти средства и методы рассматриваются в разделе ниже, посвященном новому виду криминалистической экспертизы.

ВИДЫ ТРАДИЦИОННОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Исследование вещественных доказательств биологического происхождения

I–3. К объектам биологического происхождения, которые могут быть собраны в качестве вещественного доказательства на месте происшествия или взяты у человека, на местности, или изъяты с предмета, представляющего интерес для расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью, относятся следы крови, сперма и слюна. Вещественные доказательства биологического происхождения, относящиеся к человеку и содержащие ядерную ДНК (яДНК), могут представлять особую ценность, так как результаты исследования могут

быть ассоциированы с конкретным человеком со степенью достоверности, приемлемой для целей уголовного судопроизводства (т.е. результаты исследования поддаются индивидуализации).

I–4. Митохондриальная ДНК (мтДНК) наследуется по материнской линии и является общей для всех лиц, состоящих в родстве по материнской линии (например, братьев и сестер, матери и бабушки по материнской линии). Следовательно, результаты анализа мтДНК представляются менее полезными с точки зрения индивидуализации, однако они помогают сузить область расследования. Кроме того, мтДНК может быть выделена из биологических объектов, в которых концентрация яДНК недостаточна для проведения полноценного анализа. К таким объектам относятся естественно выпавшие волосы, фрагменты волос, кости и зубы — все эти объекты могут быть обнаружены на месте происшествия, связанного с физической ядерной безопасностью.

I–5. Вторая категория объектов биологического происхождения включает материалы животного, растительного или грибкового происхождения, такие как перья, растительная масса (например, листья, пыльца, семена и стебли) и споры. Исследование таких материалов может дать ключ к идентификации, например, географических районов, которые могут быть ассоциированы с упаковкой, хранением или транспортировкой ядерного и другого радиоактивного материала.

Исследование узоров и отпечатков

I–6. Исследование папиллярных узоров или кожных рисунков, обнаруженных на отпечатках пальцев (т.е. на следах пальцев), ладоней и ступней, известно как анализ линий гребешковой кожи. Этот метод используется уже более ста лет для идентификации людей. Исследование линий гребешковой кожи и анализ яДНК являются основными методами криминалистической экспертизы, результаты которой могут использоваться для целей индивидуализации. Анализ линий гребешковой кожи позволяет получить результаты, аналогичные результатам анализа яДНК, и его применение следует учитывать при разработке плана проведения криминалистических исследований, в особенности в случаях, когда отпечатки пальцев, ладоней или ступней могут быть получены на месте происшествия или сняты с поверхности ядерного или другого радиоактивного материала, или с контейнера, использовавшегося для хранения или транспортировки материала. Существуют различные базы данных отпечатков пальцев и ладоней, позволяющие ассоциировать рисунок

отпечатка с конкретным человеком, и доступ к ним правоохранительные органы получают, например, по запросам, направляемым в Интерпол. Применительно к криминалистике база данных представляет собой фонд информации или данных с возможностью поиска, обычно, но не всегда хранящихся в электронном или цифровом формате. Интегрированная автоматизированная система идентификации отпечатков пальцев, созданная в Соединенных Штатах Америки, является одним из примеров таких баз данных¹.

I–7. Помимо отпечатков пальцев, ладоней и ступней на месте преступления или в других местах, связанных с расследованием, могут быть обнаружены и другие следы. Эти следы часто называют следами-отпечатками или отображениями, и возникают они, когда такой объект, как обувь или транспортная шина, оставляет отпечаток на поверхности. К другим исследуемым следам относятся следы на пулях и гильзах, следы ушей и губ, следы крови, следы укусов и следы перчаток. Однако в отличие от анализа линий гребешковой кожи, исследование указанных других следов, по-видимому, не позволяет обеспечивать индивидуализацию. Вместе с тем полученные результаты позволяют ассоциировать данный след или узор с некоторым классом людей или объектов, например, с маркой и размером обуви или транспортной шины. Такие результаты могут оказаться важными в плане сужения области расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью.

Исследование следов от инструментов и огнестрельного оружия

I–8. При исследовании следов от инструментов и огнестрельного оружия изучаются следы, образующиеся при контакте твердого объекта, такого как инструмент или боек огнестрельного оружия, с относительно мягким объектом. Сравнение следов от инструментов и огнестрельного оружия можно рассматривать как специальный вид исследования следов-отпечатков. Анализ следов, оставленных инструментом или бойком, может использоваться для сужения области расследования путем идентификации фирмы-изготовителя или процессов, применяемых при производстве инструментов или огнестрельного оружия, а также посредством исключения иных вариантов. Следы могут быть обнаружены на самом ядерном или радиоактивном материале, на контейнере, используемом для

¹ См. https://www.fbi.gov/about-us/cjis/fingerprints_biometrics/iafis/iafis.

хранения или транспортировки материала, или на других объектах, изъятых с места преступления или других мест, представляющих интерес для расследования.

Исследование волос

I–9. Люди и животные регулярно теряют волосы. Эти волосы могут оставаться на месте преступления или могут оказываться на другом человеке на месте происшествия, или переноситься в другое место, представляющее интерес для целей расследования. Поэтому при проведении расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью, следует учитывать возможность обнаружения волос на ядерном или другом радиоактивном материале, находящемся вне регулирующего контроля, или вблизи этого материала. Анализ волос с помощью микроскопа полезен с точки зрения определения характеристик принадлежности к классу объектов, но не индивидуальных характеристик. Иными словами, результаты позволяют ассоциировать волосы с определенным типом людей (на основе, например, цвета волос или использования краски), а не с конкретным человеком. Такие результаты могут оказаться полезными при исключении определенных лиц из круга людей, которые могли быть носителями волос, и тем самым помочь сузить область расследования.

Исследование волокон

I–10. Анализ объектов волокнистой природы с помощью микроскопического исследования имеет длительную историю применения в криминалистической экспертизе. В составе волокон могут быть как синтетические материалы, такие как акрил, нейлон и полиэфирные соединения, так и волокна растительного происхождения, которые, например, используются в канатах, шнурах и шпагатах. Такие экспертизы аналогичны исследованиям, проводимым на волосах, и имеют те же ограничения, а именно: можно определить характеристики принадлежности к классу объектов, однако индивидуализация не представляется возможной. В последнее время для экспертизы объектов волокнистой природы стали применяться современные методы инструментального анализа, такие как инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье. Инструментальные методы позволяют получить дополнительную информацию, имеющую потенциальную ценность для расследования. В целом, результаты исследования волокон могут подтвердить, что перенос волокон произошел

при контакте одного объекта с другим объектом, тем самым подтверждая связь людей, определенных мест или предметов с ядерным и другим радиоактивным материалом, находящимся вне регулирующего контроля.

Экспертиза сомнительных документов

I–11. Экспертиза сомнительных документов предполагает проведение сравнения и анализа документов и связанных с ними печатных и пишущих инструментов и средств. Целями таких экспертиз являются:

- установление или исключение лиц в качества автора почерка;
- определение использования механических или электронных устройств для получения изображения, таких как принтеры, копировальные и факсимильные аппараты;
- установление или исключение конкретных устройств в качестве средств печати или машинописи;
- выявление изменений, добавлений или изъятий;
- расшифровка и восстановление поврежденных, удаленных или неясно читаемых частей документа;
- оценка давности документа;
- распознавание и сохранение других вещественных доказательств, которые могут быть обнаружены на документе, например отпечатков пальцев, волос, волокон и других материалов биологического происхождения.

I–12. Соответственно, при разработке плана проведения криминалистических исследований следует предусматривать выполнение таких экспертиз во всех случаях обнаружения документов, связанных с ядерным и другим радиоактивным материалом, находящимся вне регулирующего контроля.

Исследование красок, покрытий и других поверхностных материалов

I–13. Исследование красок, покрытий и других полимерных материалов может представлять определенную ценность при проведении расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью, в особенности в случаях обнаружения контейнеров, имеющих отношение к ядерному или другому радиоактивному материалу. Такие контейнеры могут иметь надписи или другие маркировки снаружи или внутри. Кроме того, контейнеры могут иметь полимерные материалы, используемые, например,

для амортизации или уплотнения. Анализ компонентов красок, покрытий и других полимерных материалов может дать результаты, позволяющие определить географические регионы, в которых они были произведены.

Исследование взрывчатых веществ

I–14. Исследования взрывчатых веществ охватывают широкий спектр материалов. В случае несработавшего снаряженного взрывного устройства доказательную ценность имеют как само взрывчатое вещество, так и другие компоненты устройства. Если же взрывное устройство сдетонировало, то интерес представляют следующие вещественные доказательства: несгоревшие или неизрасходованные порошки, жидкости или суспензии; фрагменты устройства, в том числе несдетонировавшие или несгоревшие взрывчатые вещества; объекты, находящиеся в непосредственной близости от места взрыва, которые могут содержать остатки взрывчатого вещества или фрагменты устройства. Интерпретация аналитических результатов экспертизы позволяет сделать предположение о группе лиц или конкретном человеке на основе данных о конструкции, об используемых материалах и сведений о покупке этих материалов. Соответственно, все планы проведения криминалистических исследований составляются с учетом наличия взрывчатых веществ на месте преступления.

Судебная медицина

I–15. Судебные медики, специализирующиеся по двум основным направлениям, т.е. в клинической судебной медицине и судебной патологии, могут оказывать экспертную помощь в случаях, связанных с проведением ядерной криминалистической экспертизы.

I–16. Клиническая судебная медицина предполагает проведение медицинской экспертизы живых людей при получении ими травм, ожогов, повреждений от взрывчатых веществ и осложнений, обусловленных воздействием и последствиями события, связанного с физической ядерной безопасностью. В ходе клинической судебно-медицинской экспертизы изучается вид и характер травм (или ожогов), выясняется, вызваны ли они воздействием ядерного или другого радиоактивного материала, определяется время получения травм, продолжительность лечения, характер возникших осложнений, включая нарушения здоровья с расстройством функций организма (т.е. наступление временной или постоянной инвалидности).

I–17. В судебной патологии при проведении патологоанатомической экспертизы медицинские знания применяются для исследования человеческих останков. Основным методом, используемым для этой цели, является вскрытие. Типичные цели судебной патологии включают определение причины и вида смерти, идентификацию характера и тяжести травм, установление личности по останкам.

I–18. В судебной медицине могут использоваться многие лабораторные методы, в том числе методы, связанные с анализом яДНК и мтДНК (см. раздел I–4), методы обследования человека (например, рентгенография, магнитно-резонансная томография и компьютерная томография) и современные инструментальные методы анализа (например, газовая хроматография/масс-спектрометрия, жидкостная хроматография и масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой).

I–19. Когда событие, связанное с физической ядерной безопасностью, приводит к гибели человека, судебная патологоанатомическая экспертиза позволяет определить, погиб ли человек в результате воздействия радиации или по какой-либо иной причине. В случае же события, связанного с физической ядерной безопасностью, во время которого происходит рассеивание ядерного или другого радиоактивного материала, результаты патологоанатомического исследования, проведенного судебно-медицинскими экспертами, могут оказаться полезными для оценки расстояния от пострадавшего до эпицентра рассеивания.

НОВЫЙ ВИД КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Исследование цифровых доказательств

I–20. Значение исследований цифровых доказательств, чаще всего данных в двоичном формате, возрастает по мере расширения арсенала новых типов устройств, фиксирующих такие данные, а также увеличения числа таких устройств, находящихся в пользовании физических лиц, организаций, предприятий и государственных учреждений. Для поиска и выемки данных, содержащихся на носителях, в операционной системе или приложениях, используются соответствующие криминалистические методы. К потенциальным источникам цифровых доказательств относятся, в частности:

- настольные, портативные и планшетные компьютеры, а также жесткие диски, карты памяти и USB флэш-накопители;
- мобильные телефоны;
- камеры систем безопасности и наблюдения, например, установленные на банкоматах, а также во многих учреждениях, на предприятиях и в жилых домах или комплексах;
- дорожные камеры, используемые для фиксации нарушений правил дорожного движения или для наблюдения за транспортным потоком;
- портативные медиаплееры;
- цифровые камеры.

В качестве источника цифровых доказательств могут также использоваться цифровые системы контроля и управления на объекте. В контексте расследования события, связанного с физической ядерной безопасностью, такие устройства или полученные с их помощью вещественные доказательства могут быть собраны непосредственно на месте происшествия или вблизи места изъятия ядерного или другого радиоактивного материала, на маршрутах, по которым могло осуществляться перемещение материала, а также получены в результате проверки лиц, подозреваемых в причастности к событиям, повлекшим за собой изъятие материала. Высокая плотность размещения цифровых записывающих устройств позволяет составлять схему перемещения ядерного и другого радиоактивного материала в хронологическом порядке и с географической привязкой.

Приложение II

МЕТОДЫ ХАРАКТЕРИЗАЦИИ

МЕТОДЫ АНАЛИЗА, НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЯДЕРНОЙ КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

II-1. Данное приложение основано на главе 21 документа [II-1] и содержит описание некоторых наиболее часто применяемых в ядерной криминалистической экспертизе методов исследований, указанных в таблице 3 раздела 5. Приведенный перечень методов носит репрезентативный характер и не является исчерпывающим. Дополнительная информация приведена в [II-2], где представлены результаты осуществления проекта координированных исследований по применению ядерной криминалистики в борьбе с незаконным оборотом ядерных и других радиоактивных материалов.

Физическая характеристика, включая визуальный осмотр и фотографирование

II-2. Визуальный осмотр образца позволяет получить информацию, которая помогает его идентифицировать, особенно при наличии серийных номеров или других идентифицирующих меток. В других случаях размер и форма некоторых объектов могут быть достаточными для выполнения их идентификации. Для расчета плотности можно использовать результаты измерений размеров и веса образца. В случае некоторых химических соединений важным индикатором может быть цвет материала. Использование калиброванных шкал для определения длины и цвета облегчает документирование этих физических измерений.

Оптическая микроскопия

II-3. Оптическая микроскопия — это применяемый в первую очередь метод исследования образца с использованием средств увеличения. В оптическом микроскопе используется увеличительная световая оптика с подсветкой в отраженном или проходящем через образец свете, позволяющая проводящему исследованию эксперту видеть увеличенные изображения образца. Визуальное исследование объектов в

проходящем через образец поляризованном свете обеспечивает получение дополнительной информации о составе и однородности образца. Световые микроскопы позволяют получать изображения с увеличением до 1000 раз.

Сканирующая электронная микроскопия и рентгеновская спектрометрия

II-4. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) обеспечивает увеличение изображения до 10 000 раз с обычной лампой накаливания или до 500 000 раз с автоэмиссионным источником. В СЭМ остро сфокусированный пучок электронов сканирует исследуемый образец. В результате взаимодействия высокоэнергетического электронного пучка с образцом образуются рассеянные электроны, вторичные электроны и рентгеновское излучение. Измерение сигнала, изменяющегося в зависимости от положения сканирующего электронного пучка, позволяет получить изображение или отображение структуры образца. Сигналы каждого типа несут различную информацию об образце. Например, вторичные электроны передают с высоким разрешением информацию о морфологии образца. Распределение относительной интенсивности обратнорассеянных электронов отражает пространственное распределение и состав элементов, присутствующих в образце, в зависимости от их среднего атомного номера.

II-5. Рентгеновское излучение, генерируемое в процессе СЭМ или электронного микрозондового анализа, представляет собой способ измерения элементного состава образцов. Количественный анализ рентгеновского излучения может быть проведен одним из двух методов. В первом методе энергодисперсионный рентгеновский спектрометр (ЭДРС) с помощью твердотельного детектора выполняет одновременное измерение энергии и мощности падающего рентгеновского излучения. Во втором методе в рентгенофлуоресцентном спектрометре с дисперсией по длине волны (РСДВ) в конфигурации с электронным микрозондом используется кристалл-анализатор для последующей дифракции и направления части рентгеновского излучения в газопропорциональный счетчик. Рентгеновский анализ имеет ограничение по пространственному разрешению около 1 мкм. Предел обнаружения в рентгеновском анализе составляет примерно 0,1% и зависит от конкретного элемента. СЭМ в сочетании с ЭДРС или РСДВ можно использовать для определения состава и пространственного распределения элементов в образце.

Рентгенофлуоресцентный анализ

II–6. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) является неразрушающим и используется для количественного определения элементного состава образцов, представляющих широкий спектр материалов. Падающее рентгеновское излучение возбуждает в твердом образце характеристическое вторичное рентгеновское излучение, которое измеряется твердотельным или пропорциональным счетчиком. Пределы обнаружения РФА находятся на уровне 10 частей на миллион (ppm). Несмотря на то, что рентгеновское излучение имеет низкую энергию, возможен анализ легких элементов (например, бора, углерода и кислорода) с использованием поправок на поглощение и кристалла-анализатора.

Рентгенодифракционный анализ

II–7. Рентгенодифракционный анализ (РДА) — это метод определения химической структуры кристаллического материала. Пучок рентгеновского излучения, падающий на упорядоченные кристаллические решетки, подвергается конструктивной и деструктивной интерференции, которая зависит от шага решетки, длины волны рентгеновского излучения и угла падения рентгеновского луча. При вращении образца относительно фиксированного рентгеновского источника возникают изменения в интерференции, приводящие к характерным дифракционным картинам. Эти дифракционные картины можно сравнить с эталонными спектрами для идентификации конкретной кристаллической фазы. РДА не позволяет получать дифракционные картины в случае аморфного (некристаллического) материала.

Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье

II–8. Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (ИСПФ) применяется для идентификации химических соединений. Образец подвергается воздействию лучей с широким диапазоном инфракрасных частот, и измеряется интенсивность отраженного или пропущенного инфракрасного излучения в зависимости от частоты. На основе этого строится спектр поглощения инфракрасного излучения. Определенные химические связи характеризуются поглощением на определенных частотах. Таким образом, инфракрасный спектр позволяет идентифицировать различные связи и функциональные группы в молекуле. Существуют также

смешанные инфракрасные спектры, которые позволяют идентифицировать неизвестные соединения или как минимум относить их к определенным молекулярным классам.

Методы счета радиоактивности

II–9. Каждый радиоактивный изотоп испускает излучение известных видов и энергий с известной интенсивностью, определяемой его активностью. Измеряя излучение, испускаемое исследуемым образцом, можно рассчитать количество каждого присутствующего изотопа. Измерению могут подлежать четыре вида излучения: альфа-, бета-, гамма- и нейтронное излучение. Для каждого вида излучения характерны определенные свойства и методы обнаружения. Двумя наиболее важными для ядерной криминалистической экспертизы методами являются гамма- и альфа-спектрометрия, и они более детально описаны в пунктах с II–10 по II–13.

II–10. Гамма-спектрометрия, благодаря простоте проведения измерений и тому факту, что это неразрушающий метод, не требующий пробоподготовки, применяется в первую очередь, когда необходимо провести первоначальную категоризацию изъятого ядерного или другого радиоактивного материала в рамках ядерной криминалистической экспертизы. Гамма-излучение (т.е. фотоны с энергиями в диапазоне от 10 кэВ до более чем 500 кэВ) поддается измерению несмотря на ослабление этого излучения упаковочным или экранирующим материалом, в частности свинцом. Первоначальные измерения на месте происшествия с целью определения категории материала проводятся с применением портативных гамма-спектрометров, например, портативных идентификаторов на основе кристаллов иодида натрия или портативных детекторов с применением высокочистого германия. В лабораториях используются более сложные системы гамма-спектрометрии с более высокой чувствительностью и более высоким разрешением. Это позволяет измерять более слабое гамма-излучение с обеспечением высокого разрешения. В спектре можно различать близкие друг к другу энергетические пики. Для изучения низкоэнергетических спектров, характерных для плутония и урана, используется общедоступное программное обеспечение, которое также позволяет определять изотопный состав материала. Следует, однако, отметить, что некоторые радионуклиды, такие как ^{242}Pu или ^{236}U , не поддаются обнаружению с помощью гамма-спектрометрии, и в таких случаях применяется масс-спектрометрия.

II–11. Гамма-спектрометрия также играет ключевую роль в нейтронно-активационном анализе, в котором она используется для измерения нуклидов, образующихся при активации образцов в реакторе или в нейтронном генераторе.

II–12. Альфа-спектрометрия позволяет обнаруживать альфа-частицы, представляющие собой ионы He^{2+} с энергиями в диапазоне 3–8 МэВ. Альфа-спектрометрия — это разрушающий метод. Из-за сильного взаимодействия с веществом альфа-частицы легко задерживаются, и поэтому при использовании метода альфа-спектрометрии требуется радиохимическая подготовка счетных образцов.

II–13. Для измерения активности ^{238}Pu и $^{239+240}\text{Pu}$ используется радиохимический метод с последующей альфа-спектрометрией. Ввиду того, что альфа-частицы, испускаемые ^{241}Am и ^{238}Pu , имеют близкие по значению энергии и, следовательно, происходит спектральное перекрытие, радиохимическое разделение плутония и америция является особенно важным процессом. Точно так же энергии альфа-частиц ^{239}Pu и ^{240}Pu очень близки по своим значениям и не поддаются разрешению в спектре. Поэтому они измеряются как сумма (т.е. $^{239+240}\text{Pu}$). Соотношение атомов $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ определяется с помощью масс-спектрометрии.

Химический анализ

II–14. Химическое титрование и кулонометрия с контролируемым потенциалом являются стандартными методами определения концентрации нептуния, плутония, урана или других основных компонентов ядерного топливного материала при проведении измерений для целей учета или верификации. При химическом титровании проба вступает в реакцию с точно отмеренным количеством селективного реагента известного состава, что приводит к завершению или к характеристической конечной точке хорошо известной стехиометрической реакции. Методы титрования различаются, в частности, по способу определения конечной точки (например, потенциометрическое и спектрофотометрическое титрование). При использовании кулонометрии с контролируемым потенциалом анализируемый элемент селективно окисляется или восстанавливается на металлическом электроде, на котором поддерживается заданный потенциал. Количество электронов, потерянных в результате окисления или полученных в результате восстановления, является мерой количества элемента, присутствующего в образце.

II–15. Прецизионность и точность этих методов превышает 0,1% при типичном размере образца в несколько сотен миллиграммов. Эти методы хорошо отработаны и применяются на постоянной основе в лабораториях по учету ядерных материалов и гарантиям. Следовательно, они могут обеспечивать высокую эффективность характеристики ядерного материала при условии, что размер образцов составляет не менее нескольких десятых грамма.

Радиохимия

II–16. Сложный состав многих образцов не позволяет измерять все присутствующие в них радиоактивные изотопы без предварительного разделения и очистки. Путем использования различий в химических свойствах элементов можно разработать схемы разделения элементов или групп элементов, позволяющие измерять присутствующие изотопы методами счета радиоактивности или масс-спектрометрии. Измеренные изотопы количественно могут быть соотнесены с исходным образцом путем привязки к внутреннему изотопному стандарту, называемому пиком. Химическое разделение и очистка повышают как чувствительность, так и селективность метода. Радиохимические исследования играют особенно важную роль в измерении изотопов с низкой активностью, которые наиболее эффективно определяются по альфа-излучению или с помощью масс-спектрометрии. Радиохимические исследования в сочетании с методами счета радиоактивности и масс-спектрометрии позволяют проводить измерения некоторых изотопов в фемтограммовых количествах (10^{-15} г).

Радиография

II–17. Радиографические методы могут быть полезным средством определения пространственного распределения и активности радионуклидов в образце. Например, анализ треков от осколков деления и анализ альфа-треков позволяют обнаруживать и количественно определять в образце актиниды с помощью ядерных твердотельных трековых детекторов, и методы с использованием фотографических пленок или современные технологии на основе применения приборов с зарядовой связью обеспечивают обнаружение и идентификацию альфа- и бета-излучателей.

Масс-спектрометрия

II–18. Масс-спектрометрия используется для определения изотопного состава элементов в данном материале. Масс-спектрометрия также позволяет проводить количественное определение (часто называемое анализом применительно к основным компонентам образца) этих элементов путем добавления известного количества определенного изотопа. Этот метод называют масс-спектрометрией с изотопным разбавлением (МС-ИР). Масс-спектрометрические методы позволяют анализировать как радиоактивные, так и стабильные изотопы. В масс-спектрометрии атомы и молекулы превращаются в положительно или отрицательно заряженные ионы. Затем ионы разделяются в соответствии с отношением их массы к заряду и измеряется интенсивность разделенных по массе пучков ионов. Методы масс-спектрометрии для определения элементного состава, как правило, характеризуются высокой селективностью благодаря массовому анализу, за исключением особых случаев возникновения изобарных помех. Масс-спектрометрия обеспечивает исключительно высокую точность и достоверность анализа, а также высокую изотопическую чувствительность.

Термоионизационная масс-спектрометрия

II–19. В термоионизационной масс-спектрометрии (ТИМС) проба наносится на металлическую нить, которая разогревается в высоком вакууме за счет прохождения через нее электрического тока. Если потенциал ионизации данного элемента достаточно низок по сравнению с работой выхода нити, то часть атомов этого элемента при высокой температуре ионизируется за счет взаимодействия с поверхностью нити. Затем массы разделяются в масс-спектрометре в высоком вакууме с помощью магнитного поля. Специфичность анализа с помощью ТИМС зависит как от этапов химического разделения, так и от температуры ионизации. ТИМС позволяет в стандартном порядке проводить измерения изотопных соотношений изотопов в нанogramмовых (10^{-9} г) или пикogramмовых (10^{-12} г) образцах и в редких случаях в образцах размером до нескольких десятков фемтограмм (10^{-15} г) при использовании специальных методов предварительного концентрирования. Методом ТИМС в стандартном порядке измеряется разность соотношений масс изотопов порядка 1 части на миллион (ppm).

Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

II–20. При проведении анализа методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (МС-ИСП) проба в виде раствора распыляется в индуктивно-связанную плазму, в которой высокая температура вызывает диссоциацию пробы на атомы и их ионизацию. Метод МС-ИСП, в дополнение к измерению соотношений изотопов, используется также в качестве высокочувствительного средства проведения элементного анализа, а также для точного измерения следовых элементов, входящих в состав пробы. Диапазон чувствительности измерений варьируется в пределах от 0,1 до примерно 10 частей на миллиард (ppb) в растворе. Применение МС-ИСП сопряжено с трудностями при измерении элементов с более низкими атомными номерами из-за фоновых помех или низкой эффективности ионизации (например, в случае углерода, кислорода, фосфора, калия, кремния и серы).

Вторично-ионная масс-спектрометрия

II–21. Вторично-ионная масс-спектрометрия (ВИМС) используется как для элементного, так и для изотопного анализа образцов, в том числе для анализа малых частиц. В ВИМС используется остро сфокусированный пучок первичных ионов (например, Cs^+ , Ga^+ или O_2^+ для бомбардировки поверхности образца). В процессе такой бомбардировки образуются вторичные ионы (характерные для данного образца), которые анализируются масс-спектрометром. В режиме «микроскопа» относительно широкий пучок первичных ионов бомбардирует образец, и пространственное положение образующихся вторичных ионов сохраняется и подвергается увеличению в масс-спектрометре. Позиционно-чувствительный детектор отображает и фиксирует картину изотопного распределения. В режиме «микроручка» остро сфокусированный пучок первичных ионов сканирует образец подобно электронному микроскопу. Результирующий сигнал от потока вторичных ионов затем измеряется и сравнивается с положением пучка первичных ионов с целью получения картины изотопного распределения. Аблиция поверхности образца сфокусированным ионным пучком позволяет получить профиль распределения по глубине, который чрезвычайно ценен для документирования градиентов состава или изменения поверхности.

Газовая хроматография/масс-спектрометрия

II–22. Газовая хроматография/масс-спектрометрия или газовая хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС) — это метод, который применяется для обнаружения и измерения следов органических компонентов (измеряемых в частях на миллион) в балковом образце. При применении ГХ-МС летучие компоненты пробы разделяются в газовом хроматографе и идентифицируются в масс-спектрометре. Масс-спектрометр ионизирует и фрагментирует каждый компонент по мере его элюирования из хроматографической колонки. Для ионизации может использоваться множество различных методов, но наиболее распространенным в случае ГХ-МС является ионизация электронным ударом. Масс-спектрометр в зависимости от его типа измеряет интенсивность ионов различной массы путем одновременного или последовательного детектирования. Результирующий график зависимости относительной интенсивности от отношения массы к заряду представляет собой «масс-спектр». Существуют обширные библиотеки масс-спектров, помогающие идентифицировать соединения, обнаруженные с помощью ГХ-МС.

Трансмиссионная электронная микроскопия

II–23. В трансмиссионной электронной микроскопии (ТЭМ) пучок электронов, обладающих высокой энергией, проходит через ультратонкую пробу (толщиной около 100 нм). ТЭМ обеспечивает более высокое увеличение, чем СЭМ, и способна отображать чрезвычайно тонкую структуру образца. Прошедшие через образец электроны могут подвергаться воздействию дифракционных эффектов, что может быть использовано, как и в РДА, для идентификации кристаллических фаз в материале.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [II–1] KRISTO, M.J., “Nuclear forensics”, Handbook of Radioactivity Analysis, 3rd edn (L’ANNUNZIATA, M.F., Ed.), Elsevier, Oxford (2012).
- [II–2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of Nuclear Forensics in Combating Illicit Trafficking of Nuclear and Other Radioactive Material, IAEA-TECDOC-1730, IAEA, Vienna (2014).

Приложение III

ПРИМЕРЫ МЕРОПРИЯТИЙ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ, ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА, ТРЕНИРОВОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

III–1. В данном приложении приводится описание некоторых мероприятий по повышению потенциала в соответствующих областях, осуществляемых на международном уровне.

ОБРАЗОВАНИЕ

III–2. В 2010 году МАГАТЭ учредило Международную сеть образования в области физической ядерной безопасности (ИНСЕН) с целью повышения эффективности обеспечения физической ядерной безопасности путем разработки, распространения и внедрения высочайших стандартов в сфере образования. В состав ИНСЕН входят образовательные и научно-исследовательские учреждения, которые осуществляют или планируют осуществлять образовательную деятельность в области физической ядерной безопасности. Члены ИНСЕН участвуют в совместной разработке учебников, учебных пособий и методических материалов, повышении квалификации преподавателей, в обмене студентами в целях содействия распространению знаний, в проведении научно-исследовательских работ, направленных на повышение уровня технической компетентности, в оценке научных диссертаций и в разработке показателей эффективности образования в области физической ядерной безопасности.

ПОДГОТОВКА ПЕРСОНАЛА

III–3. МАГАТЭ разработало серию учебных курсов, отвечающих потребностям разных целевых аудиторий и охватывающих различные аспекты ядерной криминалистики, применяемой в качестве инструмента поддержки расследования событий, связанных с физической ядерной безопасностью. К этим курсам относятся: «Введение в ядерную криминалистику», «Методы ядерной криминалистики» и связанные с ними курсы «Организация работ на месте радиологического преступления».

Дополнительную информацию можно найти в Каталоге учебных курсов МАГАТЭ по физической ядерной безопасности на веб-сайте Отдела физической ядерной безопасности МАГАТЭ¹.

III–4. Интерпол также организует обучение передовым методам работы на месте радиологического преступления для межведомственных международных групп, в состав которых входят сотрудники правоохранительных органов и научные сотрудники других организаций.

III–5. Государства-члены также проводят учебные курсы на национальном и международном уровнях.

ТРЕНИРОВОЧНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

III–6. Международная техническая рабочая группа по ядерной криминалистике (МТРГ) проводит учебные мероприятия в формате аналитических исследований и тренировок по отработке конкретных сценариев, что обеспечивает лабораториям возможность оценить свою эффективность в проведении экспертиз, а также продемонстрировать имеющийся потенциал. Целевая группа МТРГ по проведению тренировок играет важную роль в планировании, проведении совместных тренировочных мероприятий по исследованию материалов и в информировании об этих мероприятиях, известных также как проводимые по круговой схеме исследования или межлабораторные сравнительные исследования (round robins/exercises), в ходе которых все участвующие лаборатории получают идентичные образцы ядерных или других радиоактивных материалов, а также в некоторых случаях неядерные вещественные доказательства, которые необходимо исследовать. Участвующие лаборатории проводят исследования и сообщают о полученных результатах через 24 часа, 1 неделю и затем через 2 месяца. Участие в межлабораторных сравнительных исследованиях является исключительно добровольным и открытым для лабораторий, которые независимо декларируют свои аналитические возможности. Полученные результаты кодируются таким образом, что результаты, представленные каждой лабораторией, сообщаются анонимно и информация о принадлежности к конкретной лаборатории известна только координатору тренировочного мероприятия. Результаты тренировочных мероприятий отражают работу отдельных лабораторий в соответствии с заявленными аналитическими возможностями, а

¹ См. <http://www-ns.iaea.org>.

также позволяют определить эффективность различных аналитических методов, применяемых для исследования одного и того же образца. В межлабораторных сравнительных исследованиях принимают участие также международные лаборатории и используются различные материалы. Под эгидой МТРГ было проведено три совместных тренировочных мероприятия по исследованию материалов:

- a) в 1998–2000 годах при участии шести лабораторий, которые исследовали оксид плутония;
- b) в 2000–2002 годах при участии десяти лабораторий, проводивших исследование высокообогащенного оксида урана;
- c) в 2010 году при участии девяти лабораторий, исследовавших высокообогащенный металлический уран.

III–7. Группа по осуществлению и оценке, созданная в рамках Глобальной инициативы по борьбе с актами ядерного терроризма (ГИБАЯТ), проводит тренировки в кабинетном формате и семинары. Целями этих мероприятий являются:

- a) развитие и углубление общего понимания возможностей и принципов ядерной криминалистики;
- b) акцентирование внимания лиц, определяющих политику и принимающих решения, на важности ядерной криминалистики;
- c) рассмотрение вопросов взаимодействия различных структур (включая правоохранительные, судебные, политические и технические структуры), участвующих в проведении ядерных криминалистических экспертиз;
- d) изучение политических аспектов обмена информацией в целях содействия проведению расследования событий, связанных с физической ядерной безопасностью;
- e) поиск потенциальных партнерств для обмена информацией как на национальном, так и на международном уровне.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

III–8. МАГАТЭ, руководствуясь целями укрепления доверия к ядерной криминалистике, дальнейшего изучения сигнатур, используемых в ядерной криминалистике, содействия созданию национальных библиотек

ядерной криминалистики и развития международного сотрудничества, инициировало осуществление следующих проектов координированных исследований (ПКИ):

- а) 2008–2011 годы: «Применение ядерной криминалистики в борьбе с незаконным оборотом ядерных и других радиоактивных материалов [III–1]»;
- б) 2013 год — настоящее время: «Идентификация высокодостоверных сигнатур для ядерной криминалистической экспертизы в целях создания национальных библиотек ядерной криминалистики».

III–9. Более подробная информация о всех ПКИ МАГАТЭ размещена на веб-сайте МАГАТЭ².

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[III–1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of Nuclear Forensics in Combating Illicit Trafficking of Nuclear and Other Radioactive Material, IAEA-TECDOC-1730, IAEA, Vienna (2014).

² См. <http://www-crp.iaea.org>.

ГЛОССАРИЙ

балковый анализ (bulk analysis). Анализ всего образца либо его части с целью определения усредненных свойств исследуемой части.

индивидуализация (individualization). Однозначное ассоциирование результата или нескольких результатов криминалистической экспертизы с конкретным объектом, таким как человек, место или производственный процесс.

интерпретация результатов ядерной криминалистической экспертизы (nuclear forensic interpretation). Процесс сопоставления характеристик исследуемого образца с имеющейся информацией о типах, происхождении и методах производства ядерного или другого радиоактивного материала или с информацией о предыдущих случаях, связанных с аналогичным материалом.

исследование/экспертиза (examination). Процедура, направленная на получение информации на основе исследования вещественных доказательств с целью выработки выводов о характере вещественных доказательств и/или об обстоятельствах, с которыми они связаны.

компетентный орган (competent authority). Государственная организация или учреждение, которому государство поручило выполнение одной или нескольких функций в области физической ядерной безопасности. Например, к компетентным органам могут относиться регулирующие органы, правоохранительные органы, таможенные и пограничные службы, разведывательные службы и органы безопасности, учреждения здравоохранения и т.п.

место радиологического преступления (radiological crime scene). Место преступления, на котором было фактически или предположительно совершено преступное действие или преднамеренное несанкционированное действие с ядерным или другим радиоактивным материалом.

назначенная лаборатория ядерной криминалистики (designated nuclear forensic laboratory). Назначенная государством лаборатория, которая может принимать или анализировать образцы, содержащие ядерный и/или другой радиоактивный материал, для целей проведения ядерной криминалистической экспертизы.

национальная библиотека ядерной криминалистики (national nuclear forensics library). Упорядоченная и организованная коллекция информации о ядерных и других радиоактивных материалах, произведенных, используемых или хранящихся в государстве.

радиохронометрия (radiochronometry). Измерение количества продуктов радиоактивного распада в исследуемом образце для определения времени, прошедшего с момента последнего отделения дочерних продуктов от исходного материала (и определения таким образом «возраста» материала в исследуемом образце).

сигнатура (signature). Одна или несколько характеристик данного образца, которые позволяют сравнивать этот материал с референсными материалами.

следовой элемент (trace element). Элемент в образце, средняя концентрация которого составляет менее 1000 мкг/г или 0,1% от состава матрицы.

характеризация (characterization). Определение природы радиоактивного материала и связанных с ним вещественных доказательств.

характеристика класса (class characteristic). Атрибут или свойство, общее для всей совокупности определенной группы людей или класса объектов.

цепочка (система) мер по обеспечению сохранности (вещественных доказательств) (chain of custody). Процедуры и документация, обеспечивающие целостность вещественных доказательств за счет отслеживания действий по их передаче и хранению на всем пути от их сбора и до окончательного распоряжения ими. Используются также другие термины для обозначения этого процесса: «цепочка мер по сохранению доказательств» (chain of evidence), «цепочка мер по обеспечению физической сохранности» (chain of physical custody) и «цепочка законного владения» (chain of possession).

ядерная криминалистическая экспертиза или ядерная криминалистика (nuclear forensic science or nuclear forensics).

Вид криминалистической экспертизы, в ходе которой исследуются ядерные и другие радиоактивные материалы или другие вещественные доказательства, загрязненные радионуклидами, в рамках уголовно-процессуальных действий.

Данное руководство является пересмотренным изданием публикации Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности, № 2 «Поддержка средствами ядерной криминалистики», которая была выпущена в 2006 году, широко принята государствами и использовалась в интересах развития потенциала в области ядерной криминалистики. В этой пересмотренной публикации представлена актуальная информация о расследовании событий, связанных с физической ядерной безопасностью, о правовых основах ядерной криминалистики, о месте, которое занимает ядерная криминалистика в национальном плане реагирования, о начальных шагах в проведении экспертизы, о создании лаборатории ядерной криминалистики с использованием имеющихся национальных возможностей, о проведении криминалистических анализов ядерного и другого радиоактивного материала, а также о вещественных доказательствах, загрязненных радионуклидами.