

УДК 343.98

DOI: <https://doi.org/10.17816/RJLS109496>

Опыт применения методов криминалистической экспертизы в региональных учениях МАГАТЭ по ядерной криминалистике

А.И. Нитрян¹, В.А. Стебельков², К.Д. Жижин²¹ Технично-криминалистический центр судебных экспертиз, Кишинев, Республика Молдова² НП «Лаборатория анализа микрочастиц», Москва, Россия

Аннотация. Показано, что пятидневного формата учений оказывается достаточно для практического усвоения участниками порядка действий и характерных особенностей всех основных этапов расследования преступления с ЯРМ, от осмотра места происшествия до составления заключения экспертов. Обоснован выбор материалов-имитаторов радиоактивных материалов, отработана процедура выбора параметров макета РДУ, используемого в учениях. Продемонстрирована информативность методов выполнения криминалистической экспертизы: РЭМ-РМА, МСВИ, ИСП-МС и дактилоскопии в условиях проведения учений. В пробах окружающей среды и на предметах вещной обстановки в «мастерской террористов» идентифицированы одинаковые частицы имитаторов ЯРМ — частицы окиси свинца с характерной морфологией, в пробах окружающей среды исследованы также микрочастицы вольфрама с модифицированным изотопным составом. Показана возможность освоения участниками учений и методов дактилоскопии. Отмечены некоторые ошибки участников учений, которые обуславливают необходимость дополнительного обучения и новых учений.

Ключевые слова: учения по ядерной криминалистике; диспергирование макетов РДУ; имитаторы ЯРМ; отбор и анализ проб окружающей среды и фрагментов макета РДУ; осмотр места происшествия; методы исследования.

Как цитировать:

Нитрян А.И., Стебельков В.А., Жижин К.Д. Опыт применения методов криминалистической экспертизы в региональных учениях МАГАТЭ по ядерной криминалистике // Российский журнал правовых исследований. 2022. Т. 9. № 3. С. 85–92. DOI: <https://doi.org/10.17816/RJLS109496>

DOI: <https://doi.org/10.17816/RJLS109496>

Experience in the Application of Forensic Examination Techniques in IAEA Regional Nuclear Forensic Exercises

A.I. Nitrean¹, V.A. Stebelkov², K.D. Zhizhin²

¹ Forensic and Legal Expertise Center, Chisinau, Republic of Moldova

² Laboratory for Microparticle Analysis, Moscow, Russia

ABSTRACT: It was shown that the five-day format of the exercise was sufficient for the participants to practically master the procedure and characteristic features of all the main stages of the investigation of a crime with NRM, from the examination of the crime scene to development of an expert opinion. The procedure for choosing the parameters of the RDD imitators used in the exercises has been worked out. The informativeness of the main methods for performing forensic examinations — SEM-EDX, SIMS, ISP MS and fingerprinting — in the conditions of the short exercises was demonstrated. In environmental samples as well as on the surrounding items in the “workshop of terrorists”, identical particles of NRM simulators were identified — particles of lead oxide with a characteristic morphology — and tungsten microparticles with a modified isotopic composition were also studied. The possibility of the participants mastering the methods of dactyloscopy was also shown. Some mistakes made by the exercises participants were noted, which necessitate additional training and new exercises.

Keywords: nuclear forensics exercises; dispersion of RDD models; NRM imitators; sampling and analysis of environmental samples and fragments of the RDD models; examination of the crime scene; research methods.

To cite this article:

Nitrean AI, Stebelkov VA, Zhizhin KD. Experience in the application of forensic examination techniques in IAEA regional nuclear forensic exercises. *Russian journal of legal studies*. 2022;9(3):85–92. DOI: <https://doi.org/10.17816/RJLS109496>

Received: 26.07.2022

Accepted: 20.08.2022

Published: 30.09.2022

ВВЕДЕНИЕ

Ядерная криминалистика — относительно молодая область криминалистической науки. Однако тяжесть возможных последствий преступлений с применением ядерных и других радиоактивных материалов (ЯРМ), а также резонанс, вызванный некоторыми преступлениями и инцидентами с подозрениями на возможное преступное применение ЯРМ, заставляют уделять ядерной криминалистике значительное внимание. При этом продолжительность расследований таких инцидентов и неоднозначность результатов расследования¹ [1] обуславливают необходимость тщательной к ним подготовки, для чего, в свою очередь, требуются учения.

В 1990-е и в нулевые годы все внимание при расследовании инцидентов с ЯРМ концентрировалось на определении характеристик ЯРМ. Но в последнее время все отчетливее становится необходимость всестороннего изучения самых разных вещественных доказательств, собранных на месте преступления или инцидента, в том числе исследования и методами традиционной криминалистики. Это обуславливает неизбежность совместного исследования задержанных радиоактивных образцов как специалистами по ЯРМ, так и экспертами-криминалистами, изучающими эти образцы методами традиционной криминалистики. Тенденция к такой совместной работе нашла свое отражение в учениях, организуемых международной технической рабочей группой по ядерной криминалистике, например в учениях серии СМХ. Если даже относительно недавние учения, СМХ4 и СМХ5, целиком концентрировались на определении ядерно-физических характеристик радиоактивных образцов [2, 3], то последнее учение, СМХ6, включало уже определение следов, являющихся предметом и традиционных криминалистических дисциплин: дактилоскопии и трасологии [4].

Однако при исследовании одних и тех же образцов с уликами, являющимися предметом ядерной криминалистики, и уликами, являющимися предметом традиционной криминалистики, может наступать конфликт интересов разных специалистов. Исследование образца или подготовка к его исследованию одними методами может повредить или уничтожить улики, определяемые другими. В связи с этим возникает задача разработки режимов работы оборудования и последовательности анализа образцов при проведении криминалистической экспертизы, которые позволят получить максимально возможную полезную для следствия информацию.

Тенденция к развитию взаимодействия специалистов по ЯРМ и экспертов-криминалистов нашла свое

отражение и в региональных учениях МАГАТЭ по ядерной криминалистике для стран СНГ и Восточной Европы. Более того, в этих учениях решалась и другая задача — отработка взаимодействия специалистов по ЯРМ и экспертов-криминалистов со следователями, руководящими осмотром места преступления с ЯРМ и отвечающими за результаты расследования.

СПЕЦИФИКА УЧЕНИЙ

Учения, проводимые Международной технической рабочей группой по ядерной криминалистике, и региональные учения МАГАТЭ по ядерной криминалистике для стран СНГ и Восточной Европы организованы совершенно по-разному. Первые включают рассылку текста сценариев инцидента в лаборатории разных стран, заявившиеся на участие в учениях, затем — рассылку образцов, содержащих в том числе и небольшие количества радиоактивных веществ, для исследования и последующий анализ образцов в лабораториях в соответствии с заданиями. Задания выдаются организаторами последовательно на первые 24 часа после получения образцов, на неделю и на оставшееся до истечения двух месяцев время. Полное время анализа образцов в лабораториях составляет два месяца [2–4].

Региональные учения проводятся в течение недели, при этом все участники находятся на месте проведения учений. Учения включают в себя диспергирование имитаторов радиологических диспергируемых устройств (РДУ), отбор образцов и проб окружающей среды на месте диспергирования имитатора РДУ, анализ образцов и проб в лаборатории и составление заключения экспертов.

Имитатор РДУ отличается от реального РДУ тем, что вместо реальных ЯРМ используются нерадиоактивные материалы. Материалы, имитирующие ЯРМ, подбираются таким образом, чтобы их микрочастицы отличались от обычных микрочастиц пыли природного происхождения и легко идентифицировались в отобранных пробах. В имитаторах, используемых в учениях, вместо порошков урана и плутония закладываются порошки вольфрама с модифицированным изотопным составом, порошки окиси свинца с модифицированным изотопным составом, а также свинца, имеющего природный изотопный состав, но частицы которого имеют специфические морфологические характеристики. Частицы и растворы цезия-137 моделируются частицами или растворами нерадиоактивного цезия-133.

Участники учений МАГАТЭ выступают на них и в качестве членов и руководителей следственно-оперативных групп (СОГ), отбирающих образцы и пробы окружающей среды на местах диспергирования имитаторов РДУ, и в составе экспертных групп, принимая участие в анализе некоторых отобранных образцов и проб и отвечая на вопросы «следствия». Ограниченное время учений обуславливает необходимость некоторых упрощений процедуры

¹ Amit C. Nathwani, James F. Down, John Goldstone et al. Polonium210 poisoning: a first-hand account. URL: www.thelancet.com (дата обращения: 07.12.2016); Mangin P., Bochud F., Augsburg M. Expert Forensics Report Concerning the Late President Yasser Arafat. URL: <http://www.aljazeera.com/investigations/killing-arafat/swiss-forensic-report-arafat-death-201311671255163780.html> (дата обращения: 06.11.2013).

исследования образцов и проб, однако применяемые методы исследований должны полностью обеспечивать логику расследования инцидента, а результаты — позволять раскрыть «преступление».

ИССЛЕДУЕМЫЕ ОБЪЕКТЫ

В качестве объектов исследования в ходе проведения учений выступают предметы и пробы, отобранные участниками непосредственно на «месте происшествия». Решения о необходимости отбора тех или иных объектов принимает следователь, как руководитель СОГ. При этом, для повышения информативности отобранных вещественных доказательств с точки зрения ядерной криминалистики, руководителя СОГ консультирует эксперт по ядерной криминалистике также из числа участников учений. В зависимости от отобранных объектов, последовательности анализа, а также информативности того или иного метода анализа, для каждого объекта выбирается один (в случае если необходимо срочное получение важной информации, а метод разрушающий и объект полностью уничтожается) или несколько методов криминалистической экспертизы.

Вещественные доказательства, отбираемые участниками учений на местах происшествия, представлены в виде отдельных предметов и их фрагментов, а также проб окружающей среды. Пробы окружающей среды включают в себя: пробы грунта, как с места инцидента, так и бланковые пробы, отобранные на удалении от места происшествия; пробы растительности, пробы воды и донных отложений (если водоем есть на месте инцидента); мазковые пробы с объектов подстилающей поверхности. В качестве отдельных предметов участниками отбираются осколки взрывных устройств и предметы, имеющие отношение к РДУ, — на «месте происшествия»; а также разнообразные предметы и объекты в помещениях, которые в соответствии со сценарием учений использовались для подготовки террористического акта.

В последних учениях, состоявшихся в 2021 г., с места инцидента были отобраны пробы грунта, пробы растительности, мазковые пробы с поверхности асфальтированной дороги. В качестве отдельных предметов на «месте происшествия» участники отобрали пластиковые осколки взрывного устройства и квадрокоптер с ампулой. В помещении, имитировавшем мастерскую террористов, были отобраны бутылка с жидкостью, пробирки с порошком, кремниевые пластины, перчатки, фрагменты пластика и прочие подобные объекты. На осмотр каждого из мест «происшествия» участникам учений было предоставлено три часа.

МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В учениях 2021 г. в результате подрыва макета РДУ были распылены на определенных площадях микрочастицы окиси свинца со специфическими морфологическими

характеристиками и вольфрама с искаженным изотопным составом (концентрация вольфрама-184 равна 95 %), имитировавшие порошки ЯРМ. Кроме того, на других площадях с помощью квадрокоптера был распылен водный раствор нерадиоактивного цезия-133, имитировавшего раствор цезия-137. Следовые количества этих же материалов были нанесены на некоторые предметы в помещении, имитировавшем мастерскую террористов, в которой изготавливались РДУ.

В лабораторных исследованиях реализованы следующие аналитические методы: растровая электронная микроскопия (РЭМ) в комбинации с рентгеновским микроанализом (РМА), масс-спектрометрия вторичных ионов (МСВИ) и масс-спектрометрия с ионизацией в индуктивно-связанной плазме (ИСП-МС). Они использовались при анализе образцов и проб, отобранных на месте диспергирования имитаторов ЯРМ и в «мастерской». Помимо анализа образцов и проб этими методами в учениях выполнены и традиционные криминалистические исследования следов пальцев рук, оставленных на одном из объектов на месте диспергирования, а также на объектах в «мастерской».

Многообразие объектов и методов исследования обусловили необходимость взаимодействия разных специалистов и определения последовательности исследования образцов, чтобы изучение одних улик не повредило другие, особенно более важные улики. Поэтому последовательность изучения улик выстраивалась с учетом возможного воздействия разных методов на исследуемые объекты.

Исследование морфологии, элементного и изотопного состава микрочастиц зондовыми методами анализа

Исследование объектов зондовыми методами анализа, такими как РЭМ-РМА и МСВИ, позволяет не только обнаружить следовые количества материалов, распыленных порошков вольфрама и свинца, но и получить информацию о морфологии отдельных микрочастиц (РЭМ), об их элементном составе (РМА), а также изотопном составе элементов (МСВИ), входящих в состав распыленных порошков. Преимущество данных методов, определяющих их первоочередное использование при исследовании проб, заключается в том, что они являются условно неразрушающими методами анализа. В том числе в работе [5] показано, что исследование образцов в камере электронного микроскопа не портит следы пальцев рук. Отсутствие воздействия пучка ионов масс-спектрометра на следы пальцев рук в настоящее время экспериментально еще не доказано, однако скорость стравливания исследуемой поверхности образца пучком ионов, несколько ангстрем в минуту, позволяет предполагать, что заметного воздействия пучка на следы пальцев рук ожидать не следует.

На месте диспергирования имитаторов ЯРМ участниками были отобраны объекты, позволившие обнаружить на них микрочастицы распыленного материала. В препаратах,

приготовленных из фрагментов растительности, отобранной непосредственно в зоне диспергирования, с помощью РЭМ-РМА и специалистов, эксплуатирующих это оборудование, участниками учений были обнаружены микрочастицы свинца со специфическими морфологическими характеристиками. Одна из них представлена на рис. 1.

Эти характеристики однозначно указывают на их природное происхождение. Содержащих свинец частиц с такой структурой поверхности ни в приземном воздухе, ни в грунте не обнаруживается.

С помощью МСВИ и персонала аналитической лаборатории участниками учений в этих пробах было обнаружено также более полутора тысяч частиц, содержащих вольфрам. В табл. 1 приведены результаты элементного анализа 23 из полутора тысяч обнаруженных частиц, отобранных с поверхности растительности и содержащих вольфрам, и результаты изотопного анализа вольфрама в этих частицах.

Можно сделать вывод о том, что из этих 23 частиц три частицы (9, 12 и 23) представляют собой частицы порошка, заложенного в макет РДУ, 18 частиц — частицы природного вольфрама (в природном вольфраме концентрация вольфрама-184 равна $30,64 \pm 0,02$ %) и две частицы (10 и 17) — конгломераты частиц порошка с частицами

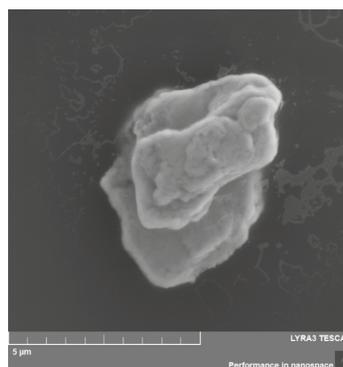


Рис. 1. Изображение частицы оксида свинца (РЭМ), обнаруженной на фрагменте растительности с места диспергирования РДУ

Fig. 1. A lead oxide particle (SEM) detected on a fragment of vegetation from the RDD dispersion site

природного вольфрама. Таким образом, результаты анализа частиц с поверхности растительности показывают эффективность отбора таких проб для обнаружения и определения характеристик материалов, диспергируемых РДУ.

Исследование порошка, находившегося в пробирке в «мастерской», также позволило подтвердить наличие в нем микрочастиц оксида свинца со специфической морфологией (рис. 2), схожей с морфологией частиц

Таблица 1. Данные об элементном составе вольфрамовых частиц, обнаруженных на месте диспергирования РДУ, и об изотопном составе вольфрама в этих частицах

Table 1. Data on the elemental composition of tungsten particles revealed at the site of RDD dispersion and on the isotopic composition of tungsten in these particles

Шифр частицы	Концентрация вольфрама и кислорода, весовые %		Доля ^{184}W в составе вольфрама частицы	
	W	O	C, %	σ , %
1	91,0	4,2	30,86	0,4
2	74,4	9,1	30,87	0,24
3	83,9	5,9	30,48	0,4
4	71,1	10,6	30,43	0,34
5	84,2	6,2	30,61	0,37
6	70,9	12,6	30,8	0,3
7	97,0	2,7	30,82	0,2
8	98,9	0,3	30,63	0,32
9	78,7	9	94,86	0,32
10	84,8	5,8	87,25	0,32
11	85,5	5,7	30,55	0,31
12	77,6	8,2	94,99	0,23
13	98,7	1,3	30,45	0,34
14	81,4	7	30,87	0,37
15	76,4	9,1	30,49	0,27
16	76,6	9,2	30,86	0,23
17	97,4	2	54,87	0,27
18	77,1	9,2	30,67	0,35
19	50,8	20	30,52	0,39
20	69,4	11,3	30,78	0,3
21	74,3	11,2	30,65	0,38
22	97,6	1,7	30,59	0,31
23	98,4	0,9	95,23	0,28

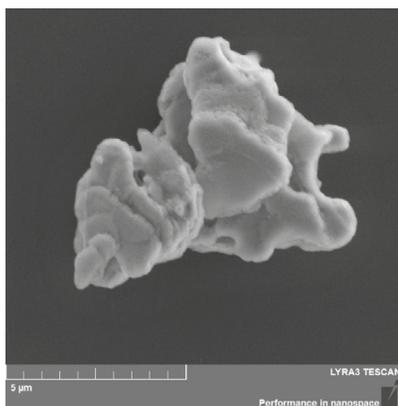


Рис. 2. Изображение частицы оксида свинца (РЭМ) порошка из пробирки, обнаруженной в мастерской

Fig. 2. A lead oxide particle (SEM) of powder from a test tube found in a workshop

с объектов растительности. Сходство размеров, структуры поверхности и элементного состава частиц позволяют сделать предположение о том, что порошок, примененный в макете РДУ, и порошок, обнаруженный в «мастерской», являются идентичными.

На отобранных участниках учений объектах в «мастерской» микрочастицы вольфрама с измененным изотопным составом обнаружены не были, поскольку участники СОГ не отобрали предметы, на которые эти частицы были нанесены. Поэтому участники не смогли сделать заключение о факте работы с обогащенным ураном, который имитировался вольфрамом с искаженным изотопным составом, в «мастерской».

Применение ИСП-МС для подготовки учений и выполнения заданий учений

Особенностью ИСП-МС является его высокая оперативность. Приготовление анализируемых препаратов может занимать всего 3–4 часа, а сам анализ — меньше часа. Поэтому метод хорошо подходит для решения аналитических задач в условиях ограниченного времени.

Первая задача, которую пришлось решать с помощью измерений методом ИСП-МС еще в процессе подготовки к учениям, — выбор макета РДУ, подрыв которого обеспечивает разлет порошков-имитаторов ЯРМ на удаление до 25 метров. Площадь именно такого радиуса планировалось предоставить участникам учений для «осмотра места происшествия». Для решения этой задачи в процессе подготовки к учениям были подорваны устройства разной мощности, начиненные 20 граммами порошка оксида

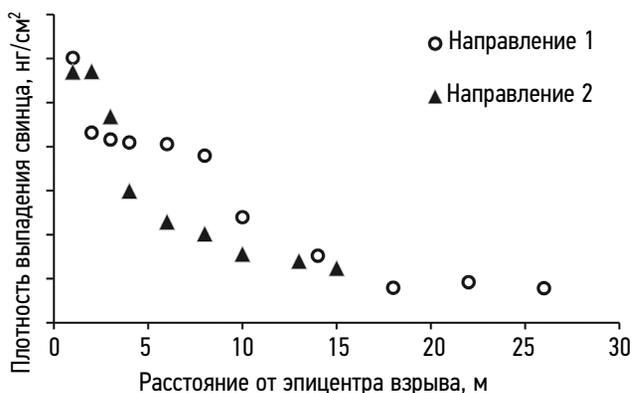


Рис. 3. Зависимость плотности выпадения свинца от расстояния от эпицентра взрыва одного из макетов РДУ

Fig. 3. Dependence of the lead deposition density on the distance from the explosion epicenter of one of the RDD mock-ups

свинца каждое. За условный радиус разлета принималось расстояние, на котором плотность выпадения свинца превышала фоновые значения (порядка 3 нг/см²) по меньшей мере в два раза. Можно полагать, что на любом участке площади, соответствующей этому радиусу, содержание свинца, диспергированного макетом, не меньше количества свинца от других источников.

Для определения плотности выпадения свинца при подрывах макетов на испытательной площадке в двух перпендикулярных направлениях с шагом от 10 см ближе к точке подрыва до 2 м на периферии площадки выставлялись планшеты площадью 4 см² каждый. Осевшие на поверхности планшетов частицы смывались, и из этих смывов приготавливались препараты для анализа. Зависимость плотности выпадения свинца от расстояния от эпицентра взрыва одного из макетов РДУ показана на рис. 3.

Условный радиус разлета диспергируемых частиц свинца составил при подрыве этого макета более 25 метров, хотя, конечно, отдельные частицы улетели и на значительно большие расстояния.

При проведении самих учений оперативное измерение содержания свинца в отобранных пробах методом ИСП-МС выполнялось для идентификации тех из них, в которых частицы свинца из макета РДУ будут гарантированно обнаружены. Кстати, помимо свинца в этих пробах измерялось содержание и изотопный состав вольфрама. В табл. 2 приведены данные о концентрации изотопа вольфрам-184 в общем содержании вольфрама в трех пробах окружающей среды с периферии зоны разлета продуктов диспергирования.

Таблица 2. Доля изотопа вольфрам-184 в общем содержании вольфрама в пробах с периферии зоны разлета продуктов взрыва
Table 2. Fraction of the isotope tungsten-184 in the total content of tungsten in samples from the periphery of the zone of emission of explosion products.

Вид пробы	Доля ¹⁸⁴ W, %
Грунт	42 ± 2
Трава	45 ± 3
Мазковая проба с поверхности асфальта	47 ± 3

Концентрация изотопа вольфрам-184 от 40 % до 50 %, заметно превышающая 30 %, в общем содержании вольфрама в пробе однозначно указывает на попадание в эти пробы вольфрама с искаженным изотопным составом, т.е. заложенных в макет РДУ имитаторов ЯРМ.

Источником радиоактивного загрязнения другой территории, согласно сценарию, являлся изотоп цезия ^{137}Cs . ИСП-МС использовалась для контроля концентрации цезия-133 — имитатора цезия-137, в растворах, которые приготавливались для экспериментов с распылением на второй территории, и для определения содержания цезия-133 в пробах, отобранных при проведении самих учений.

В результате предварительных экспериментов для распыления был выбран раствор с концентрацией цезия-133, равной 2 г/л. Во всех пробах окружающей среды (травы, грунт, мазковые пробы с поверхности асфальта), отобранных на учениях на второй площадке, методом МС-ИСП был обнаружен цезий-133, количество которого в десять и более раз превышало его содержание в фоновых пробах. Таким образом, метод показал свою эффективность в оперативном подтверждении информативности проб.

Исследования следов пальцев рук

Исследование следов пальцев рук является традиционным криминалистическим исследованием. Оно позволяет идентифицировать лиц, совершивших преступление, либо установить группу подозреваемых в участии в нем. В инцидентах с ЯРМ и, соответственно, в учениях, максимально приближенных к реальным преступлениям, возникнет необходимость исследовать как следы рук, являющиеся предметом исследования традиционной криминалистики, так и радиоактивные микрочастицы или их имитаторы, являющиеся предметом изучения ядерной криминалистики.

Однако, если следы пальцев рук и микроследы ЯРМ находятся на одной поверхности, выявление следов пальцев рук может привести к повреждению ядерно-криминалистических сигнатур (улик) и помешать идентифицировать сам материал.

В зависимости от вида поверхности исследуемого объекта могут применяться разные методы обнаружения и визуализации следов рук. Одним из наиболее популярных и успешных методов, применяемых для непористых и полупористых поверхностей, является метод окуривания объектов парами цианакрилата. Однако при выявлении



Рис. 4. Специализированный бокс для проявления отпечатков пальцев с объектов, загрязненных ЯРМ

Fig. 4. Specialized box for the development of fingerprints from objects contaminated with NRM

следов рук с применением цианакрилата поверхность исследуемого объекта покрывается слоем реагента, который частично или полностью покрывает частицы ЯРМ и непрозрачен ни для электронного, ни для ионного пучка. Поэтому следы пальцев рук целесообразно исследовать после изучения микрочастиц на той же поверхности.

Этот метод применялся участниками и в учениях 2021 г. Метод требует соблюдения определенных условий среды, поэтому в проведенных учениях следы пальцев рук исследовались в боксе, который помимо регулировки влажности и температуры обеспечивает также принципиальную возможность защиты от радиоактивности (рис. 4).

Из объектов, отобранных на месте диспергирования макета ЯРМ и в «мастерской», информативными для данного вида экспертизы оказались: прозрачный стеклянный флакон, составляющий часть системы распыления раствора цезия с квадрокоптера и найденный на месте происшествия, и кремниевый диск, который был обнаружен в мастерской. Исследуемые объекты помещались в бокс, в котором они подвергались процессу окуривания. Фотографии с проявленными следами пальцев рук на этих объектах приведены на рис. 5.

Используемая методика позволила проявить следы пальцев рук на исследуемых объектах, и эти следы оказались пригодными для сличения со следами пальцев рук возможных «участников преступления». Таким образом, подтверждена эффективность применения и этого вида анализа в подобных учениях.

Однако необходимо отметить, что некоторые предметы, на которых были следы пальцев рук других «участников преступления», не были отобраны. Таким образом,



Рис. 5. Фотографии объектов с проявленными отпечатками пальцев: *a* — пузырек со следами раствора цезия; *b* — кремниевая пластина из «мастерской»

Figure 5. Photographs of objects with developed fingerprints: *a* — a vial with traces of a cesium solution; *b* — silicon wafer from the “workshop”

некоторые лица — «участники преступления» выявлены не были.

ВЫВОДЫ

Проведенные учения позволяют сделать следующие основные выводы:

Пятидневный формат учений достаточен для усвоения участниками порядка действий при осмотре одного-двух «мест происшествия» с ЯРМ и выполнения с помощью специалистов аналитической лаборатории экспертизы отобранных при осмотре «мест происшествия» образцов, по крайней мере методами РЭМ-РМА, МСВИ, ИСП-МС и дактилоскопии.

Отбор участниками учений образцов и проб окружающей среды, их анализ методами РЭМ-РМА, МСВИ и ИСП-МС, а также исследование оставленных на объектах следов пальцев рук позволяют отрабатывать совместные действия специалистов разных областей, участвующих в расследовании инцидентов с ЯРМ.

Силами организаторов учений возможно изготовление устройств, осуществляющих разброс порошков, имитирующих ЯРМ, и фрагментов самих устройств на десятки метров.

Эти расстояния покрывают площади, на которых группы реагирования в состоянии провести осмотр с отбором образцов и проб окружающей среды за время около трех часов.

Частицы окиси вольфрама с измененным изотопом составом и окиси свинца даже с неизменным изотопным составом, но с характерной морфологией хорошо отличимы от обычных микрочастиц грунтовой пыли, как в пробах окружающей среды, так и на поверхности образцов, отбираемых на месте диспергирования макета РДУ.

Анализ проб, выполняемый сотрудниками аналитической лаборатории по указаниям участников учений, позволяет определять диспергированный материал — имитатор ЯРМ.

Участники учений освоили процедуру окуривания образцов парами цианакрилата, как метод выявления следов пальцев рук для идентификации личности.

В некоторых случаях участники учений не отбирают объекты, на которых присутствуют информативные микрочастицы и/или следы пальцев рук. Поэтому необходимы дополнительные занятия по информативности микрочастиц, механизмам их образования, а также по возможности обнаружения микрочастиц и следов пальцев рук на различных предметах вещной обстановки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уйба В.В., Квачева Ю.Е., Стебельков В.А. и др. Полониевая версия смерти Ясира Арафата: Результаты российских исследований // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2015. Т. 60. № 3. С. 41–49.
2. Schwantes J.M., Marsden O. Fourth Collaborative Materials Exercise After Action Report. PNNL-24410. Pacific Northwest National Laboratory. Richland, WA, 2015. 135 p.
3. Schwantes J., Marsden O., Taylor F. Fifth Collaborative Materials Exercise After Action Report, ITWG. 2018. 103 p.

4. Schwantes J., Marsden O. Sixth Collaborative Materials Exercise After Action Report, Draft, ITWG. 2021. 153 p.
5. Nitrean A. Particularitățile examinării urmelor papilare pe obiecte contaminate cu radionuclizi (Особенности исследования следов рук на объектах, загрязненных радионуклидами) // Актуальные научные исследования в современном мире. ISCIENCE.IN.UA. Ч. 3. 2022 г. № 3 (83). С. 5255.

REFERENCES

1. Ujba VV, Kvacheva YuE, Stebel'kov VA. i dr. Polonievaya versiya smerti Yasira Arafata: Rezul'taty rossijskih issledovanij. *Medicinskaya radiologiya i radiacionnaya bezopasnost'*. 2015;60(3):41–49. (In Russ.).
2. Schwantes JM, Marsden O. Fourth Collaborative Materials Exercise After Action Report. PNNL-24410. Pacific Northwest National Laboratory. Richland, WA, 2015. 135 p.
3. Schwantes J, Marsden O, Taylor F. Fifth Collaborative Materials Exercise After Action Report, ITWG. 2018. 103 p.

4. Schwantes J, Marsden O. Sixth Collaborative Materials Exercise After Action Report, Draft, ITWG. 2021. 153 p.
5. Nitrean A. Particularitățile examinării urmelor papilare pe obiecte contaminate cu radionuclizi (Osobennosti issledovaniya sledov ruk na ob"ektah, zagryaznennyh radionuklidami). *Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire. ISCIENCE.IN.UA. 2022;3(83):5255.*

ОБ АВТОРАХ

Алина Ивановна Нитрян; e-mail: nitreanalina@gmail.com
***Владимир Альвианович Стебельков,** кандидат технических наук; ORCID: 0000-0002-4360-1258; e-mail: v.stebelkov@lma.su
Кирилл Дмитриевич Жижин; e-mail: c.zhizhin@lma.su

AUTHORS INFORMATION

Alina I. Nitrean; e-mail: nitreanalina@gmail.com
***Vladimir A. Stebelkov,** PhD; ORCID: 0000-0002-4360-1258; e-mail: v.stebelkov@lma.su
Kirill D. Zhizhin; e-mail: c.zhizhin@lma.su

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author