

УДК 343.98

DOI: <https://doi.org/10.17816/RJLS106562>

Основные проблемы и тенденции развития ядерной криминалистики

А.И. Нитрян¹, В.А. Стебельков²¹ Техничко-криминалистический центр судебных экспертиз, Кишинев, Республика Молдова² НП «Лаборатория анализа микрочастиц», Москва, Россия

Аннотация. На основе анализа материалов и докладов на международных форумах, организованных Международным агентством по атомной энергии, составлена характеристика инцидентов с незаконным оборотом ядерных и других радиоактивных материалов (ЯРМ). Выявлены некоторые ошибки, совершенные при расследовании инцидентов: отсутствие взаимодействия специалистов по ЯРМ с экспертами-криминалистами, правоохранительными органами при расследовании уголовных дел, отборе и исследовании вещественных доказательств, формулирование недостаточно обоснованных выводов по результатам выполненных анализов. Показана информативность аналитических методов, определены наиболее информативные из них, приведены направления развития методического обеспечения криминалистической экспертизы ЯРМ. Выявлены подходы к подготовке кадров для ядерной криминалистики и возможности привлечения к этой деятельности ресурса международных и иностранных организаций.

Ключевые слова: ядерная криминалистика; незаконный оборот ЯРМ; эксперты криминалисты; специалисты по анализу ЯРМ; осмотр места происшествия; методы исследования.

Как цитировать:

Нитрян А.И., Стебельков В.А. Основные проблемы и тенденции развития ядерной криминалистики // Российский журнал правовых исследований. 2022. Т. 9. № 2. С. 97–106. DOI: <https://doi.org/10.17816/RJLS106562>

DOI: <https://doi.org/10.17816/RJLS106562>

Main Problems and Development Trends in Nuclear Forensics

A.I. Nitrean¹, V.A. Stebelkov²

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

² Laboratory for Microparticle Analysis, Moscow, Russia

ABSTRACT: An analysis of the materials and reports on international forums organized by the International Atomic Energy Agency resulted in the compilation of a description of incidents involving illicit trafficking in nuclear and other radioactive materials (NRM). Mistakes made during the incident investigations were revealed, which include the lack of interaction between NRM specialists, forensic experts, and law enforcement agencies during the investigation of criminal cases, collection, examination of evidence, and formulation of insufficiently justified conclusions. The informativeness of the analytical methods is shown, the most informative of them are identified; further, the directions for the development of the methodological support of the forensic examination of nuclear weapons are determined. Additionally, the approaches of training in the field of nuclear forensics and the possibilities of involving the resources of international organizations in this activity are identified.

Keywords: nuclear forensics; illegal trafficking of NRM; forensic experts; NRM analysis specialists; crime scene management; examination methods.

To cite this article:

Nitrean AI, Stebelkov VA. Main problems and development trends in nuclear forensics. *Russian journal of legal studies*. 2022;9(2):97–106.

DOI: <https://doi.org/10.17816/RJLS106562>

Received: 07.05.2022

Accepted: 08.06.2022

Published: 30.06.2022

ВВЕДЕНИЕ

Ядерная криминалистика является одним из разделов криминалистики, который занимается изучением ядерных и других радиоактивных материалов (ЯРМ) или вещественных доказательств, загрязненных радиоактивными материалами, с помощью аналитических методов с целью определения происхождения и истории этих материалов в контексте расследований, проводимых правоохранительными органами. Цель данной статьи заключается в определении приоритетных направлений развития ядерной криминалистики, принимая во внимание выявленные сегодняшние проблемы и тенденции ее развития в мире. Эти проблемы и тенденции определены в результате анализа материалов двух крупных официальных международных мероприятий Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ).

В 2014 г. Агентство провело Международную конференцию по прогрессу в области ядерной криминалистики «Противодействие нарастающей угрозе ядерных и других радиоактивных материалов вне нормативного контроля», в 2019 г. — техническое совещание (в формате конференции) по ядерной криминалистике «Не только наука». До настоящего времени эти мероприятия являются самыми представительными международными форумами, на которых обсуждались проблемы ядерной криминалистики и пути их решения.

Характеристика инцидентов с незаконным оборотом ЯРМ

Всплеск информации о незаконном обороте ЯРМ приходится на начало 1990-х гг. [1, 2]. В докладе, представленном на конференции [2], приводится информация о 24-х инцидентах с задержанием или обнаружением ЯРМ на территории Германии в период с 1992 по 2001 г. Впоследствии все эти материалы были исследованы в ведущей европейской организации, выполняющей экспертизу ЯРМ, Институте трансурановых элементов (ИТЭ) объединенного исследовательского центра европейской комиссии по атомной энергии. Основным задерживавшимся в это время в Германии материалом являлись таблетки ТВЭЛов (тепловыделяющих элементов) энергетических реакторов. Кроме них обнаруживались порошки природного урана, а также детали, изготовленные из металлического урана природного изотопного состава, и плутониевые источники, по всей видимости, от датчиков дыма.

Уникальным явилось задержание в мюнхенском аэропорту сотен граммов плутония оружейного качества и урана, в том числе и высокообогащенного. Само понятие ядерной криминалистики как криминалистической экспертизы ЯРМ начало активно формироваться после этого инцидента, произошедшего в 1994 г. и получившего расхожее название «Мюнхенский плутоний».

В период с 2003 по 2012 г. среди материалов, которые были исследованы в ИТЭ, преобладает уже металлолом,

загрязненный радиоактивными материалами [2]. В этом докладе нет информации о взаимодействии специалистов по ЯРМ с экспертами-криминалистами при отборе и исследовании вещественных доказательств, а также с правоохранительными органами в целом при расследовании уголовных дел. Отсутствие такого взаимодействия может стать причиной ошибок в ходе расследования, при выполнении анализов, например, в рамках расследования инцидентов в портах Дордрехта и Роттердама [3].

В 2008 и 2009 г. в Дордрехт и в Роттердам морским путем доставлялись партии металлолома, в которых по заявлению нидерландской стороны был выявлен металлолом, загрязненный небольшими количествами урана. Однако действия технических служб на месте обнаружения загрязненного металлолома, видимо, из-за отсутствия квалифицированных правоохранителей не соответствовали необходимой процедуре, поэтому составленные иски были отвергнуты.

Кроме того, аналитики, выполняющие криминалистическую экспертизу, не должны делать выводов, не подкрепленных безоговорочно результатами анализов. Специалисты ИТЭ по результатам анализов фрагментов металлолома идентифицировали российские предприятия, на которых могли быть изготовлены соответствующие обнаруженным «следам» ядерные материалы. Они определили, что в загрязнении присутствуют микрочастицы с концентрацией урана-235 равной 3,6 %, 4,4 %, 17 %, 21 %, 26 %, 45 % и 90 %, и сделали вывод о том, что металлолом загрязнен следовыми количествами продукции, полная номенклатура которой производится только на российском Электростальском машиностроительном заводе, хотя отдельные виды такой продукции вырабатывались и на других предприятиях.

Был определен и средний изотопный состав урана в пробах, а также и дата производства (возраст) материала. Четыре из шести проанализированных проб содержали микрочастицы разных ядерных материалов. Определение «среднего» изотопного состава в этих пробах бессмысленно, поскольку он не характеризует ни один из материалов, «следы» которых присутствуют в пробе.

Представленной в исследовании [3] информации недостаточно для понимания того, как определялись примеси в составе урансодержащих материалов. Не исключено, что приведенные данные получены по результатам анализа совокупности микрообъектов, в том числе и не входивших в состав ядерных материалов, а случайно оказавшихся в пробе вместе с урановыми микрочастицами.

Таким образом, в данном случае сведения о дате производства материалов и об элементном составе примесей не могут приниматься во внимание при решении вопросов о производителе материалов.

Очевидно, что в инцидентах с загрязненным металлоломом криминальной составляющей нет. Но допущенные ошибки не позволили оформить обоснованный иск стране,

предположительно допустившей поставку загрязненного металлолома, так же как подобные ошибки не позволили бы безупречно сформулировать и обвинение в случае откровения уголовного дела.

Об инцидентах с задержанием ЯРМ, оказавшихся вне нормативного контроля, на конференции 2014 г. докладывали представители многих стран. Так, в одной из работ было упомянуто о задержании обедненного и высокообогащенного урана в Молдове соответственно в 2010 г. и в 2011 г. [4]. Также приведена ошеломляющая информация об обнаружении в Грузии около трехсот выведенных из-под нормативного контроля радиоактивных источников [5]. Одним из докладчиков было сообщено об обнаружении в Монголии кубика для игры в азартные игры, одна сторона которого была помечена изотопом I-125 [6]. В другом докладе говорилось об обнаружении в Греции двух промышленных источников Cs-137, военного прибора и фрагмента громоотвода, содержавших Ra-226, а также 146 граммов урановой руды [7].

Источники Cs-137, Cs-137 с америциево-бериллиевым источником, Cs-137 вместе с Cs-134, а также источники Ra-226 были обнаружены в Ямайке [8]. В Литве на складах металлолома были обнаружены образцы, загрязненные радием или торием. Кроме того, в Литве были обнаружены источник с цезием высокой активности и утерянные детекторы дыма с плутонием [9]. Но во всех этих работах ничего не сказано об участии экспертов-криминалистов, которые изымали бы следы или объекты, характерные для традиционной криминалистики, с целью расследования преступлений или исследования инцидентов. Не представлены и результаты уголовных расследований.

В другом докладе [10] изложен опыт обнаружения и расследования трех уголовных дел, связанных с незаконным оборотом ЯРМ в Южной Африке.

В октябре 2011 г. на площадку южноафриканского регулятора по использованию ядерной энергии сотрудником полиции была доставлена бутылка емкостью пять литров, содержимое которой было маркировано как триоксид урана. Анализ подтвердил, что в бутылке находится урановый материал, содержащий 11,52 г урана-235. В январе 2012 г. в одном из районов страны были конфискованы три контейнера с ураном, которые весили около 1,2 кг, около 0,5 кг и около 0,8 кг. В обоих случаях анализ задержанного материала выполнялся специалистами южноафриканского регулятора.

В ноябре 2013 г. полицейские службы ЮАР арестовали двух мужчин, у которых были изъяты урансодержащие образцы весом около 1 кг. Анализ, выполненный специалистами южноафриканского регулятора, показал, что задержанный материал представляет собой обедненный уран с концентрацией урана-235, равной 0,32 %. Для проведения всеобъемлющей криминалистической экспертизы примерно 10 г этого материала были отправлены в США в Ливерморскую национальную лабораторию им. Лоуренса.

Использование масс-спектрометрии с ионизацией в индуктивно связанной плазме, термоионизационной масс-спектрометрии, электронной микроскопии с рентгеновским микроанализатором, рентгеновской флуоресценции позволили установить, что образец представлял собой хорошо измельченный порошок и содержал четыре разных урансодержащих материала. Причем различие материалов было установлено как методами рентгеновской флуоресценции, так и методами растровой электронной микроскопии с рентгеновским микроанализом (РЭМ-РМА). Был определен изотопный состав урана, в т.ч. измерено содержание урана-236, выявлено присутствие плутония. Таким образом, было установлено, что образец содержит и восстановленный уран. Определен и набор примесных химических элементов в образце, и даже возраст материалов.

В этом докладе упоминается широкий спектр методов, без которых невозможно решить сложные задачи ядерно-криминалистической экспертизы. Но, помимо целесообразности применения разнообразных методов анализа, это расследование показало и эффективность международной помощи, которая может быть оказана стране, не осуществляющей активной ядерной деятельности, в идентификации задержанных ЯРМ при расследовании инцидента или уголовного дела.

В другой работе [11] приведена информация о краже в Судане мощного иридиевого источника (Ir-192), активность которого составляла около 1,9 ТБк. Мобильной группой экспертов были предприняты эффективные усилия, которые позволили в течение пяти дней найти украденный источник. Но в этой группе «не было эксперта для обнаружения и изъятия вещественных доказательств на месте преступления и выявления следов рук», и, насколько можно понять из опубликованного материала, преступник не был найден. Поэтому в работе говорится о необходимости выполнения экспертиз, не имеющих отношения к ядерной криминалистике: повреждения на замке от попыток вскрытия или поломки контейнера источника, а также изъятия следов рук и следов крови для последующей судебной экспертизы.

Таким образом, конференция МАГАТЭ 2014 г. подтвердила, что преступления с незаконным оборотом и применением ЯРМ не в режиме эпидемии, но совершаются. Очевидно, что была представлена далеко не полная информация об инцидентах и преступлениях. Не было представлено информации о преступлениях либо даже инцидентах странами «ядерной пятерки»: США, Великобританией, Францией, Россией и Китаем. Хотя к этому времени уже получил широкую огласку и множество комментариев и домыслов инцидент с гибелью А. Литвиненко в Лондоне, уже закончились исследования по определению возможной связи между обнаружением полония-210 в личных вещах Ясира Арафата и его смертью.

В докладе [12] отмечается, что не менее важной, чем результаты анализа ЯРМ, для раскрытия преступления является информация, которая может обеспечить более широкие ассоциативные, следственные связи отдельных лиц с местами, событиями и процессами. Тем не менее безопасное проведение исследований в стандартной криминалистической лаборатории может оказаться невозможным из-за того, что предметы загрязнены ЯРМ. Поэтому в Великобритании в структуре Министерства внутренних дел на территории Центра Соединенного Королевства по атомному оружию в Олдермастоне (AWE — Atomic Weapons Establishment) была создана лаборатория для проведения судебных экспертиз криминалистическими методами (CFAC — Conventional Forensic Analysis Capability).

Эта лаборатория была разработана в соответствии с концепцией, направленной на объединение усилий экспертов-криминалистов и специалистов по анализу ЯРМ. Согласно этой концепции, судмедэксперты и эксперты-криминалисты (FSP — Forensic Science Service Provider) полиции и других лабораторий судебной экспертизы, пройдя соответствующую подготовку, будут проводить экспертизы образцов загрязненных ЯРМ, при техническом радиологическом мониторинге (в перчаточном боксе) и под наблюдением специалистов по ЯРМ.

Развитие взаимодействия правоохранительных органов со специалистами по ЯРМ

Значительно больше внимания вопросу объединения усилий специалистов по ЯРМ и экспертов в областях традиционной криминалистики было уделено на техническом совещании МАГАТЭ 2019 г. по ядерной криминалистике «Не только наука».

Так, в Венгрии Академия наук и агентство по атомной энергии наладили взаимодействие и инициировали создание официальной рабочей группы, в которую, в частности, входят венгерская полиция, Институт криминалистических исследований, Центр по борьбе с терроризмом, следственное управление [13].

В одном из докладов [14] была представлена информация о практическом опыте, полученном Федеральным управлением по радиационной защите при определении местоположения, идентификации и анализе как на месте преступления, так и в лаборатории игральные карты, помеченных I-125. Этот опыт накапливался с 2015 г. благодаря взаимодействию с Бюро криминальной полиции Бранденбурга (LKA-Brandenburg) и Берлина (LKA-Berlin) во время их исследования загрязненных игральные карты, найденных в Бранденбурге и Берлине.

Практический опыт взаимодействия специалистов по анализу ЯРМ с прокуратурой при расследовании уголовных дел, связанных с ЯРМ, представлен и в работе [15]. Это взаимодействие существенно

повысило эффективность реагирования на инциденты с ЯРМ. Пять уголовных дел и шесть судебных экспертиз предоставлены судебным органам для продвижения уголовных расследований в 2017–2018 гг. В то время как за предыдущие 30 лет при 40 зарегистрированных инцидентах с ЯРМ уголовные дела не возбуждались.

Израильская национальная лаборатория ядерной криминалистики основана на сотрудничестве с центрами ядерных исследований в Сореке и в Негеве и оперативными правительственными органами, ответственными за расследование преступлений, — израильской полицией и подразделением первого реагирования. Это сотрудничество прошло испытание при изъятии радиологических бесхозных радио-бериллиевых и америциево-бериллиевых источников в морских портах Хайфы и Ашдода [16].

Информация о взаимодействии экспертов-криминалистов из Управления судебной криминалистики и Центрального института судебной экспертизы (CIFS – Central Institute of Forensic Science) и специалистов по ЯРМ (OAP – Office of Atoms for Peace) в Таиланде приведена в докладе [17]. При этом отмечается, что для сбора вещественных доказательств на месте инцидента следователь назначает ответственных лиц из CIFS и OPES (Office of Police Forensic Science). Нерадиоактивные вещественные доказательства изучаются в лабораториях судебной экспертизы: OPES и CIFS (отпечатки пальцев, ДНК, взрывоопасные остатки, краски и другие химические вещества). Вещественные доказательства, загрязненные ЯРМ, исследуются в OAP.

В докладе [18] тот же докладчик, который представлял результаты исследования [12] на конференции МАГАТЭ 2014 г., подтвердил снова, что правоохранительные органы Великобритании при расследовании уголовных дел, связанных с ЯРМ, приняли за основу хорошо отлаженные экспертами в области традиционной криминалистики процедуры действий на месте преступления. В сотрудничестве с научно-техническими организациями, специализирующимися на обращении с ЯРМ, правоохранительные органы адаптировали эти процедуры для их использования и на месте радиологического преступления. В результате эксперты-криминалисты при поддержке соответствующих специалистов по ЯРМ могут безопасно работать на месте преступления, в том числе изымать предметы, загрязненные ЯРМ.

Для повышения оперативности и эффективности исследования разработаны процедуры, позволяющие проводить детальное обследование на месте инцидента предметов большого размера, которые не могут быть отправлены в лабораторию, например автомобилей. Возможности криминалистического анализа на месте инцидента (MFAC – Mobile Forensic Analysis Capability) основаны на использовании традиционного криминалистического тента, в который добавлена защитная оболочка. С помощью MFAC может быть выполнен широкий

спектр традиционных криминалистических исследований, включая выявление следов рук химическими методами.

В работе [19] отмечено, что связи между ядерной криминалистикой и традиционной криминастикой были тщательно рассмотрены в ИТЭ, еще в 2006 г. Например, уже тогда был поднят вопрос о том, как собирать и исследовать радиоактивно загрязненные вещественные доказательства после взрыва грязной бомбы. Совместно с Федеральной уголовной полицией Германии (ВКА-Bundeskriminalamt) был разработан и установлен специальный перчаточный бокс, в котором можно обрабатывать следы рук на радиоактивно загрязненных предметах в соответствии с установленными полицией протоколами. Кроме того, были разработаны и протестированы установки для извлечения цифровой информации с электронных устройств.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что, несмотря на отсутствие внятных публикаций об объединении усилий экспертов в области традиционной криминалистики и специалистов по ЯРМ при расследовании уголовных дел, очевидна общая тенденция к отработке такого объединения. Отсутствие публикаций и докладов на международных форумах о реальных уголовных делах, в расследование которых такое объединение внесло бы определяющий вклад, можно объяснить невозможностью или нежеланием государств делиться информацией о таких расследованиях.

В странах, в которых нет активной ядерной деятельности, по всей видимости, актуальной задачей является не только объединение усилий экспертов-криминалистов со специалистами по ЯРМ, но и в большей степени объединение усилий всех специалистов-аналитиков, которые могут внести вклад в идентификацию задержанных ЯРМ. В работе [20] отмечено, что в республике Молдова за последние восемь лет были зарегистрированы пять преступлений с незаконным оборотом ЯРМ. При этом нестабильная и напряженная геополитическая ситуация в регионе, развитие информационных технологий, облегчающих доступ к информации о ЯРМ, а также недостаточная профессиональная подготовка персонала, участвующего в действиях по предотвращению и реагированию на опасности и угрозы ЯРМ и т.д., обуславливают возможность новых инцидентов.

Поскольку страна не ведет активной ядерной деятельности, то и не было нужды в создании лаборатории, в которой были бы сосредоточены все передовые аналитические методы исследования ЯРМ, и которую можно было бы подключить к работам по идентификации задержанных материалов. Поэтому для проведения первоначального анализа материала, конфискованного в 2010 и 2011 г., было задействовано Национальное агентство по регулированию ядерной и радиологической деятельности, а с целью проведения более детального анализа конфискованный материал был отправлен в Федеральное бюро расследований США и в ИТЭ.

Анализ материалов, конфискованных в период с 2014 г. и по настоящее время, проводился с использованием внутреннего ресурса, распределенного по различным национальным ведомствам. В докладе не представлены результаты анализа реальных конфискованных ЯРМ и перечень учреждений, которые его осуществили, но приведена информация о мобилизации ресурса для представительства республики в учениях СМХ-4 и СМХ-5, организатором которых являлась Международная рабочая группа по ядерной криминалистике (ITWG – Nuclear Forensics International Technical Working Group).

Результаты участия республики Молдова в учениях СМХ-4 и СМХ-5 показали, что в стране есть возможность выполнения экспертизы ЯРМ с применением многих основных аналитических методов. При этом в учениях вовлеклись лаборатории разных национальных учреждений: Лаборатория электронной микроскопии Технического университета Молдовы, Технично-криминалистический центр судебных экспертиз, Лаборатория радиационной защиты Министерства сельского хозяйства, регионального развития и окружающей среды, Лаборатория механических свойств материалов Академии наук Молдовы, Лаборатория кристаллографии Государственного университета Молдовы.

Таким образом, этот пример подтвердил тенденцию и целесообразность, по крайней мере, для стран, не осуществляющих активной ядерной деятельности, мобилизации ресурса, распределенного по разным национальным ведомствам и организациям, для решения задач ядерной криминалистики. Кроме того, он показал и необходимость налаживания взаимодействия специалистов разного профиля для успешного анализа материалов и расследования преступлений, связанных с ЯРМ.

Развитие методического обеспечения ядерно-криминалистической экспертизы

Можно отметить, что по сравнению с докладами 2014 г. в докладах 2019 г. не только вырос перечень аналитических методов, примененных странами при расследовании реальных инцидентов с ЯРМ и в международных учениях, но по применению некоторых методов в решении ядерно-криминалистических задач к 2019 г. уже разработаны рекомендации. В докладе [21] приведен список руководящих документов по методам ядерной криминалистики, разработанных в помощь экспертам специалистами ITWG.

Более того, в докладе [22] подвергнута сомнению принятая с конца 1990-х гг. схема применения методов при исследовании образцов. В частности, показано, что следование этой схеме существенно замедляет процесс получения важных для расследования уголовного дела результатов. Развитие новых подходов к анализу образцов ЯРМ и вещественных доказательств, загрязненных

ЯРМ, позволили получить принципиально новые результаты и в значительно более короткие сроки. Например, тот факт, что урановые таблетки изготовлены из смеси урановых материалов с разным изотопным составом, устанавливается в течение нескольких часов по результатам анализа маленьких фрагментов таблеток (порядка 100 мг) методом масс-спектрометрии с ионизацией в индуктивно связанной плазме.

Изотопный состав урана в материалах с максимальной и с минимальной концентрацией урана-235, использованных при изготовлении смесевой топливной таблетки, с помощью метода МСВИ и при специальной подготовке исследуемых препаратов определяется в течение первых суток исследования. А сочетание методов МСВИ и РЭМ-РМА позволяет определить и всю номенклатуру использованных урановых материалов.

Подготовка кадров

Еще одной тенденцией в развитии ядерной криминалистики, проявившейся на обоих форумах МАГАТЭ, но особенно на совещании 2019 г., явилось осознание необходимости подготовки кадров. МАГАТЭ оказывает государствам-членам различные виды помощи в подготовке кадров, например, в рамках программы развития кадрового потенциала по ядерной криминалистике, включающей четыре уровня [23]:

- Семинары по введению в ядерную криминалистику — учебный курс, имеющий целью ознакомление участников с ролью ядерной криминалистики в контексте национального плана реагирования на инциденты, связанные с ЯРМ вне нормативного контроля, а также с задачами и методами ядерно-криминалистической экспертизы.
- Учебные курсы по методам исследования ЯРМ с предоставлением инструкций по аналитическим измерениям, относящимся к ядерно-криминалистической экспертизе, выполняемым методами гамма-спектрометрии, альфа-спектрометрии и РЭМ-РМА.
- Курсы МАГАТЭ по методологии ядерной криминалистики. Их задача — предоставление технической информации и обучение практикующих специалистов методам анализа ядерных и других радиоактивных образцов для судебной экспертизы.
- Стажировки специалистов разных стран в признанных ядерно-криминалистических лабораториях (Центрах сотрудничества) с выполнением заданий, связанных с исследованием ЯРМ. Это наиболее продвинутая форма обучения ядерной криминалистике. Стажировки включают в себя всеобъемлющий обзор и оценку

масштабов ядерной судебной экспертизы, обучение методам и методикам, используемым в ядерно-криминалистической экспертизе, а также выполнение практических заданий, выдаваемых стажерам персоналом лабораторий.

В докладе [24] сообщается о многолетнем сотрудничестве Центра энергетических исследований, Академии наук Венгрии с МАГАТЭ в области ядерной криминалистики. В результате, этот Центр в 2016 г. получил статус Центра сотрудничества с МАГАТЭ. Основные задачи таких центров — оказание технической помощи государствам-членам МАГАТЭ, участие в научных программах в области ядерной криминалистики и проведение различных учебных мероприятий по программам Агентства. Венгерский центр проводит по программам МАГАТЭ недельные учебные курсы по методам исследования ЯРМ и стажировки специалистов продолжительностью два с половиной месяца. Аналогичные партнерские отношения с МАГАТЭ установлены и Ливерморской лабораторией им. Лоуренса [25].

ВЫВОДЫ

Таким образом, анализ материалов конференции и технического совещания МАГАТЭ позволяет определить основные тенденции развития ядерной криминалистики как на национальном, так и на региональном и международном уровнях:

- развитие кооперации правоохранительных органов со специалистами по ЯРМ, в том числе взаимодействия экспертов-криминалистов со специалистами по ЯРМ при осмотре места происшествия, исследовании вещественных доказательств;
- применение в исследовании задержанных ЯРМ и вещественных доказательств, загрязненных следовыми количествами ЯРМ, не только радиометрических методов, но и все большего количества методов развитых для решения самых разных задач материаловедения. Проверка информативности этих методов в сличительных экспериментах, в том числе в международных учениях;
- мобилизация странами, не ведущими активной ядерной деятельности, национального ресурса, рассредоточенного по разным ведомствам и организациям, и в случае недостаточности этого ресурса обращение этих стран за помощью к странам с развитыми методами и методиками исследования ЯРМ;
- осознание необходимости подготовки кадров и привлечения к этой деятельности ресурса международных и иностранных организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Niemeyer S., Koch L. The Historical Evolution of Nuclear Forensics: A Technical Viewpoint. International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/117.
2. Fanghänel T., et al. 20 Years of Nuclear Forensics at ITU: Between R&D and Case Work. International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/044.
3. Wallenius M., Mayer K., Varga Z. Nuclear forensics investigations on contaminated scrap metal. ITWG-15. 2010.
4. Balan I. Establishing of Nuclear Forensics Capacity in Republic of Moldova. International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/020.
5. Chelidze L., Nabakhtiani G. National security system to combat nuclear and radiation threats in Georgia. International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/108.
6. Orlokh D. The use of the radioactive isotopes for cheating in gambling – an interaction between different authorities. International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/109.
7. Nikolaki M. et al. Challenges in identifying radioactive material in scrap metal. International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/033.
8. Boyd C.O., Countering the evolving threat of nuclear and other radioactive material out of regulatory control: Jamaica's experience. International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/035.
9. Ziliukas J., et al. Search and investigation of orphan sources in Lithuania. International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/034.
10. Mogafe P.R. et al., South Africa's Nuclear Forensics Response Plan Step 1 - In Support of Nuclear Security Investigations. International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/084.
11. Abuissa M., et al., Lessons Learned from Moleta Incident. International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/030.
12. Graham G.A., et al. Developing traditional forensic science exploitation of contaminated exhibits recovered from a nuclear security event. International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/036.
13. Kovacs-Szeles E., Kovacs A., Volgysei P. Nuclear Forensics Capability Building in Hungary. IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 20–21.
14. Kroeger E.A., et al. Nuclear forensics in practice: A recent case and advances in non-destructive analysis in the field. IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 10–11.
15. Dinu E., Apostol A. Implementing Nuclear Forensics In a Civil Law System Country: Case Study Romania. IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 17–18.
16. Elish E., Radiological Crime Scene – From the Arena to the Laboratory. IAEA-TECDOC Series-1896, Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 14–15.
17. Mungpayaban H., et al. Development of a standard operating procedure of nuclear forensics to strenghten the capability on prevention and deterrence of nuclear terrorism. IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 79–81.
18. Graham G., et al. Conventional Forensic Science Support to a Nuclear Security Event. IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 5–6.
19. Wallenius M., et al., Nuclear Forensics at JRC -from ad-hoc analysis to full-grown discipline. IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 3–4.
20. Nitrean A. Development of interagency cooperation for forensic examinations in Moldova. IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 56–57.
21. Schwantes J., Corbey J., Marsden O. Twenty years of collaborative materials exercises of the Nuclear Forensics International Technical Working Group, IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 7.
22. Zhizhin K., Kuchkin A., Stebelkov V. From the experience of nuclear forensics researches and examinations performed by "Laboratory for microparticle analysis". IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 45–46.
23. Rueanngoen A., Changkrueng K., Mungpayaban H. IAEA Human Resource Development Program. IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 36–37.
24. Ivanov I., et al. Introduction of the IAEA Residential Assignment Program for nuclear forensics hosted by MTA EK in Hungary. IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 32–33.
25. Treinen K., et al. IAEA Residential Assignment for human capacity building: experiences of an Argentinian mass spectrometrists at Lawrence Livermore National Laboratory, USA. IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 34–35.

REFERENCES

1. Niemeyer S, Koch L. The Historical Evolution of Nuclear Forensics: A Technical Viewpoint. *International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/117.
2. Fanghänel T, et al. 20 Years of Nuclear Forensics at ITU: Between R&D and Case Work. *International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/044.
3. Wallenius M, Mayer K, Varga Z. Nuclear forensics investigations on contaminated scrap metal. ITWG-15. 2010.
4. Balan I. Establishing of Nuclear Forensics Capacity in Republic of Moldova. *International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/020.
5. Chelidze L, Nabakhtiani G. National security system to combat nuclear and radiation threats in Georgia. *International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/108.
6. Orlokh D. The use of the radioactive isotopes for cheating in gambling – an interaction between different authorities. *International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/109.
7. Nikolaki M. et al. Challenges in identifying radioactive material in scrap metal. *International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/033.
8. Boyd CO. Countering the evolving threat of nuclear and other radioactive material out of regulatory control: Jamaica's experience. *International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/035.
9. Ziliukas J, et al. Search and investigation of orphan sources in Lithuania. *International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/034.
10. Mogafe PR. et al. South Africa's Nuclear Forensics Response Plan Step 1 - In Support of Nuclear Security Investigations. *International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/084.
11. Abuissa M, et al. Lessons Learned from Moleta Incident. *International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/030.
12. Graham GA, et al. Developing traditional forensic science exploitation of contaminated exhibits recovered from a nuclear security event. *International Conference IAEA. Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna, 2014. IAEA-CN-218/036.
13. Kovacs-Szeles E., Kovacs A, Volgysei P. Nuclear Forensics Capability Building in Hungary. *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 20–21.
14. Kroeger EA, et al. Nuclear forensics in practice: A recent case and advances in non-destructive analysis in the field. *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 10–11.
15. Dinu E, Apostol A. Implementing Nuclear Forensics In a Civil Law System Country: Case Study Romania. *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 17–18.
16. Elish E. Radiological Crime Scene – From the Arena to the Laboratory. *IAEA-TECDOC Series-1896, Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 14–15.
17. Mungpayaban H, et al. Development of a standard operating procedure of nuclear forensics to strenghten the capability on prevention and deterrence of nuclear terrorism. *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 79–81.
18. Graham G, et al. Conventional Forensic Science Support to a Nuclear Security Event. *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 5–6.
19. Wallenius M, et al. Nuclear Forensics at JRC –from ad-hoc analysis to full-grown discipline. *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 3–4.
20. Nitrean A. Development of interagency cooperation for forensic examinations in Moldova. *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 56–57.
21. Schwantes J, Corbey J, Marsden O. Twenty years of collaborative materials exercises of the Nuclear Forensics International Technical Working Group. *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 7.
22. Zhizhin K, Kuchkin A, Stebelkov V. From the experience of nuclear forensics researches and examinations performed by "Laboratory for microparticle analysis". *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 45–46.
23. Rueanngoan A, Changkrueng K, Mungpayaban H. IAEA Human Resource Development Program. *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 36–37.
24. Ivanov I, et al. Introduction of the IAEA Residential Assignment Program for nuclear forensics hosted by MTA EK in Hungary. *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 32–33.
25. Treinen K, et al. IAEA Residential Assignment for human capacity building: experiences of an Argentinian mass spectrometrists at Lawrence Livermore National Laboratory, USA. *IAEA-TECDOC Series-1896. Nuclear Forensics: Beyond the Science*. Vienna, 2020. Supplementary files. P. 34–35.

ОБ АВТОРАХ

***Владимир Альвианович Стебельков**, кандидат технических наук; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4360-1258>;
e-mail: v.stebelkov@lma.su

Алина Ивановна Нитрян, e-mail: nitreanalina@gmail.com

AUTHORS INFORMATION

Vladimir A. Stebelkov, PhD;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4360-1258>;
e-mail: v.stebelkov@lma.su

Alina I. Nitrean, e-mail: nitreanalina@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author