

Радиационные аварии, связанные с нарушением правил сбора и оборота лома черных и цветных металлов, в Российской Федерации в 2010–2023 гг.

А.В. Громов, А.М. Библин, К.А. Седнев, Р.Р. Ахматдинов

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

В работе проведены обобщение, анализ и гигиеническая оценка сведений о радиационных авариях, связанных с нарушением правил сбора и оборота лома черных и цветных металлов, произошедших на территории Российской Федерации за период с 2010 по 2023 годы и представленных в банке данных радиационных аварий и инцидентов Информационно-аналитического центра Роспотребнадзора по радиационной безопасности. На территории Российской Федерации за рассматриваемый период в 41-ом субъекте зарегистрирован 971 случай возникновения радиационных аварий, связанных нарушением правил сбора и оборота металлолома. Наибольшее количество случаев зарегистрировано в Вологодской (206), Свердловской (178) областях, Хабаровском крае (150), г. Санкт-Петербурге (116) и Оренбургской области (52). Ежегодное количество случаев таких радиационных аварий за последние 14 лет неуклонно снижалось (среднегодовой темп снижения составил 12 %). Основными источниками радиоактивного загрязнения металлолома являлись: фрагменты различной радиационной техники; трубы и технологическое оборудование, использованное в нефтегазовой промышленности и подвергшееся радиоактивному загрязнению в процессе их эксплуатации природными радионуклидами (в основном ^{226}Ra и его соли); приборы со светомассой постоянного действия на основе солей ^{226}Ra . В выявленных источниках в большинстве случаев идентифицировались радионуклиды ^{226}Ra (63%), ^{137}Cs (12%), ^{60}Co (9%), ^{238}U (9%), в единичных случаях ^{241}Am , ^{232}Th , ^{90}Sr . В 66% выявленных случаев значения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на поверхности источников превышали 1 мкЗв/ч, в 27% — 10 мкЗв/ч, в 7% — 100 мкЗв/ч; в пяти — 1 мЗв/ч и достигали 8,8 мЗв/ч. Установлено, что в течение всего исследуемого периода времени выявляются источники ионизирующих излучений, представляющие потенциальную угрозу для здоровья населения. В 14-ти случаях в металлоломе был выявлен радиоактивно загрязненный металлический скрап, что свидетельствует о произошедших фактах переплавки источников ионизирующего излучения, обстоятельства которых не были расследованы, а возможные негативные последствия для человека не были определены. В 64% зарегистрированных радиационных аварий партии металлолома, в которых были обнаружены источники ионизирующих излучений, сопровождалась протоколами радиационного контроля аккредитованных лабораторий, которые подтверждали соответствие продукции требованиям санитарных норм и правил. Таким образом, несмотря на нерешенную к настоящему времени проблему выдачи положительных протоколов аккредитованными лабораториями на партии металлолома, несоответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, существующая отечественная система обеспечения радиационной безопасности населения при заготовке и реализации металлолома позволяет выявлять подобные нарушения, что подтверждает ее эффективность и актуальность. Даны предложения органам и организациям Роспотребнадзора по совершенствованию аварийного реагирования при расследовании радиационных аварий подобного типа.

Ключевые слова: внеочередные донесения, источник ионизирующего излучения, металлолом, радиационная авария, радионуклид.

Введение

Металлолом является важным исходным материалом для металлургической промышленности. Значимость лома черных и цветных металлов в качестве сырья для производства металлопродукции подчеркивается в Стратегии разви-

тия металлургии России¹. Мировая металлургическая ассоциация оценивает мировое потребление лома в сталеплавильном производстве в 650 млн. тонн в год [1]. Число металлургических предприятий, которые используют металлолом для переплавки, исчисляется десятками тысяч [2]. В российской отрасли лома черных и цветных металлов ве-

¹Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2022 № 4260-р Об утверждении Стратегии развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 г. [Decree of the Government of the Russian Federation dated December 28, 2022, No. 4260-r Strategy for the Development of Metallurgical Industry of the Russian Federation for the period up to 2030 (In Russ.).]

Громов Алексей Валерьевич

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева

Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: a.gromov@niirg.ru

дуг операции более 5000 предприятий, число занятых превышает 60 тыс. человек [3]. Металлолом и продукты металлопереработки являются предметом трансграничных перевозок.

В случае нарушения требований радиационной безопасности при обращении с металлоломом могут возникнуть ситуации, которые приводят к загрязнению конечной металлургической продукции и окружающей среды, дополнительному облучению работников металлургических производств и населения [2, 4].

За рубежом целый ряд радиационных аварий (РА), значимых с медицинской и социально-экономической точки зрения, был связан с отсутствием надлежащего радиационного контроля металлолома: Таиланд, 1982 [5, 6], Мексика, 1983 [2, 7], Бразилия, 1987 [2, 7, 8], Турция, 1988 [2, 9], Таиланд, 2000 [2, 10], Индия, 2010 [11, 12].

В СССР в 1989 г. в результате несанкционированного поступления источника ^{137}Cs в плавильную печь были загрязнены отдельные цеха и территории Подольского завода цветных металлов [13, 14]. Работы по реабилитации территории завода были проведены в 2015 году. В ходе работ было отсортировано более 23000 м³ загрязненного радионуклидами грунта и металлоконструкций, реабилитировано около 13000 м² территории.

В Российской Федерации выстроена система обеспечения радиационной безопасности при обращении с металлоломом. Постановлением Правительства Российской Федерации от 28 мая 2022 г. № 980 утверждены «Правила обращения с ломом и отходами черных и цветных металлов и их отчуждения», в соответствии с которыми на объектах по приему лома и отходов черных и (или) цветных металлов должны проводиться радиационный контроль каждой партии лицами, прошедшими соответствующую подготовку и аттестацию, с использованием поверенных средств измерений; находиться и предъявляться по требованию контрольных (надзорных) органов инструкции о порядке проведения радиационного контроля лома и отходов черных и (или) цветных металлов и о порядке действий при обнаружении радиоактивных лома и отходов черных и (или) цветных металлов.

Приказом Минздрава Российской Федерации от 10.04.2001 № 114 введены в действие санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности при заготовке и реализации металлолома², которые регламентируют организацию и порядок проведения радиационного контроля металлолома, обследование транспортных средств (оборудования), предназначенных к разделке на металлолом, а также порядок оформления на них санитарно-эпидемиологического заключения.

Цель исследования – анализ информации о радиационных авариях, связанных с нарушением правил сбора и оборота лома черных и цветных металлов, произошедших в Российской Федерации за период с 2010 по 2023 гг.

Исходными данными для анализа являлась информация из банка данных радиационных аварий и инцидентов Информационно-аналитического центра Роспотребнадзора по радиационной безопасности³, формируемого за счет поступления и регистрации данных из внеочередных донесений, направляемых Управлениями Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации в Информационно-аналитический центр Роспотребнадзора по радиационной безопасности, функционирующего на базе ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева [15].

Результаты

На территории Российской Федерации за период с 2010 по 2023 годы в 41-ом субъекте зарегистрирован 971 случай возникновения РА, связанных нарушением правил сбора и оборота лома черных и цветных металлов. География возникновения РА проиллюстрирована на рисунке 1.

Наибольшее количество случаев выявления радиоактивно-загрязненного металлолома с зарегистрировано в Вологодской (206), Свердловской (178) областях, Хабаровском крае (150), Санкт-Петербурге (116) и Оренбургской области (52).

Для оценки динамики возникновения РА с металлоломом и исключения влияния случайных факторов при оценке тенденции был рассчитан среднегодовой темп прироста и произведено аналитическое выравнивание динамического ряда методом наименьших квадратов, результаты которого отражены на рисунке 2. Динамические показатели РА, связанных с нарушением правил сбора и оборота металлолома, отличаются отрицательными значениями (среднегодовой темп снижения составил 12%), что свидетельствует о неуклонной убыли количества случаев за последние 14 лет. Связано это может быть с тем, что пик объемов заготовки металлолома в стране пройден в 2004–2006 гг., когда осуществлялся массовый вывод из эксплуатации металлоемких объектов и оборудования, построенных в советское время [16, 17]. В настоящее время продолжается снижение объемов заготовки такого металлолома.

Основными источниками радиоактивного загрязнения металлолома являлись: фрагменты различной радиационной техники, в том числе блоки источников гамма-излучения, используемые в радиоизотопных приборах, дефектоскопах, а также транспортно-перезарядные контейнеры; трубы и технологическое оборудование, использованное в нефтегазовой промышленности, подвергшееся радиоактивному загрязнению в процессе их эксплуатации природными радионуклидами (в основном ^{226}Ra и его соли); приборы со светомассой постоянного действия на основе солей ^{226}Ra . В выявленных источниках ионизирующего излучения (ИИИ) в большинстве случаев идентифицировались радионуклиды ^{226}Ra (63%), ^{137}Cs (12%), ^{60}Co (9%), ^{238}U (9%), в единичных случаях ^{241}Am , ^{232}Th , ^{90}Sr .

² СанПиН 2.6.1.993-00 «Гигиенические требования к обеспечению радиационной безопасности при заготовке и реализации металлолома», утвержденные приказом Минздрава Российской Федерации от 10.04.2001 № 114 (зарегистрировано Минюстом России 08.05.2001) в редакции СанПиН 2.6.1.2525-09 «Изменения № 1 к СанПиН 2.6.1.993-00», утвержденных Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14.07.2009 № 49 (зарегистрировано Минюстом России 12.08.2009 №14520) (далее – СанПиН 2.6.1.993-00) [Sanitary Rules and Norms (SanPiN) 2.6.1.993-00 "Hygienic Requirements for Ensuring Radiation Safety in the Collection and Sale of Scrap Metal," approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 114 dated April 10, 2001 (registered by the Ministry of Justice of Russia on May 8, 2001), as amended by SanPiN 2.6.1.2525-09 "Amendment No. 1 to SanPiN 2.6.1.993-00," approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 49 dated July 14, 2009 (registered by the Ministry of Justice of Russia on August 12, 2009, No. 14520) (hereinafter referred to as SanPiN 2.6.1.993-00) (In Russ.)]

³ Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 23.12.2013 № 968 «О совершенствовании реагирования в случае возникновения радиационной аварии». [Order of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-Being of 23.12.2013 No. 968 "On Improving Response in the Event of a Radiation Accident". (In Russ.)]



Рис. 1. География распространения РА, связанных нарушением правил сбора и оборота лома черных и цветных металлов, по субъектам Российской Федерации

[Fig. 1. Geography of radiation events associated with violation of the rules of gathering and recycling of ferrous and non-ferrous metal scrap by subjects of the Russian Federation]

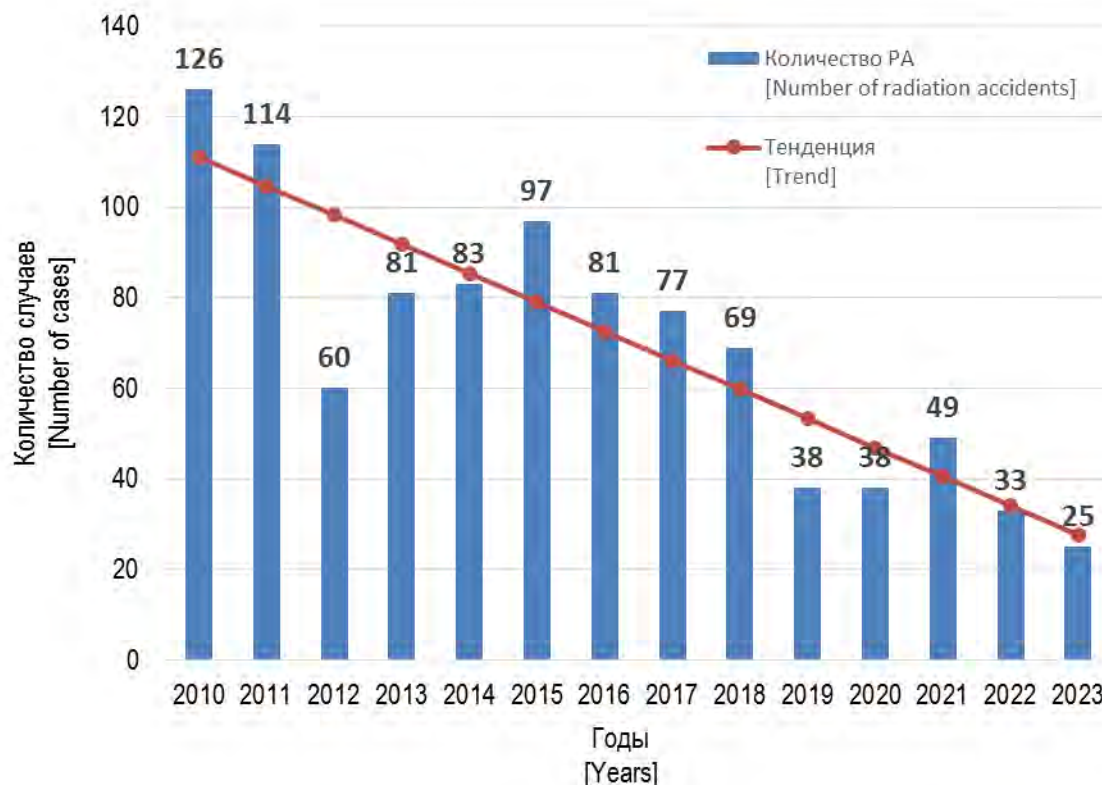


Рис. 2. Динамика числа РА, связанных нарушением правил сбора и оборота лома черных и цветных металлов, зафиксированных в России

[Fig. 2. Dynamics of the number of radiation events associated with violation of the rules of gathering and recycling of ferrous and non-ferrous metal scrap]

Согласно данным, представленным в таблице, в 66% выявленных случаев значения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД ГИ) на поверхности ИИИ (с учетом вычета природного фона) превышали 1 мкЗв/ч, что в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями⁴ для изъятия и утилизации ИИИ требует привлечения специализированных организаций или специально подготовленных сотрудников, отнесенных к персоналу группы А. В 27% случаев значения МАЭД ГИ превышали 10 мкЗв/ч, в 7% – 100 мкЗв/ч. В пяти случаях значения МАЭД ГИ превышали 1 мЗв/ч и достигали 8,8 мЗв/ч.

Анализ представленных данных свидетельствует о том, что несмотря на ежегодный спад количества РА, связанных с нарушением правил сбора и оборота металлолома, до сих пор выявляются ИИИ, значения МАЭД ГИ от которых имеют достаточно высокие уровни, вследствие которых при непродолжительном контакте (от десятка минут до нескольких часов) человек получил дозу, превышающую основной предел дозы в 1 мЗв/год для населения⁵. Последний случай произошел в 2023 году в Ростовской области, где МАЭД ГИ от ИИИ составила 1,3 мЗв/ч. Таким образом, выявляемые ИИИ в металлоломе, представляют угрозу для здоровья населения.

В 14-ти случаях в металлоломе был выявлен радиоактивно загрязненный металлический скрап (зашлакованные отходы), образующийся в металлургии в результате плавки металлов, значения МАЭД ГИ на поверхности которого достигали 121 мкЗв/ч. Данные случаи свидетельствуют о произошедших фактах переплавки ИИИ, обстоятельства которых не были расследованы, а возможные негативные последствия не были определены.

Характер протекания и последствия радиационной аварии, произошедшей в результате плавки металлолома, содержащего ИИИ, в первую очередь зависит от свойств радионуклидов [4]. Так определено, что при переплавке ⁶⁰Со, 95% его активности переходит в конечный продукт плавки, поставляемый потребителям, в том числе населению. В отношении ¹³⁷Cs отмечено, что 50% его активности переходит в газопылевую фракцию, тем самым формируя радиоактивные выбросы в атмосферу, объемы которых зависят от активности переплавленного ИИИ, а также типа и конструкции плавильного агрегата, при этом в конечный продукт переходят следовые активности ¹³⁷Cs.

⁴Пункт 3.7 СанПиН 2.6.1.993-00. [Paragraph 3.7 of SanPiN 2.6.1.993-00 (In Russ.)]

⁵Пункт 3.1.2 СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 07.07.2009 № 47 (зарегистрировано Минюстом России 14.08.2009, регистрационный № 14534) [Paragraph 3.1.2 Norms of radiation safety (NRB-99/2009). Sanitary rules and norms SanPiN 2.6.1.2523-09. Approved by the resolution of the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation of 07.07.2009 No. 47. (In Russ.)]

Распределение количества РА по диапазонам МАЭД ГИ, измеренных на поверхности ИИИ

[Table]

Distribution of the radiation events number by ambient dose equivalent rate ranges measured on the surface of radiation source]

Год [Year]	Диапазоны МАЭД ГИ на поверхности ИИИ, мкЗв/ч [Ambient dose equivalent rate ranges on the surface of radiation source, $\mu\text{Sv/h}$]					
	н/д [n/a]	< 1	$\geq 1 - < 10$	$\geq 10 - < 100$	$\geq 100 - < 1000$	≥ 1000
2010	2	32	55	29	7	1
2011	–	33	51	23	6	1
2012	–	18	24	13	5	–
2013	1	23	33	13	10	1
2014	–	19	38	17	9	–
2015	–	41	40	16	–	–
2016	–	30	31	14	6	–
2017	–	41	26	7	3	–
2018	–	27	26	15	1	–
2019	–	16	6	14	2	–
2020	–	12	18	7	1	–
2021	–	19	11	15	3	1
2022	–	10	13	6	4	–
2023	–	6	9	7	2	1
Общий итог [Total]	3	327	381	196	59	5

К примеру, в 2-х случаях (один из них выявлен в 2022 году) в металлическом скрапе был идентифицирован радионуклид ^{137}Cs , что может свидетельствовать о переплавке ИИИ, содержащего ^{137}Cs , и, соответственно, о наличии радиоактивных выбросов на предприятии, на котором данный ИИИ был переплавлен. Таким образом, при выявлении радиоактивно загрязненного скрапа в металлоломе рекомендуется проводить санитарно-эпидемиологическое расследование по установлению местонахождения организации, в которой мог образоваться данный скрап, и определению круга лиц, осуществлявших переплавку ИИИ, для последующего проведения радиационного обследования населения и территорий, которые потенциально могли подвергнуться радиоактивному загрязнению.

5 апреля 2013 г. на Электростальском заводе тяжелого машиностроения (ОАО «ЭЗТМ») в г. Электросталь (Московская область) на участке цветного литья в разогретую печь для переплавки лома металла был загружен защитный контейнер радионуклидного дефектоскопа, содержащий мощный ИИИ с радионуклидом ^{137}Cs . По предварительным оценкам активность ИИИ находилась в пределах 500 Ки. В результате плавки ИИИ через вентиляционную трубу плавильной печи вместе с дымом произошел выброс ^{137}Cs в атмосферу и осаждение его на территории центральной площадки ОАО «ЭЗТМ» и территории жилой застройки г.о. Электросталь, образуя обширное радиоактивное загрязнение. По грубым оценкам активность выброса ^{137}Cs составила до 50 Ки. Значения МАЭД внутри цеха, где произошла плавка ИИИ, достигали 100 мЗв/ч на расстоянии

0,1 м от измеряемой поверхности плавильного агрегата, на центральной площадке ОАО «ЭЗТМ» достигали 120 мкЗв/ч, за пределами завода на территориях жилой застройки г. Электросталь – до 1,3 мкЗв/ч, общественных зданий – до 5,5 мкЗв/ч [18, 19]. Сотрудниками ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева было проведено радиационное обследование работников предприятия и оценены их дозы внутреннего облучения. Согласно проведенным оценкам у четырех сотрудников предприятия доза внутреннего облучения превышала 1 мЗв/год и достигала 1,4 мЗв/год. Факт радиационной аварии был установлен только 12.04.2013 г., т.е. в течение недели с момента возникновения РА не предпринималось никаких мер по обеспечению радиационной защиты населения. В связи с этим есть основания полагать, что сотрудники, участвовавшие в переплавке ИИИ, и работники, принимавшие участие в погрузке, транспортировке ИИИ, в особенности работники, которые чистили печь от остатков продуктов плавления ИИИ и не входили в число обследованных работников, которые могли получить дозы техногенного облучения на 1–2 порядка превышающие установленный максимальный предел дозы 5 мЗв/год.

В период с 2011 по 2013 гг. в 14 субъектах Российской Федерации в квартирах жилых домов выявлялись счетчики расхода горячей (СВ-15Г) и холодной воды (СВ-15Х), комплектующие части (комплект присоединительной арматуры) которых были изготовлены из металла, загрязненного ^{60}Co . Всего за рассматриваемый период выявлено 2155 радиоактивно загрязненных приборов. Максимальные значения МАЭД на поверхности приборов в разных субъек-

тах Российской Федерации колебались от 0,5 до 17,1 мкЗв/ч. Радиоактивно загрязненные счетчики расхода воды были изъяты и направлены на захоронение. Дополнительно производителем счетчиков было передано на захоронение 3714 единиц радиоактивно загрязненных комплектующих.

В большинстве случаев выявления РА (64%) партии металлолома, в которых были обнаружены ИИИ, сопровождались протоколами радиационного контроля аккредитованных лабораторий, которые подтверждали соответствие продукции требованиям санитарных норм и правил. В 12% случаях на партии металлолома отсутствовали документы, подтверждающие проведение радиационного контроля, что свидетельствует о том, что радиационный контроль данного металлолома не проводился. В 24% случаях в донесениях не указывалась информация о наличии или отсутствии протоколов радиационного контроля.

Заключение

Проведенный анализ показал, что за последние 14 лет отмечается устойчивый спад количества РА, связанных с нарушением правил сбора и оборота металлолома. Тем не менее, до сих пор регистрируются случаи выявления ИИИ в металлоломе, представляющих угрозу для здоровья населения. Обнаружение радиоактивно загрязненного металлического скрапа в металлоломе свидетельствует о свершившихся фактах переплавки ИИИ, характер и масштабы возможных негативных последствий которых, в первую очередь, зависят от свойств радионуклидов, содержащихся в ИИИ.

Установлено, что за рассматриваемый период в большинстве зарегистрированных случаев выявления ИИИ в металлоломе при их расследовании систематически выявлялись нарушения санитарно-эпидемиологических требований⁶, связанные с достоверностью проведения производственного радиационного контроля металлолома. Ежегодно в 52–77% случаях выявления ИИИ в металлоломе, партии металлолома сопровождались протоколами аккредитованных лабораторий о соответствии продукции гигиеническим нормативам⁷. Это свидетельствует о том, что при заготовке и реализации металлолома радиационная безопасность населения не обеспечивается полностью, имеется нерешенная проблема, степень опасности которой усугубляется систематичностью ее проявления. Выдача положительных протоколов аккредитованных лабораторий на партии металлолома, несоответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям⁸, увеличивает риск возникновения радиационных аварий, связанных с переплавкой металлолома, содержащего ИИИ, и выбросом радионуклидов в окружающую среду в опасных для человека концентрациях.

Таким образом, полученные результаты анализа РА, связанных с нарушением правил сбора и оборота металлолома, показали, что существующая отечественная система обеспечения радиационной безопасности населения при заготовке и реализации металлолома сохраняет по настоящее время свою эффективность и актуальность.

С целью предупреждения возникновения РА, связанных с нарушением правил сбора и оборота металлолома, и со-

вершенствования аварийного реагирования органов и организаций Роспотребнадзора рекомендуется:

- усилить надзор за организацией и проведением радиационного контроля организациями, осуществляющими деятельность по заготовке и реализации лома черных и цветных металлов;
- при выявлении радиоактивно загрязненного скрапа в металлоломе проводить дополнительное расследование по установлению местонахождения организации, в которой мог образоваться данный скрап, и круга лиц, осуществлявших переплавку ИИИ, с целью последующего проведения комплексного радиационного обследования населения, территории и оборудования самой организации, а также прилегающих к ней территорий для оценки последствий РА и принятия решения о необходимости проведения защитных мероприятий;
- направлять в Росаккредитацию информацию о зарегистрированных случаях несоответствия протоколов испытаний на партии металлолома фактическим показателям радиационной обстановки, как о факте некомпетентности аккредитованных лиц и их несоответствия критериям аккредитации;
- повысить качество информации о РА, предоставляемой во внеочередных донесениях, путем дополнительного указания следующих данных: радионуклидный состав ИИИ; измеренные на поверхности ИИИ значения МАЭД ГИ; наличие или отсутствие протоколов радиационного контроля на партию металлолома, в которой был выявлен ИИИ.

Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей

Громов А.В. – разработка дизайна исследования, обобщение и анализ информации из Базы данных по радиационным авариям и инцидентам, написание текста статьи, формирование окончательного варианта статьи и представление в редакцию журнала.

Библин А.М. – разработка дизайна исследования, анализ литературных данных, представление соответствующих материалов в статью, систематизация и финальное редактирование статьи.

Седнев К.А. – анализ данных, поиск публикаций по теме.

Ахматдинов Р.Р. – анализ данных, поиск публикаций по теме.

Благодарности

Авторы благодарны сотрудникам информационно-аналитического центра и лаборатории аварийного реагирования ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева, принимавшим участие в формировании БД РАиА.

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об источнике финансирования

Работа выполнена в рамках отраслевой программы Роспотребнадзора на 2021–2025 гг. «Научное обоснование национальной системы обеспечения санитарно-

⁶Глава 6 СанПиН 2.6.1.993-00 [Chapter 6 SanPiN 2.6.1.993-00 (In Russ.)]

⁷Пункты 3.2 и 3.7 СанПиН 2.6.1.993-00 [Paragraphs 3.2 and 3.7 SanPiN 2.6.1.993-00 (In Russ.)]

⁸Глава 6 СанПиН 2.6.1.993-00 [Chapter 6 SanPiN 2.6.1.993-00 (In Russ.)]

эпидемиологического благополучия, управления рисками здоровью и повышения качества жизни населения России» по теме: «Совершенствование системы мероприятий и нормативно-методической базы по обеспечению аварийной готовности и реагирования органов и организаций Роспотребнадзора при возникновении радиационных аварий различных типов с целью оптимизации радиационной защиты населения Российской Федерации».

Литература

1. Scrap use in the steel industry. URL: https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Fact-sheet-on-scrap_2021.pdf (Дата обращения: 09.09.2024).
2. SSG-17. Control of orphan sources and other radioactive material in the metal recycling and production industries: specific safety guide. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2012. 82 p.
3. Попов Е.А. Отрасль лома черных и цветных металлов в России: состояние, проблемы и перспективы развития // Стратегии бизнеса. 2021. Т. 9, № 2. С. 35–41. DOI: 10.17747/2311-7184-2021-2-35-41.
4. Валуев Н.П., Дегтярев С.В., Лысова О.В., Юданов П.М. Анализ чрезвычайных ситуаций, вызванных переработкой металлолома, содержащего радиоактивные вещества // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2018. № 39. С. 46–50.
5. Chang W.P., Chan C.-C., Wang J.-D. 60Co Contamination in Recycled Steel Resulting in Elevated Civilian Radiation Doses // Health Physics. 2007. Vol. 73, № 3. P. 465–472. DOI: 10.1097/00004032-199709000-00004.
6. Thongpraparn T., Chaudakshetrin P., Buranapong P. Lesson learned from Co-60 accident in Thailand // Australasian Physical and Engineering Sciences in Medicine. 2002. Vol. 25. P. 172–174. DOI: 10.1007/BF03178291.
7. Lessons learned from accident investigations. URL: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/30/008/30008047.pdf (Дата обращения: 09.09.2024).
8. The Radiological Accident in Goiânia. Vienna: International Atomic Energy Agency, 1988. 152 p.
9. The Radiological Accident in Istanbul. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2000. 75 p.
10. The Radiological Accident in Samut Prakarn. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2002. 52 p.
11. Lessons learned from the radiological accident in Mayapuri, New Delhi, India URL: <https://www.radiographers.org/downloads/Lessons-learned-from-Mayapuri-Accident.pdf> (Дата обращения: 09.09.2024).
12. Sharma S., Sharma R.K., Singh R.K. Mayapuri radiological catastrophe: good practices and the lessons learnt // Current Radiopharmaceuticals. 2022. Vol. 15, № 1. P. 21–31. DOI: 10.2174/1874471014666210118123424.
13. Волков В.Г., Волкович А.Г., Данилович А.С. и др. Подготовка объектов Подольского завода цветных металлов к реабилитации // Атомная энергия. 2010. Т. 109, № 2. С. 89–94.
14. ФГУП «РосРАО» устранило последствия радиационного загрязнения на ПЗЦМ. URL: <https://rosfeo.ru/press-czentr/novosti-fgup-feo/2016/yanvar/fgup-%C2%ABrosrao%C2%BB-ustranilo-posledstviya-radiacionnogo-zagryazneniya-na-pzcm.html> (Дата обращения: 21.09.2024).
15. Громов А.В., Ахматдинов Р.П., Библин А.М., Тютельян О.Е. Сравнительный анализ информации о радиационных авариях в Российской Федерации в 2010–2022 гг. // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 4. С. 122–133. DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-4-122-133.
16. Кириченко И.С., Алексахин А.В., Бабаян П.Д. Особенности и проблемы заготовки и транспортировки металлолома Арктики // Молодой ученый. 2016. Т. 105, № 1. С. 160 – 165.
17. Кириченко С.А. Морские порты на службе у ломопереработчиков // Рынок вторичных металлов. 2007. № 3. С. 30 – 35.
18. Свицерский Н.Г. Анализ чрезвычайных ситуаций, вызванных переработкой металлолома, содержащего радиоактивные вещества // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2020. Т. 6, № 2. С. 386–389.
19. Романович И.К. Особенности аварийного реагирования при радиационных авариях на нерадиационных объектах (на примере аварии на электростальском заводе тяжелого машиностроения). URL: <https://present5.com/o-sobennosti-avarijnogo-reagirovaniya-pri-radiacionnyh-avariyah-na-neradiacionnyh/> (Дата обращения: 04.10.2024).
20. Романович И.К., Ахматдинов Р.П., Ахматдинов Р.П. и др. Анализ радиационных аварий и инцидентов, зарегистрированных в Российской Федерации за 2012–2016 годы / под ред. А.Ю. Поповой. Материалы ВсеросС. науч.-практ. конф. Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами. СПб., 2017. С. 343 – 346.

Поступила: 01.11.2024

Громов Алексей Валерьевич – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией аварийного реагирования Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: a.gromov@niirg.ru

Библин Артём Михайлович – старший научный сотрудник, руководитель информационно-аналитического центра Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Седнев Константин Андреевич – младший научный сотрудник лаборатории экологии Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Ахматдинов Руслан Расимович – инженер-исследователь информационно-аналитического центра Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Громов А.В., Библин А.М., Седнев К.А., Ахматдинов Р.П. Радиационные аварии, связанные с нарушением правил сбора и оборота лома черных и цветных металлов, в Российской Федерации в 2010–2023 гг. // Радиационная гигиена. 2024. Т. 17, № 4. С. 117–125. DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-4-117-125

Radiation accidents associated with violation of rules of gathering and recycling of ferrous and non-ferrous metal scrap in the Russian Federation in 2010–2023

Alexey V. Gromov, Artem M. Biblin, Konstantin A. Sednev, Ruslan R. Akhmatdinov

Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

The study presents summary, analysis, and hygienic assessment of data on the radiation accidents related to violations of the rules of gathering and recycling of ferrous and non-ferrous metal scrap within the Russian, based on data from the Radiation Accidents and Incidents Database of the Information and Analytical Center of Rospotrebnadzor on Radiation Safety. The aim of the study was to analyze information on radiation accidents associated with violations in the collection and handling of scrap metal occurring in the Russian Federation over period from 2010 to 2023. A total of 971 radiation accidents related to improper handling of scrap metal were recorded across 41 regions in Russia during the study period. The largest number of the accidents occurred in Vologda (206), Sverdlovsk (178), Khabarovsk (150), Saint Petersburg (116), and Orenburg (52) regions. A negative trend in the accident frequency was observed, with an average annual decline rate of 12%, indicating a steady decrease in occurrences over the last 14 years. The primary sources of radioactive contamination in scrap metal included fragments of various radiation-related equipment, pipes, and technological equipment from the oil and gas industry contaminated with natural radionuclides during use (primarily ^{226}Ra and its salts), as well as devices containing permanent luminescent substances based on ^{226}Ra salts. The identified sources were most commonly associated with the radionuclides ^{226}Ra (63%), ^{137}Cs (12%), ^{60}Co (9%), ^{238}U (9%), with occasional cases involving ^{241}Am , ^{232}Th , and ^{90}Sr . In 66% of cases, the ambient gamma dose equivalent rate on the source surface exceeded $1\text{ }\mu\text{Sv/h}$; in 27% it exceeded $10\text{ }\mu\text{Sv/h}$, in 7% it exceeded $100\text{ }\mu\text{Sv/h}$, and in five cases were in range from 1 to 8.8 mSv/h . It was found that sources of ionizing radiation posing potential health risks to the public have been detected throughout the study period. In 14 cases, radioactive contamination was identified in scrap, indicating accidents of melting down radiation sources without investigation into the circumstances or assessment of potential adverse effects. In most (64%) of the registered radiation accidents, the batches of scrap metal were accompanied by radiation control certificates from accredited laboratories, confirming compliance with sanitary standards and regulations. The analysis of radiation accidents related to violations in the collection and handling of scrap metal revealed that the current domestic system for ensuring radiation safety during the procurement and sale of scrap metal remains effective and relevant. Recommendations for improving emergency response during investigations of such radiation accidents have been provided to the Rospotrebnadzor organizations.

Key words: emergency reports, radiation source, scrap metal, radiation accident, radionuclide.

Authors' personal contribution

Gromov A.V. – development of the study design, generalization and analysis of information from the Radiation Accidents and Incidents Database, writing the text of the article, forming the final version of the article and submission to the journal editorial board.

Biblin A.M. – development of study design, generalization and analysis of data from radiation-hygienic passports of territories, presentation of relevant materials into an article, systematization and final editing of the article.

Sednev K.A. – data analysis, editing of the intermediate version of the article, search for publications on the topic.

Akhmatdinov R.R. – data analysis, editing of the intermediate version of the article, search for publications on the topic.

Acknowledgments

The authors are grateful to the staff of the Information and Analysis Center and the Emergency Response Laboratory of the Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene named after Professor P.V. Ramzaev who participated in the formation of the Radiation accidents and incidents data bank of the Information and Analytical Center of Rospotrebnadzor data bank.

Conflict of interests

Authors declare the absence of conflict of interest.

Sources of funding

The work was carried out within the framework of the sectoral program of Rospotrebnadzor for 2021–2025: “Scientific substantiation of the national system for ensuring sanitary and epidemiological well-being, managing health risks and improving the quality of life of the population of Russia” on the topic: “Improvement of the system of measures and regulatory and methodological base to ensure emergency preparedness and response of Rospotrebnadzor bodies and organizations in the event of radiation accidents of various types in order to optimize radiation protection of the population of the Russian Federation”.

References

1. Scrap use in the steel industry. Available from: https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Fact-sheet-on-scrap_2021.pdf (Accessed 09 September 2024).

Alexey V. Gromov

Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

Address for correspondence: Mira Str., 8, Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: a.gromov@niir.ru

2. SSG-17. Control of orphan sources and other radioactive material in the metal recycling and production industries: specific safety guide. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2012. 82 p.
3. Popov EA. The Russian industry of ferrous and non-ferrous metal scraps: current situation and prospects. *Strategii biznesa = Business Strategies*. 2021;9(2): 35–41. DOI: 10.17747/2311-7184-2021-2-35-41. (In Russian).
4. Valuev NP, Lysova OV, Yudanov PM, Degtyarev SV. Analysis of emergency situations caused by recycling of containing radioactive substances metal scrap. *Scientific and Educational Problems of Civil Protection*. 2018;4(39): 46–50.
5. Chang WP, Chan C-C, Wang J-D. ⁶⁰Co Contamination in recycled steel resulting in elevated civilian radiation doses. *Health Physics*. 1997;73(3): 465–472. DOI: 10.1097/00004032-199709000-00004.
6. Thongpraparn T, Chaudakshetrin P, Buranapong P. Lesson learned from Co-60 accident in Thailand. *Australasian Physical and Engineering Sciences in Medicine*. 2002;25: 172–174. DOI: 10.1007/BF03178291.
7. Lessons learned from accident investigations Available from: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/30/008/30008047.pdf (Accessed 09 September 2024).
8. The radiological accident in Goiânia. Vienna: International Atomic Energy Agency; 1988. 152 p.
9. The Radiological Accident in Istanbul. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2000. 75 p.
10. The Radiological Accident in Samut Prakarn. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2002. 52 p.
11. Lessons learned from the radiological accident in Mayapuri, New Delhi, India. Available from: <https://www.radiographers.org/downloads/Lessons-learned-from-Mayapuri-Accident.pdf> (Accessed 09 September 2024).
12. Sharma S, Sharma RK, Singh RK. Mayapuri radiological catastrophe: good practices and the lessons learnt. *Current Radiopharmaceuticals*. 2022;15(1): 21–31. DOI: 10.2174/1874471014666210118123424.
13. Volkov VG, Volkovich AG, Danilovich AS, Lemus AV, Koltyshev SM, Pavlenko VI, et al. Preparation of objects at the Podolsk nonferrous metals works for rehabilitation. *Atomnaya energiya = Atomic Energy*. 2010;109(2): 89–94 (In Russian).
14. Rehabilitation of objects at the Podolsk nonferrous metals works. Available from: <https://rosfeo.ru/press-czentr/novosti-fgup-feo/2016/yanvar/fgup-%C2%ABrosrao%C2%BB-ustranilo-posledstviya-radiacionnogo-zagryazneniya-na-pzcm.html> (Accessed 21 September 2024) (In Russian).
15. Gromov AV, Akhmatdinov RR, Biblin AM, Tutelyan OE. Comparative analysis of information on radiation accidents in the Russian Federation in 2010–2022. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2023;16(4): 122–133. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2023-16-4-122-133> (In Russian).
16. Kirichenko IS, Aleksakhin AV, Babayan PD. Features and Problems of Scrap Metal Collection and Transportation in the Arctic. *Molodoy uchenyy = Young Researcher*. 2016;105(1): 160–165. (In Russian).
17. Kirichenko SA. Seaports serving scrap processors. *Rynok vtorichnykh metallov = Secondary Metals Market*. 2007;3: 30–35. (In Russian).
18. Romanovich IK. Features of emergency response in case of radiation accidents at non-radiation facilities (on the example of the accident at the Electrostal Heavy Engineering Works. Available from: <https://present5.com/osobennosti-avarijnogo-reagirovaniya-pri-radiacionnyx-avariyax-na-neradiacionnyx/> (Accessed 04 October 2024) (In Russian).
19. Romanovich IK, Akhmatdinov RR, Akhmatdinov RR, Biblin AM, Gromov AV, Repin LV. Analysis of the radiation accidents and incidents, registered in the Russian Federation on 2012–2016. Actual issues of the management of the control and surveillance on the physical factors. Moscow; 2017. P. 343–346. (In Russian).

Received: November 01, 2024

For correspondence: Alexey V. Gromov – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Head of the Emergency Response Laboratory, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Mira Str., 8, Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: a.gromov@niirg.ru)

Artem M. Biblin – Head of the Information and Analytical Center, Senior Researcher, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

Konstantin A. Sednev – Junior researcher, Ecology laboratory, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

Ruslan R. Akhmatdinov – Research engineer, Information and Analytical Center, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

For citation: Gromov A.V., Biblin A.M., Sednev K.A., Akhmatdinov R.R. Radiation accidents associated with violation of rules of gathering and recycling of ferrous and non-ferrous metal scrap in the Russian Federation in 2010–2023. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2024. Vol. 17, No. 4. P. 117–125. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-4-117-125