

**Н.К. Шандала¹, Д.В. Исаев¹, А.В. Титов¹, В.В. Шлыгин¹, Ю.С. Бельских¹, В.Г. Старинский¹,
Р.А. Старинская¹, М.В. Зуева², Л.А. Ильин¹, А.М. Лягинская¹**

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ СУДОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ УТИЛИЗАЦИЮ СУДОВ С ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ

1. Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва. E-mail: strategik@bk.ru;
2. Центр гигиены и эпидемиологии № 120 Федерального медико-биологического агентства, Снежногорск

Н.К. Шандала – зам. генерального директора, д.м.н.; Д.В. Исаев – н.с.; А.В. Титов – с.н.с.; В.В. Шлыгин – инженер;
Ю.С. Бельских – м.н.с.; В.Г. Старинский – м.н.с.; Р.А. Старинская – н.с.; М.В. Зуева – главный врач;
Л.А. Ильин – почетный президент, д.м.н., проф., академик РАН; А.М. Лягинская – г.н.с.; д.б.н., проф.

Реферат

Цель: Изучить радиационно-гигиеническую обстановку в районе расположения судоремонтных предприятий АО «10 Ордена Трудового Красного Знамени судоремонтный завод» (АО «10 СРЗ») и СРЗ «Нерпа» филиал АО «Центр Судоремонта «Звездочка» (СРЗ «Нерпа») после завершения основного этапа утилизации атомных подводных лодок и оценить возможное воздействие проводимых работ на окружающую среду и население.

Материал и методы: Для исследования радиационно-гигиенической обстановки проводилась пешеходная гамма-съемка территории с использованием портативных гамма-спектрометрических комплексов, применялись гамма-спектрометрические и радиохимические методы анализа проб окружающей среды для определения удельной активности техногенных радионуклидов.

Результаты: Радиационно-гигиенические исследования проводились в период с 2013 по 2017 гг. Показано, что мощность AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД ГИ) на территориях зон наблюдения (ЗН) судоремонтных предприятий, включая территории близлежащих городов Снежногорск и Полярный, находится на уровне региональных значений и составляет не более 0,14 мкЗв/ч. Удельная активность радионуклидов в почве обследуемых территорий не превышает 23 Бк/кг по ^{90}Sr и 100 Бк/кг по ^{137}Cs . Содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в растительности (мхи) на территории исследуемых предприятий составляет не более 70 и 48 Бк/кг, соответственно, что несколько выше по сравнению с уровнями фоновой (контрольного) района с. Белокаменка (1 и 20 Бк/кг соответственно для ^{90}Sr и ^{137}Cs). Удельная активность морской воды (Баренцево море) в 2016–2018 гг. достигала по ^{90}Sr 60 мБк/л, по ^{137}Cs – 4 мБк/л при средних значениях на период 1990–2000 гг. от 2 до 4 мБк/л для исследуемых радионуклидов. Результаты измерений ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробах местных дикорастущих продуктов, в частности, грибов, не превышали значений 100 Бк/кг, что существенно ниже установленных допустимых уровней активности.

Заключение: Достоверного влияния проводимых работ по утилизации атомных подводных лодок, кораблей технического обслуживания и кораблей с ядерной энергетической установкой на радиационную обстановку в районах расположения судоремонтных предприятий и население городов Снежногорска и Полярного не выявлено. Однако вдоль внешней границы изученных судоремонтных заводов обнаружены локальные участки площадью не более 5500 м², на которых удельная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в почве превышает фоновые уровни и граничит с уровнем допустимой удельной активности для неограниченного использования твердых материалов (^{137}Cs – 100 Бк/кг).

Ключевые слова: атомные подводные лодки, утилизация, радиационное обследование, плавучая техническая база «Лепсе», Кольский полуостров, стронций-90, цезий-137

Поступила: 07.12.2018. Принята к публикации: 10.07.2019

Введение

В настоящее время в России реализуется федеральная целевая программа (ФЦП) «Промышленная утилизация вооружения и военной техники ядерного комплекса на 2011–2015 годы и на период до 2020 года». Одной из задач проводимой ФЦП является обеспечение медико-санитарной и экологической безопасности при проведении работ по утилизации вооружения и военной техники [1]. Настоящая работа посвящена исследованию радиационно-гигиенической обстановки в районах расположения судоремонтных предприятий, осуществляющих утилизацию выведенных из эксплуатации надводных и подводных кораблей с ядерной энергетической установкой (ЯЭУ) и судов атомного технического обслуживания (АТО).

Исследуемыми территориями являлись районы расположения двух предприятий: АО «10 СРЗ» и СРЗ «Нерпа», входящий в состав АО «Объединенная судостроительная корпорация». Вышеуказанные предприятия расположены на территории закрытого административно-территориального образования (ЗАТО)

Александровск, северной части Кольского полуострова, Северо-Западного федерального округа.

АО «10 СРЗ» расположен на северном и восточном берегах губы Пала Кольского залива Баренцева моря. АО «10 СРЗ» является одним из основных градообразующих предприятий г. Полярного, и находится непосредственно в черте города. За весь период проведения работ на АО «10 СРЗ» утилизировано 17 атомных подводных лодок (АПЛ). В 2003–2004 гг. на АО «10 СРЗ» создан пункт первичной переработки и хранения твердых радиоактивных отходов (ТРО) и жидких радиоактивных отходов (ЖРО), накопленных и образующихся на судоремонтных заводах и базах Северного флота после вывода из эксплуатации и утилизации АПЛ.

СРЗ «Нерпа» расположен в бухте Кут Кольского залива, является градообразующим предприятием для г. Снежногорска, расположенного в 3 км юго-восточнее.

Карта расположения предприятий и населенных пунктов приведена на рис. 1.

Наиболее интенсивные работы по утилизации АПЛ на данных предприятиях проводились в период с 1996 по 2011 гг. На СРЗ «Нерпа», в общей сложности,

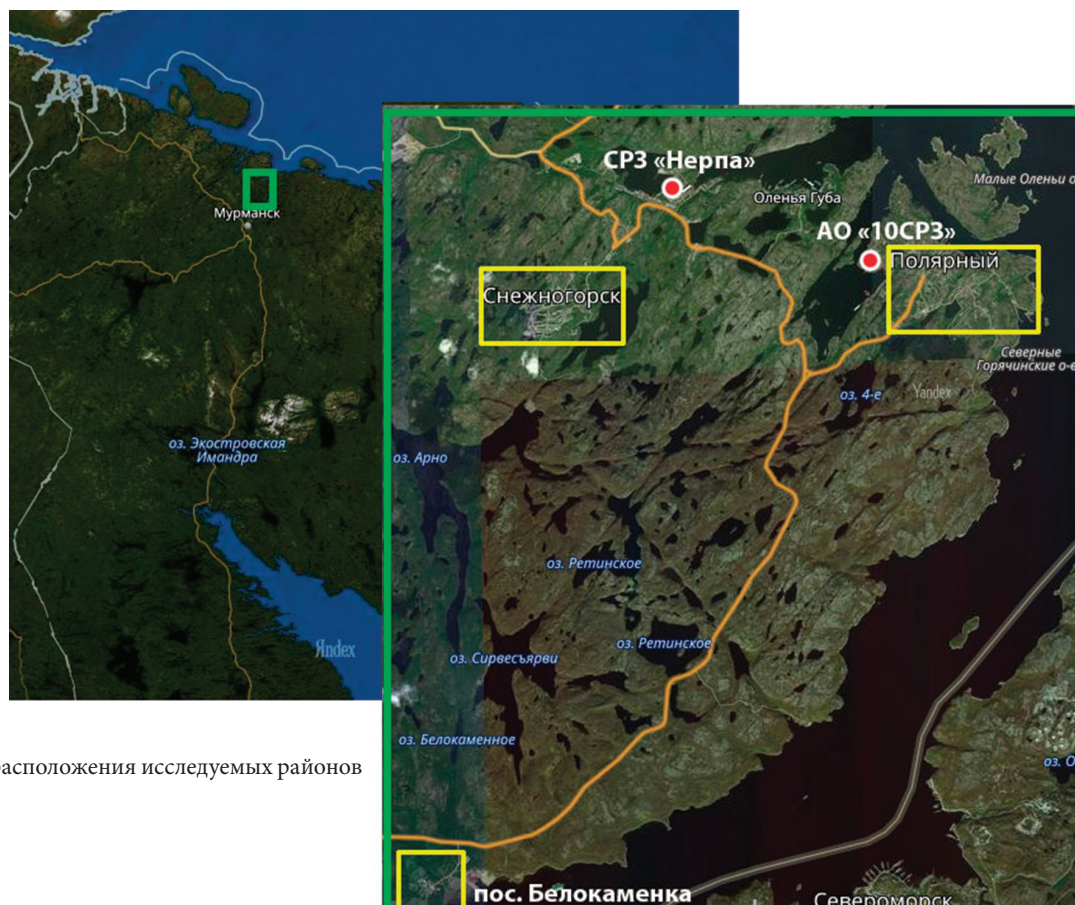


Рис. 1. Схема расположения исследуемых районов

утилизировано более 80 АПЛ, в том числе аварийный атомный подводный ракетоносный крейсер (АПРК) «Курск».

В настоящее время на предприятии подходит к завершению масштабный международный проект по утилизации плавучей технической базы (ПТБ) «Лепсе». В ноябре 2016 г. начаты работы по программе утилизации выведенных из эксплуатации атомных ледоколов.

По степени возможного радиационного воздействия на окружающую среду и население вышеуказанные судоремонтные предприятия относятся к предприятиям 1-й категории радиационной опасности [2]. В ЗН предприятий входят территории близлежащих городов Снежногорск и Полярный.

В 11 км к юго-западу от ЗАТО Александровск расположено с. Белокаменка. Данный населенный пункт был выбран в качестве района сравнения по причине схожих условий расположения с ЗАТО Александровск и отсутствия непосредственного воздействия вышеуказанных судоремонтных предприятий. В с. Белокаменка были проведены измерения МАЭД ГИ, отобраны и проанализированы на содержание радионуклидов пробы объектов окружающей среды.

Целью настоящей работы являлось изучение радиационно-гигиенической обстановки в районе расположения судоремонтных предприятий АО «10 СРЗ» и СРЗ «Нерпа», осуществляющих утилизацию АПЛ, и оценка возможного воздействия проводимых работ на окружающую среду и население.

Материал и методы

В ходе исследований проводилось измерение следующих параметров:

- МАЭД ГИ;
- удельной активности техногенных радионуклидов в почве;
- удельной активности техногенных радионуклидов в съедобных дикорастущих грибах;
- объемной (удельной) активности техногенных радионуклидов в морской воде и водной растительности;
- объемной (удельной) активности техногенных радионуклидов в пресной воде открытых водоемов, в том числе в водоеме, являющемся источником водоснабжения городов.

Отбор проб объектов окружающей среды и пищевых продуктов проводился в соответствии с нормативными документами и методическими указаниями [3–8].

Точки отбора проб почвы располагались равномерно по площади исследуемой территории на участках с ненарушенным почвенным покровом. Отбирались пробы массой 1 кг из поверхностного пятисантиметрового слоя.

Отбор проб морской воды производился путем выемки на расстоянии 1–2 м от берега одинаковых по объему проб воды (5,0 л) в течение установленного времени (10–20 мин) до необходимого суммарного объема общей пробы (20 л). Точки отбора проб морской воды

выбирались на участках прибрежной акватории, свободной от водной растительности и других предметов, прикосновение к которым могло бы привести к взмучиванию воды.

В качестве пищевых продуктов местного происхождения, потребление которых дает основной вклад в техногенную дозу внутреннего облучения населения, принимались дикорастущие грибы. Дикорастущие грибы характеризуют особенность загрязнения пищевой продукции. Пробы грибов отбирались в местах, доступных для массового сбора населением. С нескольких территорий отбиралось по 1 кг, которые объединялись в пробу суммарным весом до 5 кг.

Измерения активности гамма-излучающих радионуклидов в отобранных пробах проводились гамма-спектрометрическим методом на гамма-спектрометре фирмы CANBERRA с германиевым блоком детектирования в соответствии с рекомендованной методикой выполнения измерений [9].

Определение удельной активности ^{90}Sr в отобранных пробах проводилось на радиометрических установках УМФ-2000 после радиохимического выделения радионуклидов в соответствии с методическими указаниями [10,11].

МАЭД ГИ на территории исследовалась в соответствии с методическими рекомендациями [12] методом непрерывной пешеходной гамма-съемки. Измерения мощности дозы гамма-излучения проводились на высоте 1 м от поверхности земли. Время измерения в каждой точке составляло 4 с, было выбрано для достижения необходимой точности измерения и, в соответствии с руководством по эксплуатации используемых приборов. Для проведения измерений МАЭД ГИ на всей территории использовались портативные спектрометрические установки МКС-01А «Мультирад-М» и МКС-АТ6101С. Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения МКС-01А «Мультирад-М» с блоком детектирования БДКС-63-01А варьируется от 0,04 до 3 МэВ, диапазон измерений МАЭД фотонного излучения составляет от 0,03 до 60 мкЗв/ч. Предел допустимой основной погрешности измерений МАЭД находится в диапазоне от 0,03 до 0,05 мкЗв/ч, составляя 25 %, а в диапазоне от 0,5 до 60 мкЗв/ч – (25 %–0,167 МАЭД). Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения спектрометра МКС-АТ6101С с блоком детектирования БДКГ-11М составляет от 0,02 до 3 МэВ, диапазон измерений МАЭД фотонного излучения варьируется от 0,03 до 150 мкЗв/ч. Предел допустимой основной относительной погрешности измерений составляет 20 %. Данные приборы позволяют проводить гамма-съемку местности с возможностью идентификации радионуклидов и с привязкой к географическим координатам с использованием глобальной навигационной системы (GPS).

Результаты и обсуждение

Результаты измерения мощности дозы гамма-излучения на открытой местности исследуемых территорий приведены в табл. 1 и 2.

Полученные значения мощности дозы гамма-излучения на обследуемых территориях не отличаются от

данных, полученных в фоновом районе, и находятся в пределах вариации естественного радиационного фона Мурманской области (0,08–0,14) мкЗв/ч [13].

Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве на территории г. Снежногорска соответствует значениям, получен-

Таблица 1
МАЭД ГИ на изучаемых территориях

Место измерений	Мощность дозы, мкЗв/ч	
	Среднее	Максимальное значение
Территория г. Полярного	0,09	0,14
Окрестности г. Полярного	0,08	0,11
Территория г. Снежногорска	0,09	0,12
Окрестности г. Снежногорска в направлении СРЗ «Нерпа»	0,08	0,10
с. Белокаменка (фоновый р-н)	0,09	0,12
Общие по Мурманской области [13]	0,12	0,14

Таблица 2

МАЭД ГИ по внешнему периметру
судоремонтных заводов

Место измерений	Мощность дозы, мкЗв/ч	
	Среднее	Максимальное значение
ЗН АО «10 СРЗ»	0,08	0,11
ЗН СРЗ «Нерпа»	0,09	0,14
с. Белокаменка (фоновый р-н)	0,09	0,12
Общие по Мурманской области [13]	0,12	0,14

ным в районе сравнения (с. Белокаменка), что видно из табл. 3. Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве на территории г. Полярного на локальном участке, расположенном в районе пирса, достигало 5 и 24 Бк/кг соответственно, что несколько выше значений, полученных в районе сравнения (1 и 7,3 Бк/кг соответственно). По всей видимости, подобное небольшое превышение связано с близким расположением места стоянки АПЛ.

На внешней границе предприятий были обнаружены локальные участки площадью до 5500 м² с повышенным содержанием техногенных радионуклидов (табл. 4). Расположение данных участков (рис. 2–4) относительно предприятий, возможно, обладает закономерностью, связанной с расположением пунктов резки металлических конструкций. Так, на территории к востоку от границы СРЗ «Нерпа» удельная активность ^{137}Cs в почве колеблется от 8 до 100 Бк/кг, а ^{90}Sr от 0,5 до 23 Бк/кг.

Вдоль границы АО «10 СРЗ» на локальных участках удельная активность ^{137}Cs в почве варьируется от 4 до 70 Бк/кг, а для ^{90}Sr составляет в среднем 3 Бк/кг.

Таким образом, удельная активность ^{137}Cs в почве обнаруженных локальных участков находится практически на уровне величины допустимой удельной активности для неограниченного использования твердых материалов (ДУА_{н.и.}) 100 Бк/кг [14].

В целом, значения удельной активности ^{137}Cs в почвах исследуемых районов оказались несколько ниже значений, полученных в ходе выполнения работ в предыдущие годы (^{137}Cs до 128 Бк/кг) [15, 16].

Содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в растительности (мхи) на исследуемых территориях, окружающих предприятиях,

Таблица 3

**Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве
(диапазоны значений)**

Место отбора пробы	Удельная активность, Бк/кг	
	^{90}Sr	^{137}Cs
Территория г. Полярного	0,42–4,7	0,5–24
Территория г. Снежногорска	0,23–1,1	0,2–13
с. Белокаменка (фоновый р-н)	0,3–1	0,3–7,3

Таблица 4

**Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве на внешней
границе заводов (диапазоны значений)**

Место отбора пробы	Удельная активность, Бк/кг	
	^{90}Sr	^{137}Cs
ЗН АО «10 СРЗ»	0,5–23	8–100
ЗН СРЗ «Нерпа»	0,28–3,5	4–70
с. Белокаменка (фоновый р-н)	0,3–1	0,3–7,3

Таблица 5

**Удельная активность радионуклидов в грибах
(диапазоны значений)**

Удельная активность, Бк/кг					
ЗН СРЗ «Нерпа»		ЗН АО «10 СРЗ»		с. Белокаменка (фоновый р-н)	
^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
11–102	0,11–0,25	60	0,1	73	2

Таблица 6

**Объемная активность радионуклидов
в морской воде**

Место отбора	Объемная активность, мБк/л	
	^{90}Sr	^{137}Cs
ЗН СРЗ «Нерпа»	7–60	<3
ЗН АО «10 СРЗ»	3–20	1–4
с. Белокаменка (фоновый р-н)	0,5–21	6

Таблица 7

Удельная активность радионуклидов в водорослях

Место отбора	Удельная активность, Бк/кг сухого веса		
	^{90}Sr	^{137}Cs	^{60}Co
ЗНСРЗ «Нерпа»	1,1	1,6	8,2
ЗН АО «10 СРЗ»	Отсутствуют данные		
с. Белокаменка (фоновый р-н)	1,3	1,4	

составляло не более 70 и 48 Бк/кг соответственно, что несколько выше по сравнению с уровнями фонового (контрольного) района с. Белокаменки (1 и 20 Бк/кг соответственно для ^{90}Sr и ^{137}Cs).

Результаты измерений ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробах грибов представлены в табл. 5. Приведенные уровни загрязнения грибов существенно ниже допустимых, установленных в нормативах [17].

Результаты измерений содержания радионуклидов в объектах морской среды (морская вода) представлены в табл. 6–7.

Объемная активность ^{90}Sr в морской воде прибрежной акватории заводов несколько выше, чем в фоновом районе: в прибрежной акватории СРЗ «Нерпа» активность ^{90}Sr достигала 60 мБк/л, а ^{137}Cs – 3 мБк/л; в акватории ОАО «10 СРЗ» по ^{90}Sr она достигала 20 мБк/л, по ^{137}Cs – до 4 мБк/л; в акватории фонового района с. Белокаменки активность ^{90}Sr колеблется от 2 до 20 мБк/л, а по ^{137}Cs составляет 6 мБк/л. При сравнении полученных результатов с данными по содержанию радионуклидов в воде Баренцева моря (^{137}Cs – 3 мБк/л, а ^{90}Sr – 3,3 мБк/л) [18] также отмечается некоторое превышение по содержанию ^{90}Sr .

В пробах пресной воды в районе г. Снежногорска объемная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs не превышала 2 и 4 мБк/л соответственно; в районе г. Полярного достигала 5 и 8 мБк/л соответственно. Таким образом, содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде поверхностных водоемов района расположения данных городов не превышает критерия критерия УВ, установленного для питьевой воды [19].

Выводы

Исследование радиационной обстановки в районе расположения судоремонтных заводов на Кольском полуострове в 2013–2014 гг. показало следующее:

1. Крупномасштабные работы по утилизации АПЛ, ПТБ «Лепсе» и судов атомного флота достоверного влияния на радиационную обстановку на территории г. Снежногорска и г. Полярного не оказали.

2. Значения мощности дозы гамма-излучения на территории городов и на территории у внешней границы заводов (0,06–0,14 мкЗв/ч) не отличаются от значений фонового района и находятся в пределах вариации

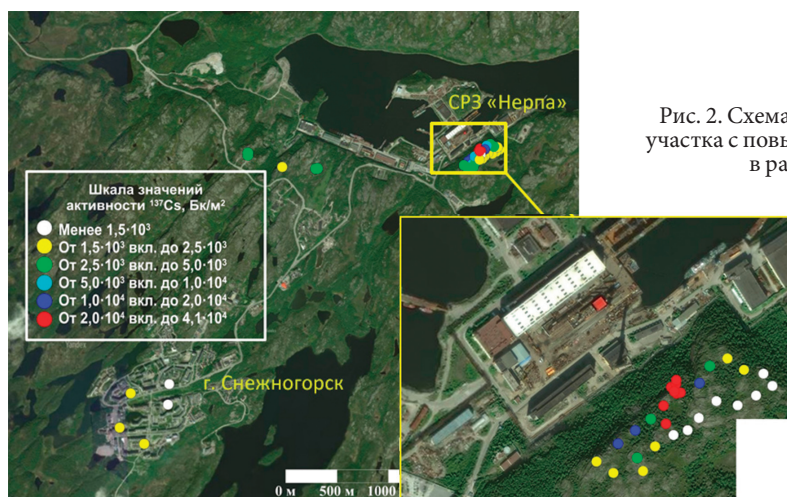


Рис. 2. Схема расположения локального участка с повышенным содержанием ^{137}Cs в районе СРЗ «Нерпа»

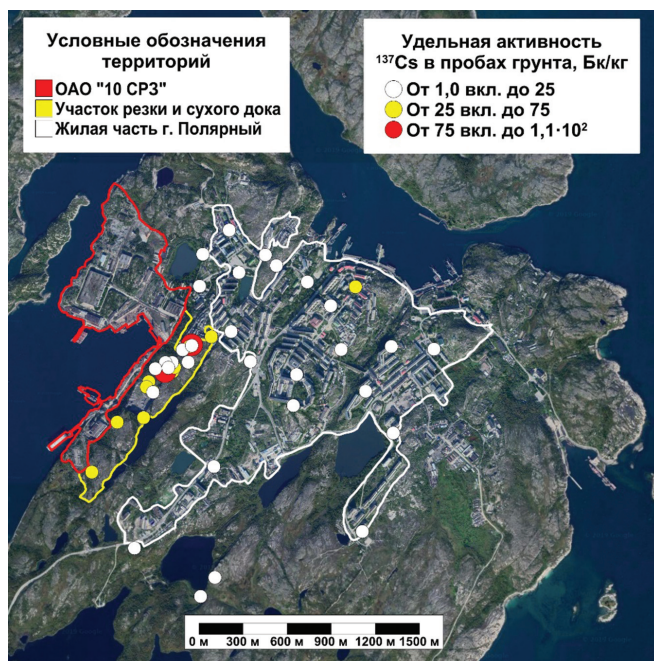


Рис. 3. Схема расположения локального участка с повышенным содержанием ^{137}Cs в районе АО «10 СРЗ»

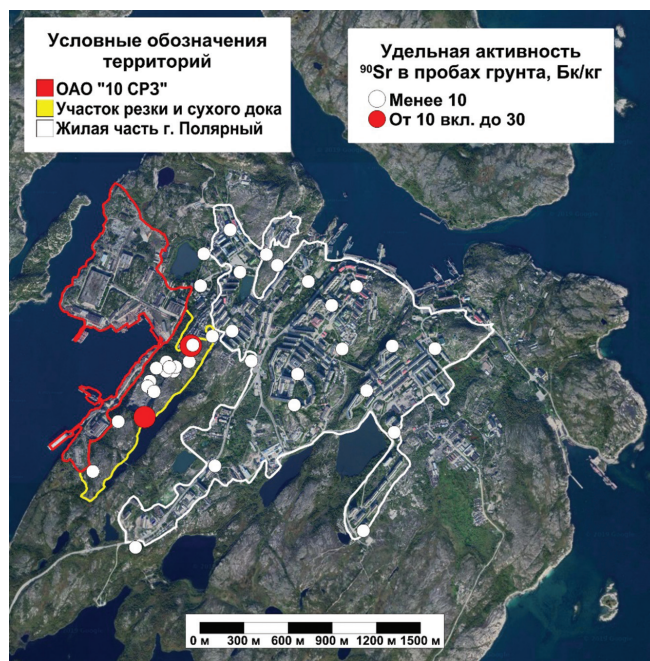


Рис. 4. Схема расположения локального участка с повышенным содержанием ^{90}Sr в районе АО «10 СРЗ»

естественного радиационного фона, характерного для Мурманской области (0,08–0,14 мкЗв/ч).

3. Содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в пробах объектов окружающей среды на территории близлежащих крупных населенных пунктов находится на уровне значений фонового района или незначительно превышает их.

4. На территории внешней границы заводов имеются локальные участки площадью до 5500 м², на которых удельная активность ^{90}Sr выше фоновых значений, но не превышает допустимых для неограниченного использования твердых материалов.

5. Объемная активность ^{90}Sr в морской воде прибрежной части акваторий исследуемых предприятий несколько выше общих значений для всего Баренцева моря, что, по всей видимости, объясняется деятельностью предприятий.

6. Объемная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде открытых водоемов, находящихся в районе расположения предприятий и, в том числе, используемых для водоснабжения близлежащих населенных пунктов, не превышает критерия уровня вмешательства (УВ), установленного для питьевой воды.

7. Содержание радионуклидов в водорослях (до 1,6 Бк/кг по ^{137}Cs и до 1,1 Бк/кг по ^{90}Sr), отобранных в прибрежной акватории СРЗ «Нерпа», соответствует значениям, полученным в акватории фонового района

с. Белокаменки (до 1,4 Бк/кг по ^{137}Cs и до 1,3 Бк/кг по ^{90}Sr).

8. Удельные активности техногенных радионуклидов в пищевых пробах местного происхождения (грибах) не превышают допустимых уровней, установленных в СанПиН 2.3.2.1078-01.

9. Учитывая, что значения уровней вмешательства по исследуемым радионуклидам значительно выше фоновых значений, для оценки состояния окружающей среды в динамике в данном районе целесообразно провести разработку контрольных уровней. Данные параметры позволят оптимизировать выполнение надзорных функций как территориальными органами ФМБА России, так и другими местными организациями.

10. Считаем необходимым продолжить исследования по мониторингу радиационно-гигиенической обстановки на данных предприятиях в ходе выполнения новых работ по утилизации атомного ледокольного флота.

Для цитирования: Шандала Н.К., Исаев Д.В., Титов А.В., Шлыгин В.В., Бельских Ю.С., Старинский В.Г., Старинская Р.А., Зуева М.В., Ильин Л.А., Лягинская А.М. Оценка радиационной обстановки в районе расположения судоремонтных предприятий, осуществляющих утилизацию судов с ядерной энергетической установкой // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2019. Т. 64. № 5. С. 9–14.

DOI: 10.12737/1024-6177-2019-64-5-9-14

Radiation Survey in the Vicinity of the Shipyards Involved in Decommissioning and Dismantlement of Nuclear Ships

**N.K. Shandala¹, D.V. Isaev¹, A.V. Titov¹, V.V. Shlygin¹, Y.S. Belskikh¹, V.G. Starinskiy¹, R.A. Starinskaya¹,
M.V. Zueva², L.A. Ilyin¹, A.M. Lyaginskaya¹**

1. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA of Russia, Moscow, Russia. E-mail: strategik@bk.ru;
2. Center of Hygiene and Epidemiology No. 120 of FMBA of Russia, Snezhnogorsk, Russia

N.K. Shandala – Deputy Director General, Dr. Sci. Med.; D.V. Isaev – Researcher; A.V. Titov – Senior Researcher;
V.V. Shlygin – Engineer; I.S. Belskikh – Junior Researcher; V.G. Starinskiy – Junior Researcher;
R.A. Starinskaya – Researcher; M.V. Zueva – Head Physician; L.A. Ilyin – Dr. Sci. Med., Prof., Academician of RAS;
A.M. Lyaginskaya – Chief Researcher, Dr. Sci. Biol., Prof.

Abstract

Purpose: To study radiation and health physics situation in the vicinity of the shipyards “The 10th Shipyard, a Holder of Order of the Red Banner of Labor” (JSC “10 SRZ”) and “The Nerpa Shipyard” – a branch of the JSC “The Shipyard Center “Zvezdochka” (SRZ “Nerpa”) after the completion of the main stage of nuclear submarine dismantling and to assess potential effect of on-going activities to the environment and population.

Material and methods: The following methods were used in radiation survey: pedestrian gamma survey of the site using portable gamma spectrometry complexes, gamma spectrometry and radiochemistry methods to determine the activity of manmade radionuclides in samples of environmental media.

Results: Radiation and health physics studies were carried out from 2013 till 2017. It was shown that gamma dose rate within the health protection zones and supervision areas (SA) of the shipyards including the territories of the nearest cities – Snezhnogorsk and Polyarnyi – was at the level of regional values and did not exceed 0.14 µSv/h. The activities of radionuclides in soil from the surveyed sites did not exceed 23 Bq/kg for ⁹⁰Sr and 100 Bq/kg for ¹³⁷Cs. Concentrations of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in plants (mosses) at the surveyed sites did not exceed 70 and 48 Bq/kg, respectively, this is a bit higher than the background levels of the reference village of Belokamenka (1 and 20 Bq/kg, respectively, for ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs). The activity of seawater (Barents Sea) in 2016–2018 reached 60 mBq/l for ⁹⁰Sr and 4 mBq/l for ¹³⁷Cs, at mean values from 2 to 4 mBq/l over the period between 1990 and 2000 for the studied radionuclides. Data for ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr measured in samples of local wild plants, in particular, mushrooms, did not exceed 100 Bq/kg, this is much lower than the established permissible specific activities.

Conclusion: Considerable impact of the work on the dismantling of nuclear submarines, maintenance ships and ships with a nuclear energy installation on the radiation situation in the areas of shipyards and health effects in the population of Snezhnogorsk and Polyarnyi was not revealed. However, along the external border of the surveyed shipyards some local parts of the sites of 5500 m² area were found, where the specific activities of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in soil exceeded background levels and bordered by the level of permissible specific activity for unlimited use of solid materials (¹³⁷Cs – 100 Bq/kg).

Key words: nuclear submarines, decommissioning, dismantlement, radiation survey, floating technical base Lepse, Kola Peninsula, strontium-90, cesium-137

Article received: 07.12.2018. Accepted for publication: 10.07.2019

REFERENCES

- Information about the Federal target program “Industrial utilization of weapons and military equipment for 2011–2015 and for the period up to 2020”. Official website of the Ministry of Defense of the Russian Federation. [cited 2018 Nov 23]/ Available from: <http://stat.mil.ru/pubart.htm?id=11845577@cmsArticle>
- Identification of the potential hazard category of a radiation facility. Guidelines 2.6.1.2005-05. 2005. (in Russian).
- Water. General requirements for sampling. GOST 31861-2012.2013.31. (in Russian).
- Nature protection. Soils. General requirements for sampling. GOST 17.4.3.01-83. 2004. 3. (in Russian).
- Nature protection. Soils. Methods for sampling and preparation of soil for chemical, bacteriological, helminthological analysis. GOST 17.4.4.02-84. 2008. 7. (in Russian).
- Soil quality – Sampling – Part 5: Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination (MOD). ISO 10381-5:2005. 2009. 27. (in Russian).
- Foodstuffs. Sampling methods for strontium Sr-90 and cesium Cs-137 determination. GOST 32164-2013. 2013. 15. (in Russian).
- Radiation control. Strontium-90 and Cesium-137. Foodstuffs. Sampling, analysis and hygienic evaluation. MUK 2.6.1.1194-03. 2003. 30. (in Russian).
- STC RADEC. Method for measuring the activity of gamma-emitting radionuclides in counting samples using a gamma-spectrometric system LabSOCS. 2007. (in Russian).
- Strontium-90. Determination of activity in foodstuffs. MUK 4.3.2503-09. 2009. 32. (in Russian).
- Strontium-90. Determination of Yttrium-90 activity in soil mono-isooctylester of methylphosphonic acid. MUK 2.6.1.033-2003. 2003. (in Russian).
- Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor. Conducting a complex expeditionary radiation-hygienic survey of the settlement to assess the population exposure doses. MR 2.6.1.0006-10. 2011. 40. (in Russian).
- Research and Production Association «Typhoon». Radiation situation on the territory of Russia and neighboring countries in 2017. Annual. 2018. 360. (in Russian).
- Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor. Basic Sanitary Rules for Radiation Safety (OSPORB-99/2010). Sanitary rules and regulations. 2010. 83. (in Russian).
- Velichkin VI, Kuzmenkova NV, Kosheleva NE, Miroshnikov AY, Asadulin EE, Vorobyova TA. Assessment of the ecological and geochemical state of soils in the north-west of the Kola Peninsula. Geology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocryology. 2015;(1):41-50. (in Russian).
- Shandala NK, Kiselev SM, Titov AV, Simakov AV, Kryuchkov VP, et al. Radiation safety during remediation of the SevRAO facilities. Hygiene and Sanitation. 2015;94(5):10-6. (in Russian).
- SR 2.3.2.2650-10. Amendments and changes N 18 to sanitary-epidemiological rules and regulations SR 2.3.2.1078-01 Hygienic requirements for safety and nutritional value of foodstuffs. 2010. (in Russian).
- Sivintsev YV, Vakulovsky SM, Vasilyev AP, et al. Artificial radionuclides in the seas washing Russia: Radioecological consequences of the disposal of radioactive waste in the Arctic and Far Eastern seas (White Book 2000). 2005. 624. (in Russian).
- Federal Center for Hygiene and Epidemiology of the Rospotrebnadzor. Radiation Safety Standards (NRB-99/2009): Sanitary-epidemiological rules and regulations. 2009. 100. (in Russian).

For citation: Shandala NK, Isaev DV, Titov AV, Shlygin VV, Belskikh YS, Starinskiy VG, Starinskaya RA, Zueva MV, Ilyin LA, Lyaginskaya AM. Radiation Survey in the Vicinity of the Shipyards Involved in Decommissioning and Dismantlement of Nuclear Ships. Medical Radiology and Radiation Safety. 2019;64(5):9-14. (in Russian).

DOI: 10.12737/1024-6177-2019-64-5-9-14