

## Радиационное обследование территории села Териберка и острова Кильдин Мурманской области

Ю.В. Гущина, Н.К. Шандала, В.А. Серегин, Д.В. Исаев, В.Г. Старинский, А.А. Шитова, А.А. Филонова

Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия

*Арктическая зона является стратегически важной территорией Российской Федерации с точки зрения социально-экономической и научно-технологической составляющих, а также в аспекте планирования развития системы обеспечения национальной обороны, государственной и общественной безопасности. Интенсивное освоение и развитие арктических территорий в сочетании с быстро меняющейся средой вследствие глобальных климатических изменений несет в себе ряд рисков для окружающей среды, что определяет необходимость оценки потенциального экологического ущерба и определения значимости факторов возможного негативного воздействия на уникальные арктические экосистемы в настоящее время и в будущем. В статье представлены актуальные данные радиационного исследования прибрежной зоны районов проживания населения, близлежащих к месту затопления атомной подводной лодки «К-159» — села Териберка и острова Кильдин Мурманской области, а также морской акватории с целью оценки первичных уровней содержания техногенных и природных радионуклидов перед началом работ по потенциальному подъему затопленного объекта. Данная работа выполнена в рамках реализации Государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения» (утв. Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2017 г. № 1640). Отражены результаты измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на открытой местности и определения содержания техногенных и природных радионуклидов в пробах объектов окружающей среды (почва, водная растительность, морские гидробионты) и пищевых продуктов местного происхождения и производства (грибы, ягоды, рыба, молоко). Результаты исследований показали, что состояние исследуемой территории в целом стабильное по радиационному фактору, содержание радионуклидов находится на фоновом уровне. В рамках выполнения данной работы разработаны электронные модули базы данных по полученным результатам радиационного мониторинга в селе Териберка и на острове Кильдин. Получено Свидетельство № 2022621890 о регистрации базы данных с результатами радиационной обстановки вышеупомянутых территорий.*

**Ключевые слова:** Арктическая зона, атомная подводная лодка, радиационное исследование, среднегодовая эффективная доза населения, техногенные радионуклиды.

### Введение

Арктическая зона является перспективной территорией субъектов Российской Федерации с позиции обеспечения национальной безопасности, социально-экономического и научно-технологического развития. Реализация инновационных и конкурентоспособных проектов в Арктике приобретает особую важность для формирования стратегических национальных приоритетов. Основной задачей является максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для устойчивого роста экономики и повышения качества жизни и благосостояния населения.

Освоение новых месторождений суши и прибрежно-шельфовой зоны, увеличение уровня транзитного гру-

зопотока по Северному морскому пути и объёмов перевалки грузов в портах Арктического бассейна определяют необходимость оценки потенциального экологического ущерба и определения значимости факторов возможного негативного воздействия на уникальные арктические экосистемы в настоящее время и в будущем.

Вследствие глобальных выпадений продуктов ядерных испытаний, размещения значительного количества промышленных, оборонных и народно-хозяйственных объектов (атомные станции, Северный флот ВМФ России, судоремонтные и судостроительные заводы как гражданского, так и военного профиля) и проведенных в 1957–1992 гг. СССР/Россией захоронений твердых радиоактивных отходов (ТРО) в акваториях Карского и Баренцева морей экосистема Арктики в большей степе-

Гущина Юлия Валерьевна

Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна

Адрес для переписки: 123098, Москва, ул. Живописная, д. 46; E-mail: yuliyagushina@yandex.ru

ни подвергается потенциальному риску радиоактивного загрязнения. К возможным источникам загрязнения также следует отнести реакторные отсеки атомных подводных лодок (АПЛ), оказавшиеся на морском дне в результате аварий [1].

Прежде всего, это затонувшая в Баренцевом море АПЛ «К-159» (ныне «Б-159»). 30 августа 2003 г. АПЛ в надводном состоянии переводилась на утилизацию и вследствие шторма, потеряв остойчивость, затонула в Баренцевом море, в 3 милях к северо-западу от острова Кильдин [2]. На момент затопления на борту лодки находилось около 800 кг отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Общая активность радионуклидов в реакторах на борту на момент затопления оценивалась в 7,4 ПБк.

Комплексные исследования, включающие радиационно-экологический мониторинг, в месте затопления АПЛ «К-159» проводились с 2003 по 2014 г. [3, 4], что позволило сделать вывод о неизменности радиационной обстановки с момента ее гибели. Мощность амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) гамма-излучения на палубе корабля, в морской воде и донных отложениях имела фоновые значения. Визуальный осмотр «К-159» показал, что значительного обрастания и заиливания корпуса не произошло. Явных коррозионных повреждений, вызванных нахождением АПЛ в морской воде, не наблюдалось.

Проведение полноценных радиационных исследований сухопутной территории в районе возможного влияния выброса радионуклидов в случае образования самопроизвольной цепной реакции (СЦП) не осуществлялось.

Для мониторинга текущей радиационной обстановки на территории села Териберка имеется пост Мурманской территориальной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (МТ АСКРО), фиксирующий мощность дозы гамма-излучения, и пункт отбора проб морской воды для определения содержания Sr-90. Исследование других параметров и объектов радиационного мониторинга на данной территории не проводится. Радиационный мониторинг в районе острова Кильдин до данного момента не был реализован, поэтому судить об оценке возможного влияния предполагаемой деятельности по поднятию АПЛ «К-159» на население и окружающую среду затруднительно.

В целом, по данным радиационно-гигиенической паспортизации Мурманской области (2012–2020 гг.), МАЭД на ее территории регистрировалась в пределах 0,09–0,16 мкЗв/ч, что соответствует среднегодовым значениям естественного радиационного фона. Плотность загрязнения почвы Cs-137 находится на уровне значений глобальных выпадений и не превышает средних статистических показателей. За весь период наблюдения превышение гигиенических нормативов<sup>1,2</sup> по содержанию Sr-90 и Cs-137 в пищевых продуктах, как местного происхождения, так и во ввозимых на территорию области, не зарегистри-

ровано. Среднее значение годовой эффективной дозы облучения населения за счет всех источников ионизирующего излучения составило в среднем 3,899 мЗв/год [5].

Основываясь на проанализированных литературных данных, можно сделать вывод об отсутствии данных по отдельным параметрам при проведении радиационного мониторинга на территории села Териберка и острова Кильдин.

### Цель и задачи исследования

Принимая во внимание намеченные планы по подъему и утилизации затопленных и затонувших АПЛ, необходимым видится проведение радиационного мониторинга на территориях, находящихся в непосредственной близости к местам их нахождения, что позволит оценить потенциальное изменение содержания радионуклидов и оперативно выявить и предотвратить неблагоприятные последствия для окружающей среды и здоровья населения. Особое внимание следует уделить созданию базы данных радиационных исследований для выработки механизмов принятия решения и информирования населения.

### Материалы и методы

В качестве территорий исследований, которые в большей мере могут подвергнуться радиационному загрязнению, были выбраны остров Кильдин и село Териберка Мурманской области.

Териберка – село в Кольском районе Мурманской области, расположенное в 130 км от города Мурманска (рис. 1). Численность населения села с каждым годом уменьшается и сократилась до 957 человек. Однако стоит отметить, что с 2014 г. увеличился туристический поток в данном направлении. В среднем село посещают 2000 иностранных и российских туристов ежегодно.

Кильдин – остров в Баренцевом море, который находится в 1,5 км от Мурманского берега Кольского полуострова (см. рис. 1). На данный момент на острове население отсутствует. На востоке острова находится рыболовно-охотничья база, предназначенная для размещения туристов.

В ходе экспедиционных выездов проводились измерения следующих радиационных параметров:

- МАЭД;
  - удельной активности техногенных радионуклидов в почве и грунте, донных отложениях;
  - удельной активности техногенных радионуклидов в пищевых продуктах (грибы, ягоды, рыба, молочная продукция);
  - объемной (удельной) активности техногенных радионуклидов в морской воде и водной растительности.
- Отбор проб объектов окружающей среды и пищевых продуктов проводился в соответствии с действующими нормами.

<sup>1</sup> СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [Sanitary Regulations and Standards 2.3.2.1078-01 'Hygienic requirements for safety and nutritional value of food products' (In Russ.)]

<sup>2</sup> ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [Technical Regulations of the Customs Union 'On the Safety of Food Products' (In Russ.)]



**Рис. 1.** Карта расположения села Териберка и острова Кильдин  
[Fig. 1. Location map of Teriberka village and Kildin Island]

ющими нормативными документами и методическими указаниями<sup>3,4,5,6,7</sup>.

Точки отбора проб почвы и грунта располагались равномерно по площади исследуемой территории, на участках с ненарушенным почвенным покровом. Отбирались пробы массой 1 кг из поверхностного 5-сантиметрового слоя.

Отбор проб морской воды производился путем выемки на расстоянии 1–2 м от берега одинаковых по объему проб воды (5,0 л). Далее вода самотеком пропусклась через сорбент «АНФЕЖ» (Россия)<sup>8</sup>, после чего сорбент отправлялся на спектрометрический анализ в лабораторию. Точки отбора проб морской воды выбирались на

участках прибрежной акватории, свободной от водной растительности и других предметов.

В качестве пищевых продуктов местного происхождения, потребление которых дает основной вклад в дозу внутреннего облучения населения за счет техногенных источников, принимались дикорастущие грибы, ягоды, рыба и молоко местного производства.

Измерения активности гамма-излучающих радионуклидов в отобранных пробах проводились спектрометрическим методом на гамма-спектрометре фирмы «CANBERRA» (США) с германиевым блоком детектирования в соответствии с методикой выполнения измерений<sup>9</sup>.

Определение удельной активности Sr-90 в отобранных пробах проводилось на радиометрических установках УМФ-2000 (Россия) после радиохимического выделения в соответствии с методическими указаниями<sup>10,11</sup>.

Измерения МАЭД проводились на высоте 1 м от поверхности земли с помощью портативных спектрометрических установок МКС-01А «Мультирад-М» (Россия) и МКС-АТ6101С (Республика Беларусь) методом непрерывной пешеходной гамма-съемки с привязкой к географическим координатам в соответствии с методическими рекомендациями<sup>12</sup>.

Все исследования по изучению содержания радионуклидов в пробах объектов окружающей среды были выполнены в Испытательном лабораторном центре Гигиенического мониторинга (ИЛЦ ГМ) ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (Номер в реестре аккредитованных лиц – № RA.RU.215Y01 от 17.08.2015).

<sup>3</sup> ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб [State standard 31861-2012. 'Water. General requirements for sampling' (In Russ.)]

<sup>4</sup> ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб [State standard 17.4.3.01-2017. 'Nature protection. Soils. General requirements for sampling' (In Russ.)]

<sup>5</sup> ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа [State standard 'Nature protection. Soils. Methods of sampling and preparation of samples for chemical, bacteriological, helminthological analysis' (In Russ.)]

<sup>6</sup> ГОСТ Р 53123-2008 (ИСО 10381-5:2005). Качество почвы. Отбор проб. Часть 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы [State standard R 53123-2008 (ISO 10381-5:2005). 'Soil quality. Sampling. Part 5. Guidelines for the examination of urban and industrial sites for soil contamination' (In Russ.)]

<sup>7</sup> ГОСТ 32164-2013. Продукты пищевые. Метод отбора проб для определения стронция Sr-90 и цезия Cs-137 [State standard 32164-2013. Food products. Sampling method for the determination of strontium Sr-90 and cesium Cs-137 (In Russ.)]

<sup>8</sup> Методика измерений удельной активности радионуклидов цезия в растворах. Рег. номер ФР.1.40.2015.21030. Редакция 2015 г. [Measurement procedure for specific activity of cesium radionuclides in solutions. Reg. number FR.1.40.2015.21030. Edition 2015. (In Russ.)]

<sup>9</sup> Методика выполнения измерений активности гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах с применением гамма-спектрометрической системы LabSOCS. ООО НТЦ «РАДЕК» [Methodology of gamma-emitting radionuclide activity measurements in counting samples using LabSOCS gamma-spectrometric system. ООО НТЦ 'RADEK' (In Russ.)]

<sup>10</sup> МУК 4.3.2503-09. Стронций-90. Определение удельной активности в пищевых продуктах [Methodological guidelines 4.3.2503-09. Strontium-90. Determination of specific activity in foodstuffs (In Russ.)]

<sup>11</sup> МУК 2.6.1.033-2003. Стронций-90. Определение концентрации в почве экстракцией моноизооктиловым эфиром метилфосфоновой кислоты иттрия-90 [Methodological guidelines 2.6.1.033-2003. Strontium-90. Determination of the concentration in soil by extraction with yttrium-90 monoisoctyl ether of methylphosphonic acid (In Russ.)]

<sup>12</sup> МУ 2.6.1.2398-08. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности [Methodological guidelines 2.6.1.2398-08. 2.6.1 Ionizing radiation, radiation safety. Radiation control and sanitary-epidemiologic assessment of land plots for construction of residential houses, buildings and structures of public and industrial purposes in terms of radiation safety (In Russ.)]



## Результаты исследования

### Мощность дозы гамма-излучения

В ходе экспедиционного выезда в село Териберка (2020 г.) и на остров Кильдин (2021 г.) проведена пешеходная гамма-съемка местности.

По результатам измерений установлено, что значение мощности дозы гамма-излучения на территории села Териберка находится в пределах от 0,03 до 0,29 мкЗв/ч. Карты маршрутов пешеходной гамма-съемки и полученные результаты исследований приведены на рисунке 2.

На локальных участках села Териберка можно наблюдать повышенные значения МАЭД – 0,29 мкЗв/ч. Данный факт объясняется тем, что основной вклад в мощность дозы определяется подстилающими горными породами.

Карты маршрутов пешеходной гамма-съемки и полученные результаты исследований на острове Кильдин приведены на рисунке 3.

### Удельная активность радионуклидов в пробах объектов окружающей среды

На территории села Териберка и острова Кильдин была проведена оценка содержания техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды. На рисунках 4 и 5 отмечены места отбора проб.

Места отбора проб выбирались с учетом охвата большей территории, а также с точки зрения наибольшего пребывания людей, наличия туристических маршрутов и рекреационных зон.

### Почва

Отбор проб почв производился согласно ГОСТ 17.4.4.02-20175.

В таблице 1 приведены результаты анализа проб почвы на содержание техногенных и природных радионуклидов в исследуемых районах.

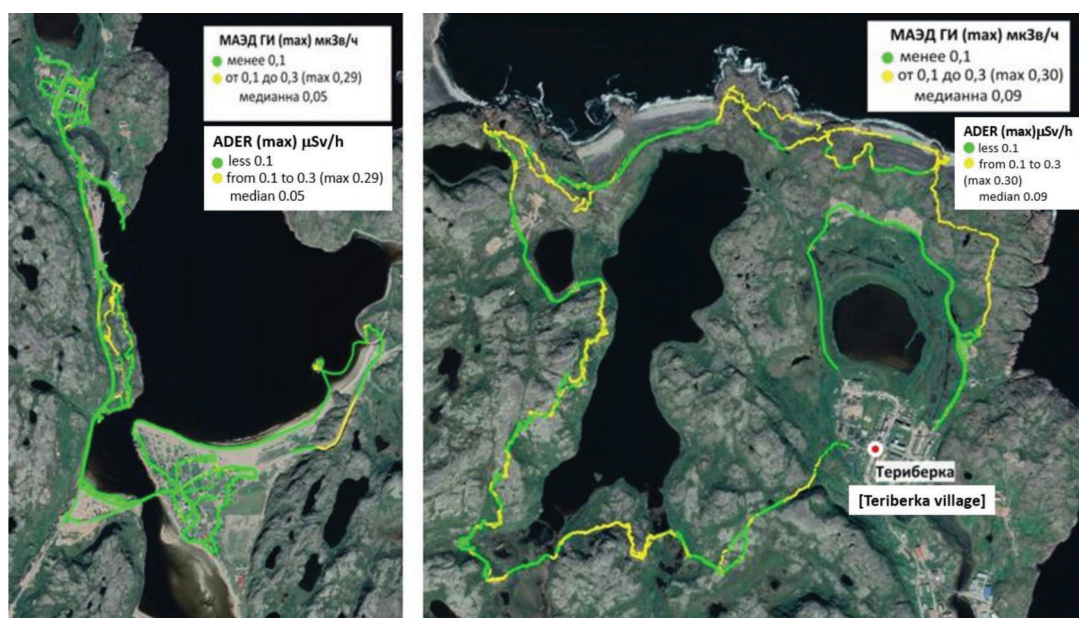


Рис. 2. Картограмма значений МАЭД на территории села Териберка  
[Fig. 2. Cartogram of ADER values in the territory of Teriberka village]



Рис. 3. Картограмма значений МАЭД по результатам пешеходной гамма-съемки на территории острова Кильдин  
[Fig. 3. Cartogram of ADER values based on the results of pedestrian gamma survey in the territory of Kildin Island]

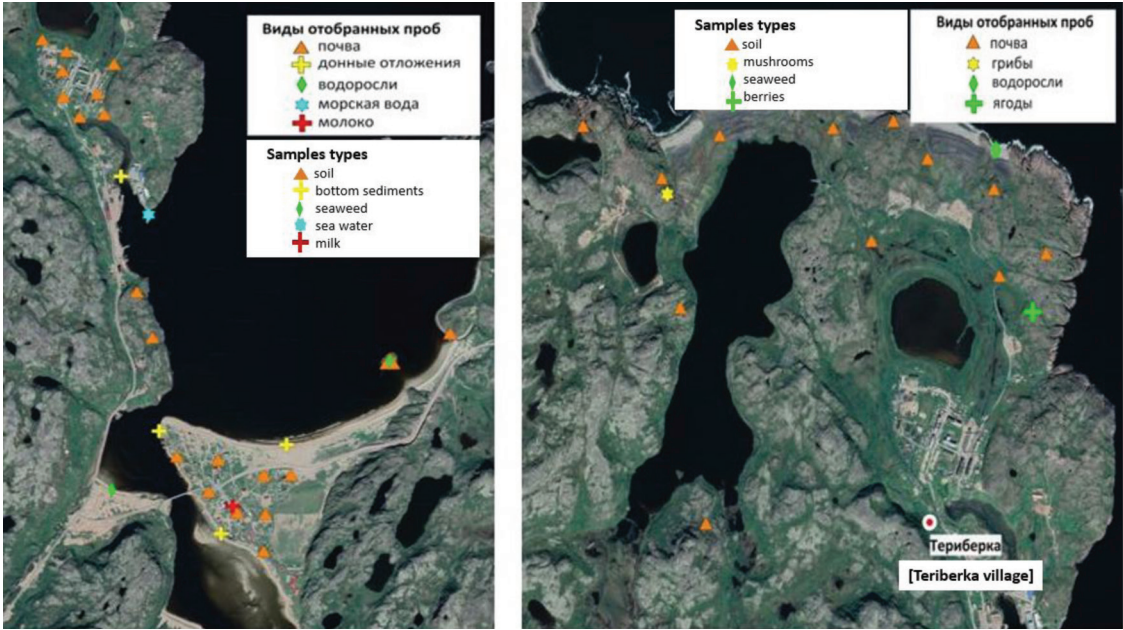


Рис. 4. Карта отбора проб в селе Териберка по видам проб [Fig. 4. Map of sampling in Teriberka village by sample type]

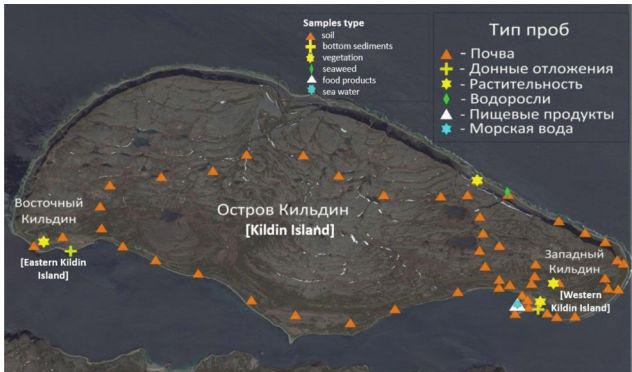


Рис. 5. Карта отбора проб на острове Кильдин по видам проб [Fig. 5. Map of sampling on Kildin Island by sample type]

Диапазон значений удельной активности радионуклидов в почве и грунте

Таблица 1

[Table 1]

Range of values of specific activity of radionuclides in soil and subsoil

| Территория<br>[Location]                                           | Диапазон значений удельной активности, Бк/кг<br>[Range of values of specific activity, Bq/kg] |                    |                     |                   |                   |                  |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|
|                                                                    | <sup>90</sup> Sr                                                                              | <sup>137</sup> Cs  | <sup>226</sup> Ra   | <sup>232</sup> Th | <sup>40</sup> K   | <sup>235</sup> U |
| Село Териберка<br>[Teriberka village]                              |                                                                                               |                    |                     |                   |                   |                  |
| Село Териберка<br>[Teriberka village]                              | 0,1–12,8<br>(6,45)                                                                            | 0,2–21,0 (10,6)    | 2,3–16,0 (9,15)     | 3,3–13,0 (8,15)   | 65–440<br>(252,5) | 0,1–1,4 (0,75)   |
| Окрестности села Териберка<br>[Teriberka village<br>neighborhoods] | 0,1–12,1<br>(6,1)                                                                             | 0,8–92,0<br>(46,4) | 1,4–122,0<br>(61,7) | 3,3–61<br>(32,15) | 20–607<br>(313,5) | 0,6–6,9 (3,75)   |

| Территория<br>[Location]                                                                                                      | Диапазон значений удельной активности, Бк/кг<br>[Range of values of specific activity, Bq/kg] |                   |                    |                    |                     |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
|                                                                                                                               | <sup>90</sup> Sr                                                                              | <sup>137</sup> Cs | <sup>226</sup> Ra  | <sup>232</sup> Th  | <sup>40</sup> K     | <sup>235</sup> U  |
| Губа Долгая<br>[Dolgaya Bay]                                                                                                  | 0,4–10<br>(5,2)                                                                               | 0,1–40<br>(24,55) | 1,6–8,4<br>(5)     | 0,1–12<br>(6,05)   | 14–324<br>(169)     | 0,3–0,8 (0,55)    |
| Бухта Зеленецкая<br>[Zelenetskaya Creek]                                                                                      | 0,2–12 (6,1)                                                                                  | 0,3–19 (9,65)     | 3–9<br>(6)         | 2,5–8,9<br>(5,7)   | 38–384 (211)        | 0,1–1,1 (0,6)     |
| Губа Опасова<br>[Opasova Bay]                                                                                                 | 0,4–23 (11,7)                                                                                 | 0,7–16 (8,35)     | 5–12<br>(8,5)      | 10–17<br>(13,5)    | 316–679<br>(497,5)  | 0,1–0,4<br>(0,25) |
| Бухта Безымянная<br>[Bezimyannaya Creek]                                                                                      | 0,3–1,5 (0,9)                                                                                 | 16–18<br>(17)     | 2,2–2,8<br>(2,5)   | 4–6,1<br>(5,05)    | 269–300<br>(284,5)  | 0,1–0,3<br>(0,2)  |
| Остров Кильдин<br>[Kildin Island]                                                                                             |                                                                                               |                   |                    |                    |                     |                   |
| Восточный Кильдин<br>[East Kildin]                                                                                            | 0,3–6,0<br>(0,7)                                                                              | 1–60<br>(17,5)    | 2,2–22,2<br>(14,5) | 1,8–24,1<br>(14,5) | 10,8–614,7<br>(406) | 0,2–2,9<br>(1,3)  |
| Западный Кильдин<br>[West Kildin]                                                                                             | 0,4–2,6<br>(1,5)                                                                              | 4–102<br>(37)     | 10–25<br>(20)      | 11,7–27,5<br>(16)  | 307–615<br>(502)    | 0,4–2,5<br>(2,4)  |
| Аэродром<br>[Aerodrome]                                                                                                       | 0,1–0,5<br>(0,3)                                                                              | 0,4–0,8<br>(0,4)  | 17–18<br>(17,5)    | 17–18<br>(17,5)    | 570–630<br>(600)    | 1,9–2,5<br>(2,2)  |
| Южная дорога<br>[South Road]                                                                                                  | 0,1–1,2<br>(0,5)                                                                              | 1,2–72,0<br>(6,5) | 15–24<br>(19)      | 14–28,1<br>(27,5)  | 315–713<br>(582)    | 1,2–2,8<br>(2,45) |
| Верхний Кильдин<br>[Verkhny Kildin]                                                                                           | 0,3–1,0<br>(0,3)                                                                              | 0,9–35,7<br>(2,8) | 3,4–28,8<br>(15)   | 2–37,4<br>(19)     | 38,4–802,1<br>(497) | 0,1–3,3<br>(1,5)  |
| Остров Кильдин<br>(территория вне обозначен-<br>ных локаций)<br>[Kildin Island<br>(area outside the designated<br>locations)] | 0,2–11,9 (0,7)                                                                                | 0,7–82,5<br>(25)  | 3,7–24<br>(14)     | 2,4–29,8<br>(15)   | 29–724<br>(390)     | 0,5–3,6<br>(1,3)  |

В скобках указано медианное значение удельной активности радионуклидов.

[The median value of specific activity of radionuclides is given in brackets.]

Значения приведены с учётом расширенной неопределённости измерений (P=0,95).

[Values are given considering the expanded measurement uncertainty (P=0.95).]

Значения удельной активности Cs-137 на территории села Териберка и прилегающих территориях лежит в диапазоне от 0,1 до 92 Бк/кг, на территории острова Кильдин – от 0,4 до 102 Бк/кг. Полученные результаты свидетельствуют о пятнистом характере загрязнения почвы данным радионуклидом. Однако при сравнении полученных значений с нормативным показателем удельной активности техногенных радионуклидов, при которых допускается неограниченное использование твердых материалов<sup>13</sup>, полученные значения Cs-137 в почве исследуемых территорий не превышают 100 Бк/кг. Только в одной пробе почвы удельная активность Cs-137 составила 102 Бк/кг. Медианное значение удельной активности Cs-137 в почве на территории, где была отобрана данная проба, составляет 37 Бк/кг, что может говорить о соответствии территории критериям неограниченного использования твердых материалов<sup>13</sup>.

#### Донные отложения

Содержание радионуклидов в пробах донных отложений, отобранных на территории села Териберка и в морских бухтах фоновых районов, варьирует в следующих пределах: Cs-137 – от 0,3 до 1,2 Бк/кг, Sr-90 – от 0,1 до 0,6 Бк/кг; на острове Кильдин – Cs-137 от 0,3 до 0,7 Бк/кг, Sr-90 – от 0,1 до 0,4 Бк/кг.

Полученные данные показывают, что донные отложения в районе проживания населения по содержанию техногенного радионуклида Cs-137 не противоречат литературным данным [3] и составляют менее 3–5 Бк/кг.

#### Морская вода

Содержание Cs-137 в морской воде вблизи села Териберка составляет 0,3 Бк/м³, что сопоставимо со среднегодовым содержанием данного радионуклида в Баренцевом море (1,71 Бк/м³) [6]. Значение удельной

<sup>13</sup> Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26 апреля 2010 г. № 40 «Об утверждении СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)» [Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated April 26, 2010 N 40 «On approval of SP 2.6.1.2612-10 «Basic sanitary rules for ensuring radiation safety (OSPORB 99/2010)» (In Russ.)]



активности Cs-137 в морской воде Баренцева моря вблизи острова Кильдин составило 1,07 Бк/м<sup>3</sup> и также не превышает среднего значения объемной активности Cs-137 в поверхностных водах Баренцева моря за 2013–2017 гг.

*Морская биота, наземная растительность  
и пищевые продукты местного производства*

Обобщенные данные по содержанию техногенных радионуклидов в образцах морской биоты, наземной растительности и пищевых продуктов местного производства села Териберка и острова Кильдин представлены в таблице 2.

Таблица 2  
**Диапазон значений удельной активности Sr-90 и Cs-137 в селе Териберка на острове Кильдин в пробах объектов окружающей среды, Бк/кг**

Range of values of specific activity of Sr-90 и Cs-137 in Teriberka village on Kildin Island in environmental samples, Bq/kg

| Вид пробы [Sample type]                                        | <sup>90</sup> Sr | <sup>137</sup> Cs |
|----------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|
| Водоросли [Seaweed]                                            | 0,5–17 (2,0)     | 0,2–2,3 (0,7)     |
| Грибы [Mushrooms]                                              | 0,3–0,9 (0,6)    | 4,0–4,7 (4,3)     |
| Ягоды [Berries]                                                | <0,5             | 8–9,1 (8,3)       |
| Рыба [Fish]                                                    | 0,1–1,1 (0,4)    | 0,1–0,2 (0,15)    |
| Молоко [Milk]                                                  | 0,4–1,6 (1)      | 0,1–0,3 (0,2)     |
| Водоросли, морская растительность [Seaweed, marine vegetation] | 0,3–0,7 (0,5)    | 0,1–0,4 (0,2)     |
| Мясо краба [Crab meat]                                         | 0,3–0,7 (0,5)    | <0,03             |
| Рыба [Fish]                                                    | 0,3–1,1 (0,7)    | <0,07             |
| Грибы [Mushrooms]                                              | 0,3–1,0 (0,6)    | 3,1–4,5 (3,7)     |
| Мхи и лишайники [Mosses and lichens]                           | 0,5–1,5 (1,0)    | 0,2–0,3 (0,2)     |
| Ягоды [Berries]                                                | 0,1–0,16 (0,13)  | 4–4,5 (4,2)       |

В скобках указано медианное значение удельной активности радионуклидов.

[The median value of specific activity of radionuclides is given in brackets.]

Значения приведены с учётом расширенной неопределённости измерений (P=0,95).

[Values are given considering the expanded measurement uncertainty (P=0.95).]

Измеренное значение удельной активности Cs-137 в пробе дикорастущих трубчатых грибов не превышает значение допустимого уровня (500 Бк/кг) содержания данного радионуклида<sup>1,2</sup>.

Содержание Sr-90 и Cs-137 в молоке варьирует от 0,5 до 1,6 Бк/кг и от 0,2 до 0,3 Бк/кг соответственно. Данные уровни на несколько порядков ниже гигиенических нормативов<sup>1,2</sup> для молока (Cs-137 – 100 Бк/кг, Sr-90 – 25 Бк/кг).

Содержание Sr-90 в рыбе составляет 0,3–1,1 Бк/кг, Cs-137 – 0,03–0,09 Бк/кг. Нормативные значения<sup>1,2</sup> (100 Бк/кг по Sr-90 и 130 Бк/кг по Cs-137) не превышены.

Содержание Cs-137 в дикорастущих ягодах на порядок ниже гигиенических нормативов<sup>1,2</sup> (Cs-137 – 160 Бк/кг).

## Обсуждение результатов

Результаты, представленные на рисунках 2 и 3, демонстрируют, что МАЭД на территории села Териберка и острова Кильдин соответствует уровню естественного фона Мурманской области.

Значения удельной активности Cs-137 в почве в селе Териберка и на острове Кильдин (см. табл. 1) свидетельствуют о неравномерном пятнистом характере загрязнения данным радионуклидом. Нормативные уровни<sup>13</sup> не превышены (100 Бк/кг). Медианное значение удельной активности Cs-137 в почве на территории с максимальными значениями (102 Бк/кг, Западный Кильдин) составляет 37 Бк/кг, что свидетельствует о соответствии территории критериям неограниченного использования твердых материалов<sup>13</sup>.

Анализ значений активности Cs-137 в донных отложениях на протяжении более чем 30 лет [7] позволяет сделать вывод, что донные отложения Баренцева моря в районе острова Кильдин и села Териберка характеризуются низкими уровнями содержания техногенных радионуклидов, которые сравнимы с фоновыми региональными значениями. Данный факт можно объяснить низкими уровнями Cs-137 в воде. Известно, что при низких концентрациях в морской воде цезий образует ионную форму Cs<sup>+</sup>, которая имеет тенденцию оставаться в водной среде, слабо сорбироваться взвесью, а значит, в незначительной степени накапливаться в донных осадках [8].

Одним из важных путей облучения населения является пероральный путь поступления радионуклидов в организм человека. По этой причине особое внимание уделялось пищевым продуктам местного происхождения.

Сопоставив значения активности Cs-137 и Sr-90 в ягодах, грибах и рыбе (см. табл. 2) с данными радиационного контроля за 2011–2020 гг. [5], можно судить о том, что в пищевых продуктах местного происхождения в селе Териберка и на острове Кильдин нет превышения содержания техногенных радионуклидов над региональными значениями. Согласно нормативным документам<sup>1,2</sup>, допустимые уровни содержания Cs-137 в ягодах установлены на уровне 160 Бк/кг, в грибах – 500 Бк/кг, при этом Sr-90 не нормируется. Нормативные уровни для отобранных проб ягод и грибов не превышены.

Содержание Cs-137 в водорослях в 1980-е гг. в Баренцевом море варьировало от 7–10 Бк/кг сухой массы. Начиная с 1990-х гг. по 2018 г. уровни Cs-137 и Sr-90 заметно снизились и составляют от 0,2 до 0,8 Бк/кг и 0,1–1,0 Бк/кг соответственно [9].

В целом, можно сделать вывод о том, что радиационная обстановка характеризуется фоновыми значениями содержания техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды.

В рамках выполнения данной работы разработаны электронные модули базы данных (БД) по полученным результатам радиационного мониторинга в селе Териберка и на острове Кильдин (рис. 6). Получено Свидетельство № 2022621890 о регистрации базы данных с результатами радиационной обстановки вышеупомянутых территорий.

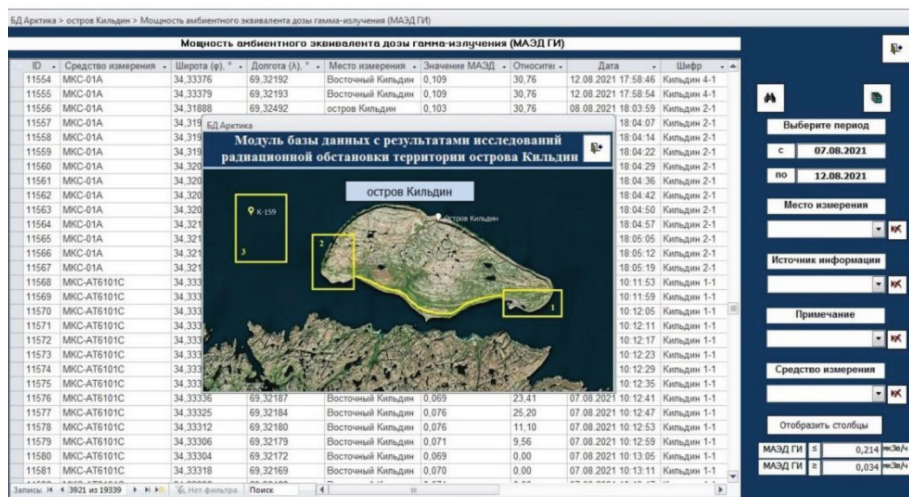


Рис. 6. Графическая форма базы данных  
[Fig. 6. Graphical form of database]

### Закключение

Проведены радиационные исследования прибрежной зоны районов проживания населения, близлежащих к объектам затопления ядерно и радиационно опасных объектов, для характеристики состояния территорий проживания населения по радиационному фактору перед намечаемой хозяйственной деятельностью в Арктике, в том числе предполагаемому подъему затопленных и затонувших объектов. На основании полученных данных получена оценка радиационного состояния территории и морской акватории села Териберка и острова Кильдин.

1. Установлено, что уровни МАЭД на исследуемых территориях соответствуют естественному гамма-фону региона и не превышают среднегодовое значение для Мурманской области.

2. Почвы и донные отложения в районе проживания населения по содержанию техногенных радионуклидов Cs-137 и Sr-90 удовлетворяют требованиям неограниченного использования материалов.

3. Показано, что уровни загрязнения радионуклидами Cs-137 и Sr-90 пищевых продуктов, морской воды и др. на несколько порядков ниже соответствующих нормативов.

Состояние исследуемой территории, в целом, стабильное по радиационному фактору. Содержание радионуклидов находится на фоновом уровне.

### Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей

Гущина Ю.В. – написание текста статьи, редактирование.

Шандала Н.К. – концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта текста статьи.

Серегин В.А. – научное консультирование, редактирование текста статьи.

Исаев Д.В. – сбор и обработка полученных в ходе исследования данных.

Старинский В.Г. – написание текста статьи, редактирование.

Шитова А.А. – сбор литературного материала.

Филонова А.А. – научное консультирование, редактирование текста.

### Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов при выполнении работы и подготовке данной статьи.

### Сведения об источнике финансирования

Финансирование работы осуществлялось по Государственному контракту № 10.004.20.0 от 9 июня 2020 г. с ФМБА России в рамках реализации Государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения» (утв. Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2017 г. № 1640).

### Литература

1. Разработка концепций экологической реабилитации арктических морей от затопленных радиационно опасных объектов ИБРАЭ РАН. URL: <http://www.ibrae.ac.ru/contents/465/> (дата обращения 13.09.2023).
2. Сивинцев Ю.В., Вакуловский С.М., Васильев А.П. и др. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию. Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в арктические и дальневосточные моря («Белая хитина-2000»). М.: ИздАТ, 2005. С. 117-118.
3. Саркисов А.А., Сивинцев Ю.В., Высоцкий В.Л., Никитин В.С. Атомное наследие холодной войны на дне Арктики. М., 2015. С. 120-133.
4. Казеннов А.Ю. Проведение радиационного мониторинга АПЛ Б-159. Материалы российско-британской группы экспертов, 15 августа 2007 г. М., 2007. 9 с.
5. Ежегодный доклад о состоянии окружающей среды Мурманской области (2011-2020 гг.). URL: <https://gov-murman.ru/region/environmentstate/> (дата обращения: 12.09.2023).
6. Матишов Г.Г., Касаткина Н.Е., Усягина И.С. Техногенная радиоактивность вод центрального полярного бассейна и смежных районов Арктики // Доклады академии наук. 2019. Т. 485, №1. С. 93-98. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5652485193-9>.



7. Параскив А.А., Мирзоева Н.Ю., Мирошниченко О.Н. Содержание радионуклидов цезия в воде и донных отложениях Баренцева моря. Система Баренцева моря / под ред. академика А.П. Лисицына. М.: ГЕОС, 2021. 672 с. DOI:10.29006/978-5-6045110-0-8/(36).
8. Никитин Е.Д. Современное почвоведение и сохранение биосферы // Почвоведение. М., 1991. № 4. С. 59-70.
9. Матишов Г.Г., Ильин Г.В., Усягина И.С. и др. Концентрация искусственных радиоизотопов в биоте арктического шельфа в современных условиях (2013–2018 гг.) // Доклады российской академии наук. Науки о земле. 2020. Т. 494, № 1. С.71-75. DOI:10.31857/S2686739720090133.

Поступила: 16.11.2023 г.

---

**Гущина Юлия Валерьевна** – младший научный сотрудник лаборатории радиационной коммунальной гигиены, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России. **Адрес для переписки:** 123098, Москва, ул. Живописная, д. 46; E-mail: yuliyagushina@yandex.ru

ORCID 0000-0002-5953-4475

**Шандала Наталия Константиновна** – доктор медицинских наук, заместитель генерального директора по науке и биофизическим технологиям, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия

ORCID 0000-0003-1290-3082

**Серегин Владимир Александрович** – старший научный сотрудник лаборатории радиационной коммунальной гигиены, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия

ORCID 0000-0001-9883-1571

**Исаев Дмитрий Викторович** – старший научный сотрудник лаборатории радиационной коммунальной гигиены, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия

ORCID 0000-0002-9687-628X

**Старинский Виталий Григорьевич** – руководитель Испытательного лабораторного центра Гигиенического мониторинга, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия

ORCID 0000-0003-1026-3472

**Шитова Анастасия Александровна** – младший научный сотрудник лаборатории радиационной коммунальной гигиены, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия

ORCID 0000-0002-9584-4286

**Филонова Анна Александровна** – старший научный сотрудник лаборатории радиационной коммунальной гигиены, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Россия

ORCID 0000-0002-0832-2878

**Для цитирования:** Гущина Ю.В., Шандала Н.К., Серегин В.А., Исаев Д.В., Старинский В.Г., Шитова А.А., Филонова А.А. Радиационное обследование территории села Териберка и острова Кильдин Мурманской области // Радиационная гигиена. 2024. Т. 17, № 2. С. 117–127. DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-2-117-127

## Radiation survey of the territory of Teriberka village and Kildin Island of Murmansk Region

Iuliia V. Gushchina, Nataliya K. Shandala, Vladimir A. Seregin, Dmitriy V. Isaev, Vitaliy G. Starinskiy, Anastasiya A. Shitova, Anna A. Filonova

State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

*The Arctic zone is a strategically important territory of the Russian Federation from the point of view of socio-economic, scientific, and technological components, as well as in terms of planning the development of a system for ensuring national defense, state, and public security. Intensive exploration and development of Arctic territories, combined with a rapidly changing environment due to global climate change, carries a few risks for the environment. This determines the need to assess potential environmental damage and determine the significance of factors of potential negative impact on unique Arctic ecosystems now and in the future. The article presents current data from a radiation survey of the coastal zone of residential areas close to the site of the sinking of the nuclear submarine 'K-159' – Teriberka village and Kildin Island, Murmansk region, as well as the sea area to assess the primary levels of man-made and natural radionuclides before starting work on the potential lifting of the submerged object. This work was carried out as part of the implementation of the State Program of the Russian Federation 'Health Development' (approved by Decree of the Government of the Russian Federation dated December 26, 2017, No. 1640). The results of measuring the ambient dose equivalent rate of gamma radiation in open areas and determining the content of man-made and natural radionuclides in samples of environmental media (soil, aquatic vegetation, marine aquatic organisms) and food products of local origin and production (mushrooms, berries, fish, milk). The research results showed that the state of the study area is generally stable in terms of the radiation factor, the content of radionuclides is at the background level. As part of this work, electronic database modules have been developed based on the results of radiation monitoring in Teriberka village and on Kildin Island. Certificate No. 2022621890 was received on registration of a database with the results of the radiation situation of the above-mentioned territories.*

**Key words:** Arctic zone, nuclear submarine, radiation survey, annual average effective public dose, man-made radionuclides.

## Personal contribution of authors

Gushchina Iu.V. – writing the text of the article, editing.  
Shandala N.K. – the concept and design of the study, approval of the final version of the article.  
Seregin V.A. – scientific consulting, editing the text of the article.  
Isaev D.V. – collection and processing of data obtained during the study.  
Starinsky V.G. – writing the text of the article, editing.  
Shitova A.A. – collection of literary material.  
Filonova A.A. – scientific consulting, editing the text of the article.

## Conflict of interests

The authors declare that they have no conflicts of interest when conducting the study and preparing this article.

## Sources of funding

The work was financed under State Contract No. 10.004.20.0 dated June 09, 2020, with the FMBA of Russia as part of the implementation of the State Program of the Russian Federation 'Health Development' (approved by Decree of the Government of the Russian Federation dated December 26, 2017, No. 1640).

## References

1. Development of Concepts of Ecological Rehabilitation of Arctic Seas from Submerged Radiation Hazardous Facilities IBRAE RAS [Internet]. Available from: <http://www.ibrae.ac.ru/contents/465/> [Accessed 13 Sep 2023] (In Russian).
2. Sivintsev YV, Vakulovsky SM, Vasiliev AP, Vysotsky VL, Gubin AT, Danilyan VA, et al. Technogenic Radionuclides in the Seas Washing Russia. Radioecological Consequences of Radioactive Waste Disposal in the Arctic and Far Eastern Seas ('White Book-2000'). Moscow, Izdat; 2005. P. 117-118 (In Russian).
3. Sarkisov AA, Sivintsev YV, Vysotsky VL, Nikitin VS. Atomic legacy of the Cold War at the bottom of the Arctic. Moscow; 2015. P. 120-133 (In Russian).
4. Kazennov AY. Carrying out radiation monitoring of the nuclear submarine B-159. Materials of the Russian-British Group of Experts, August 15, 2007, Moscow; 2007. 9 p. (In Russian).
5. Annual report on the state of the environment of the Murmansk region (2011-2020) [Internet]. Available from: <https://gov-murman.ru/region/environmentstate/> [Accessed 11 Aug 2023] (In Russian).
6. Matishov GG, Kasatkina NE, Usyagina IS. Technogenic radioactivity of the waters of the central polar basin and adjacent Arctic areas. *Doklady akademii nauk = Reports of the Academy of Sciences*. 2019(1): 93-98. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5652485193-9> (In Russian).

Iuliia V. Gushchina

State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center

Address for correspondence: Zhivopisnaya Str., 46; Moscow, 123098, Russia; E-mail: [yuliagushina@yandex.ru](mailto:yuliagushina@yandex.ru)

7. Paraskiv AA, Mirzoeva NYu, Miroshnichenko ON. Cesium radionuclide content in water and bottom sediments of the Barents Sea. System of the Barents Sea. Ed. by Academician A.P. Lisitsyn. Moscow: GEOS, 2021. 672 p. DOI:10.29006/978-5-6045110-0-8/(36) (In Russian).
8. Nikitin ED. Modern soil science and biosphere conservation. *Pochvovedenie = Soil Science*. Moscow. 1991;(4):59-70 (In Russian).
9. Matishov GG, Ilyin GV, Usyagina IS, Valuyskaya DA, Kirillova EE. Concentration of artificial radioisotopes in the biota of the Arctic shelf in modern conditions (2013-2018). *Doklady russiyskoy akademii nauk. Nauki o zemle = Reports of the Russian Academy of Sciences. Earth Sciences*. 2020;494(1): 71-75. DOI:10.31857/S2686739720090133 (In Russian).

Received: November 16, 2023

**For correspondence: Iuliia V. Gushchina** – Junior Researcher of Laboratory of Radiation Public Hygiene, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia (Zhivopisnaya Str., 46; Moscow, 123098, Russia; E-mail: yuliyagushina@yandex.ru)

ORCID 0000-0002-5953-4475

**Nataliya K. Shandala** – M.D., Ph.D., Science and Biophysics Technologies Deputy Director General, Doctor of Medical Science, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

ORCID 0000-0003-1290-3082

**Vladimir A. Seregin** – Senior Researcher of Laboratory of Radiation Public Hygiene, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

ORCID 0000-0001-9883-1571

**Dmitriy V. Isaev** – Senior Researcher of Laboratory of Radiation Public Hygiene, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

ORCID 0000-0002-9687-628X

**Vitaly G. Starinskiy** – Head of the Testing Laboratory Center for Hygienic Monitoring of State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

ORCID 0000-0003-1026-3472

**Anastasiya A. Shitova** – Junior Researcher of Laboratory of Radiation Public Hygiene, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

ORCID 0000-0002-9584-4286

**Anna A. Filonova** – Senior Researcher of Laboratory of Radiation Public Hygiene, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

ORCID 0000-0002-0832-2878

**For citation: Gushchina Iu.V., Shandala N.K., Seregin V.A., Isaev D.V., Starinskiy V.G., Shitova A.A., Filonova A.A. Radiation survey of the territory of Teriberka village and Kildin Island of Murmansk Region. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2024. Vol. 17, No. 2. P. 117–127. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-2-117-127**