

География и структура центров ядерной медицины на территории Российской Федерации по состоянию на 2025 год

Чипига Л.А.^{1,2,3}, Козлова К.Н.⁴, Звонова И.А.¹, Водоватов А.В.^{1,5}, Библин А.М.¹, Станжевский А.А.²

¹ 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

² Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

³ Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

⁴ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

⁵ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

Развитие ядерной медицины приводит к росту использования открытых радионуклидных источников и связанных с этим процессом транспортирования источников ионизирующего излучения и образования радиоактивных отходов. В этих условиях повышается значимость контроля и учета источников ионизирующего излучения в медицинских организациях. Целью настоящей работы была оценка географии распространения и структуры центров ядерной медицины в России на основании реестра санитарно-эпидемиологических заключений на момент 2025. Материалы и методы: В статье представлен анализ реестра санитарно-эпидемиологических заключений о соответствии (несоответствии) видов деятельности (работ, услуг) требованиям государственных санитарно-эпидемиологических правил и нормативов на начало 2025 года. Результаты исследования и обсуждение: Всего по результатам проведенного исследования на начало 2025 года в Российской Федерации находятся 188 организаций, осуществляющих медицинскую деятельность с использованием радионуклидов, из которых 152 подразделения проводят однофотонную радионуклидную диагностику (38 находятся в Москве, 20 в Санкт-Петербурге); 81 подразделения позитронной эмиссионной томографии (26 отделений находится в Москве, 8 - в Санкт-Петербурге); 52 подразделения радионуклидной терапии (12 - в Москве и 5 - в Санкт-Петербурге). Все подразделения радионуклидной терапии находятся в организациях, проводящих диагностику с использованием радиофармпрепаратов. Заключение: Требование о наличии специализации, которое необходимо для проведения радионуклидной терапии, не реализовано в большинстве отделений радионуклидной диагностики, что ограничивает возможность развития радионуклидной терапии и проведение ее на базе диагностических подразделений. Текущая практика организации подразделений для проведения радионуклидной терапии на базе подразделений радионуклидной диагностики не позволяет рассматривать вопросы обеспечения радиационной безопасности разделяя требования для диагностики и терапии, поэтому целесообразно предъявлять единые требования для подразделений ядерной медицины.

Ключевые слова: ядерная медицина, радионуклидная терапия, однофотонная эмиссионная компьютерная томография, позитронная эмиссионная томография, санитарно-эпидемиологическое заключение.

Введение

В настоящее время ядерная медицина, включающая радионуклидную диагностику (РНД) и терапию, является одной из наиболее активно развивающихся областей лучевой диагностики в мире, без которой невозможно представить систему здравоохранения никакой развитой страны мира [1, 2].

Современная медицина использует различные источники

ионизирующего излучения для диагностических и лечебных целей, что является серьезным фактором радиационного воздействия на человека. Радионуклидные методы диагностики можно разделить на два основных класса: позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и однофотонная РНД. Для ПЭТ-диагностики широко применяются ультракороткоживущие позитрон-излучающие радионуклиды (такие как ^{18}F , ^{68}Ga , ^{13}N , ^{15}O , ^{11}C); для однофотонной РНД – гамма-эмиттеры ($^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{111}In , ^{123}I , ^{201}Tl) [3-5].

¹ Однофотонная РНД включает планарные скintiграфические исследования (динамические и статические) на гамма-камерах и исследования, выполняемые методом однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) [Single photon diagnostic nuclear medicine includes planar scintigraphic examinations (dynamic and static) on gamma cameras and examinations performed by single photon emission computed tomography (SPECT)].

Чипига Лариса Александровна

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: larisa.chipiga@gmail.com

По данным Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН), за 2020-2021 гг. на долю ядерной медицины приходится около 1 % всех процедур лучевой диагностики, а ее вклад в общую эффективную дозу вырос с 5 % до 7 % за последнее десятилетие. Число процедур радионуклидной терапии увеличилось на 60 % по сравнению с показателем из предыдущего доклада НКДАР ООН [6].

В странах с развитой системой здравоохранения происходит постоянное развитие ядерной медицины, появляются новые радиофармацевтические лекарственные препараты (РФЛП), используются новые технологии, что приводит к увеличению коллективной дозы населения [7–11, 15].

В Российской Федерации реорганизация отделений РНД и обновление аппаратного парка происходит в рамках реализации программы «Развитие ядерной медицины в Российской Федерации», а также за счет увеличения тарифов обязательного медицинского страхования и включения в систему обязательного медицинского страхования наиболее современных методов диагностики, что стимулирует развитие как государственных, так и частных медицинских организаций [12]. По данным формы федерального статистического наблюдения № 30 «Сведения о медицинской организации»² и формы федерального статистического наблюдения № 3-ДОЗ «Сведения о дозах облучения пациентов при проведении медицинских рентгенорадиологических исследований»³ число процедур РНД, проводимых в Российской Федерации, за последние несколько лет (с 2021 года) выросло с 550 до 800 тыс. за год. Отмечается рост числа томографических гибридных исследований, совмещенных с компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ и ПЭТ/КТ), которые являются наиболее высокоточными исследованиями. Средняя доза за РНД-исследование выросла с 2,5 мЗв в 2015 году до 7,8 мЗв в 2023 году. Все это приводит к росту коллективной дозы от РНД в России, которая выросла в 7 раз с 2015 года. Также отмечается рост числа процедур радионуклидной терапии с новыми радионуклидами.

Развитие ядерной медицины, внедрение новых технологий и радионуклидов, которыми метят РФЛП, приводит к росту использования открытых радионуклидных источников и связанных с этим процессом транспортирования источников ионизирующего излучения и образования радиоактивных отходов. В этих условиях повышается значимость контроля и учета источников в государственных и частных медицинских организациях. Формы статистической отчетности не содержат всей необходимой информации, а также ограничены ведомственным подчинением медицинских организаций и не позволяют полноценно оценить используемые методы ядерной медицины и применяемые радионуклиды, а также географию их распространения. Источником такой информации может служить реестр санитарно-эпидемиологических заключений о соответствии (несоответствии) видов деятельности (работ, услуг) требованиям государственных санитарно-эпидемиологических правил и нормативов (СЭЗ) [13].

Цель исследования - оценка географии распространения и структуры центров ядерной медицины в стране на основании реестра СЭЗ по состоянию на 2025 год.

Материалы и методы

В ходе работы был произведен анализ реестра санитарно-эпидемиологических заключений о соответствии (несоответствии) видов деятельности (работ, услуг) требованиям государственных санитарно-эпидемиологических правил и нормативов для получения актуальной и наиболее полной информации об организациях, осуществляющих радионуклидную диагностику и терапию на территории Российской Федерации [13].

Для этого в реестре была проведена многоступенчатая сортировка, состоящая из нескольких этапов. На первом этапе был произведен поиск СЭЗ по ключевым радионуклидам, используемым в радионуклидной диагностике и терапии: ^{99m}Tc, ¹²³I, ⁶⁸Ga, ¹³¹I, ²²³Ra, ¹⁷⁷Lu, ⁸⁹Sr, ¹⁵³Sm, ²²⁵Ac. Причем для более точного поиска все радионуклиды прописывались в поисковой строке различными вариантами, латиницей и кириллицей, с прописной и строчной буквой, полным названием и сокращением, так как для СЭЗ отсутствуют строгие требования к сокращениям и названиям, соответственно наименования радионуклидов могут быть написаны по-разному. Например, для ^{99m}Tc поиск происходил с использованием следующих вариантов: «Tc-99m», «99m», «технеций-99», «Технеций-99», «технеций». Таким образом была сформирована база организаций, имеющих СЭЗ на работу с медицинскими радионуклидами. На этом же этапе каждая организация проверялась на наличие второго СЭЗ по ИНН, так как некоторые организации могли получать СЭЗ на разные адреса, если имеют несколько филиалов. На втором этапе был проведен отбор медицинских организаций, так как некоторые организации не используют радионуклидные источники в медицинских целях, а осуществляют их хранение или транспортировку. Они были исключены из базы и в анализе не учитывались.

На втором этапе каждая медицинская организация была проверена на наличие нескольких СЭЗ. Проверка проводилась по ключевым словам: «радионуклидная диагностика», «радионуклидная терапия», «ПЭТ» и «ОФЭКТ». При этом все организации также проверялись на наличие второго СЭЗ по идентификационному номеру налогоплательщика (ИНН). На заключительном этапе был проведен отбор по государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам, а также методическим указаниям, на соответствие которым были выданы СЭЗ. Для отбора использовались наименования документов, регулирующих требования в ядерной медицине: СанПиН 2.6.1.3288-15 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии»⁴, СанПиН 2.6.1.2368-08 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при

² Форма № 30 «Сведения о лечебно-профилактическом учреждении», утвержденная Постановлением Госкомстата России от 25.12.2023 № 681 [Form No. 30 "Data on the medical facilities", approved by the Order of Goskomstat, 25.12.2023 No. 681. (In Russ.)].

³ Форма статистического наблюдения 3-ДОЗ «Сведения о дозах облучения пациентов при проведении медицинских диагностических рентгенорадиологических исследований в РФ», утвержденная Приказом Росстата от 16.10.2013 № 411 [Statistical form 3-DOZ "Data on patient doses from X-ray examinations in the Russian Federation", approved by Order of Rosstat 16.10.2013 No. 411. (In Russ.)].

⁴ СанПиН 2.6.1.3288-15 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии» [Sanitary Regulations and Standards 2.6.1.3288-15 "Hygienic requirements for radiation safety during preparation and conduction of positron emission tomography" (In Russ.)].

проведении лучевой терапии с помощью открытых радионуклидных источников»⁵, МУ 2.6.1.1892-04 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики с помощью радиофармпрепаратов»⁶.

Сформированная база содержала наименование медицинской организации, адрес, ИНН, номер заключения, применяемые радионуклиды, годовые и максимальные активности на рабочем месте (при наличии), информацию о наличии спецанализации/зумпфовой, информацию о наличии генерирующего источника, применяемого при гибридных методах диагностики (ПЭТ/КТ или ОФЭКТ/КТ) и вид деятельности (терапия, ПЭТ или однофотонная РНД).

Обработка данных была выполнена с использованием программного обеспечения MS Excel.

Результаты и обсуждение

По результатам проведенного анализа реестра СЭЗ в Российской Федерации процедуры ядерной медицины проводятся в 188 организациях. Большинство центров ядерной медицины располагается в крупных городах. Распределение подразделений радионуклидной диагностики представлено в графическом виде на рисунках 1 и 2. Большинство организаций располагается в Москве (38 подразделений однофотонной РНД и 26 подразделений ПЭТ-диагностики) и в Санкт-Петербурге (20 подразделений однофотонной РНД и 8 подразделений ПЭТ-диагностики). В остальных регионах подразделений РНД значительно меньше, причем подразделений однофотонной РНД больше, чем ПЭТ. Всего в стране находится 152 подразделения однофотонной РНД и 81 – ПЭТ. Основные радионуклиды, используемые в диагностических целях, – ^{99m}Tc , ^{111}In , ^{67}Ga , ^{199}Tl , ^{201}Tl , ^{123}I для однофотонной РНД, и ^{18}F , ^{11}C , ^{13}N , ^{124}I , ^{68}Ge , ^{68}Ga , ^{82}Rb , ^{64}Cu для ПЭТ.

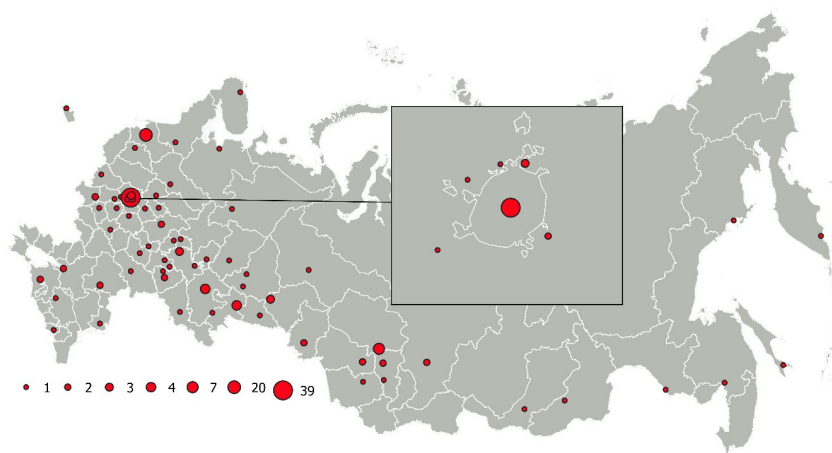


Рис. 1. Карта распределения подразделений однофотонной РНД на территории Российской Федерации в 2025 году
[Fig. 1. Location of single photon diagnostic nuclear medicine departments in the Russian Federation]

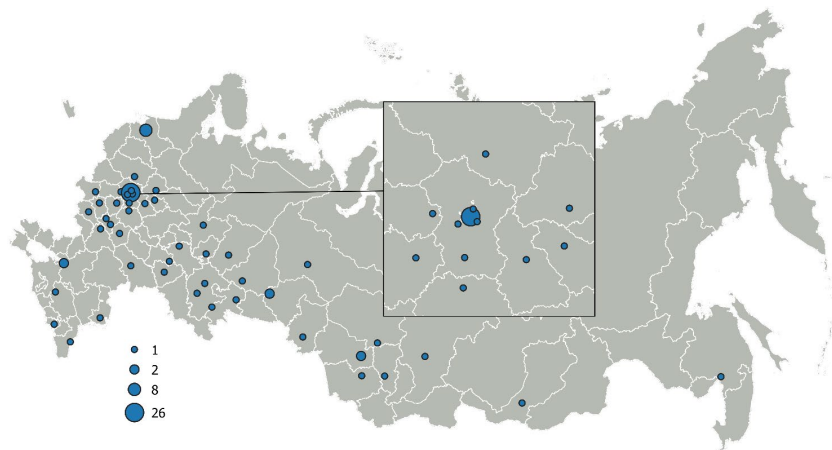


Рис. 2. Карта распределения подразделений позитронной эмиссионной томографии на территории Российской Федерации в 2025 году
[Fig. 2. Location of positron emission tomography departments in the Russian Federation]

⁵СанПин 2.6.1.2368-08 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении лучевой терапии с помощью открытых радионуклидных источников» [Sanitary Regulations and Standards 2.6.1.2368-08 "Hygienic requirements for radiation safety during radiation therapy using open radionuclide sources" (In Russ.)].

⁶МУ 2.6.1.1892-04. «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики с помощью радиофармпрепаратов» [Methodical guidelines 2.6.1.1892-04 "Hygienic requirements for radiation safety during radionuclide diagnostics using radiopharmaceuticals" (In Russ.)].

В связи с тем, что диагностическое оборудование, применяемое в РНД, не содержит источники ионизирующего излучения, эта информация не указывается в СЭЗ. Исключением являются только гибридные ОФЭКТ/КТ и ПЭТ/КТ аппараты, совмещенные с рентгеновским КТ. Анализ этой информации показал, что 81 медицинская организация проводит ПЭТ-диагностику. Это расходится с данными формы № 30 «Сведения о медицинской организации»⁷ за 2023 год, согласно которой число ПЭТ и ПЭТ/КТ аппаратов в стране составляет 34 единицы. Такое расхождение можно объяснить тем, что в России функционирует большое число частных центров ПЭТ-диагностики, сведения о которых не охватывает форма № 30. Иная ситуация обстоит с количеством ОФЭКТ/КТ-аппаратов: по данным формы №30 за 2023 год в стране насчитывалось 113 аппаратов, расположенных в 94 отделениях РНД. Однако в результате анализа реестра СЭЗ было найдено только 76 медицинские организации, оборудованные ОФЭКТ/КТ. Расхождения можно объяснить тем, что данные сравнивались за разные годы – форма № 30 за 2023 год, а реестр СЭЗ обновляется регулярно, поэтому информация, полученная на основании анализа реестра, актуальна на 2025 года. За это время часть аппаратов могла быть выведена из эксплуатации или заменена, а часть подразделений традиционной однофотонной диагностики подввергнута реорганизации под новую диагностическую технику (ПЭТ/КТ и ОФЭКТ/КТ-аппараты) [15].

По результатам данного исследования всего в стране насчитывается 52 медицинские организации, проводящие радионуклидную терапию (рис. 3). Наибольшее число организаций (двенадцать) располагается в Москве, которые разрабатывают и используют для терапии пациентов РФЛП, меченные следующими радионуклидами: ^{131}I , ^{89}Sr , ^{153}Sm , ^{188}Re , ^{223}Ra , ^{177}Lu , ^{90}Y , ^{211}At , ^{225}Ac . Пять подразделений, проводящих радионуклидную терапию, находится в Санкт-Петербурге, которые используют в своей работе следующие радионуклиды: ^{223}Ra , ^{225}Ra , ^{177}Lu , ^{131}I , ^{89}Sr , ^{82}Sr , ^{67}Cu , ^{89}Sr , ^{90}Y , ^{153}Sm , ^{188}Re , ^{188}Re , ^{211}At , ^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{213}Bi , ^{225}Ac , ^{227}Ac , ^{227}Th , ^{228}Th , ^{229}Th , ^{161}Th , ^{152}Th . В остальных регионах, где проводится радионуклидная терапия (Алтайский край, Амурская область, Архангельск, Воронежская область, Забайкальский край, Калужская область, Кемеровская область, Краснодар, Красноярский край, Магадан, Московская область, Новосибирская область, Омск, Республика Бурятия, Республика Коми, Республика Татарстан, Ростовская область, Самарская область, Свердловская область, Свердловская область, Ставропольский край, Томская область, Тюменская область, Удмуртская Республика, Ульяновская область, Хабаровский край и Челябинская область) располагается по 1–2 подразделения, которые используют для лечения пациентов РФЛП, меченные следующими радионуклидами: ^{131}I , ^{153}Sm , ^{89}Sr , ^{188}Re , ^{223}Ra , ^{177}Lu , ^{225}Ac , ^{213}Bi , ^{90}Y .

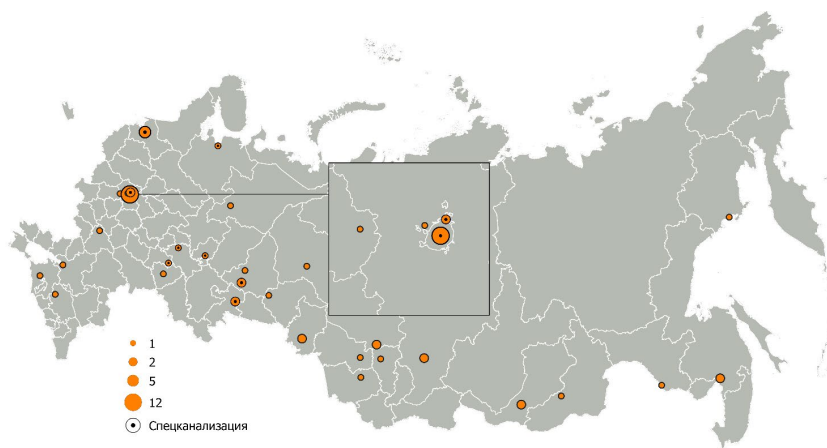


Рис. 3. Карта распределения подразделений радионуклидной терапии на территории Российской Федерации в 2025 году

[Fig. 3. Location of radiopharmaceutical therapy departments in the Russian Federation]

Исходя из полученных результатов видно, что медицинские организации, осуществляющие радионуклидную терапию, также имеют подразделение РНД, или проводят терапию пациентов на базе этих подразделений. В таблице представлены более детальные сведения о структуре отделений ядерной медицины на территории Российской Федерации. Стоит отметить, что не все организации, имеющие СЭЗ на работу с терапевтическими радионуклидами, имеют систему спецканализации для сбора и выдержки отходов пациентов с

радионуклидами на распад. Всего в СЭЗ, выданных организациям, проводящим процедуры ядерной медицины, наличие спецканализаций, зумповых или иных специальных выдержек указано в 15 случаях. В основном это организации, которые проводят радионуклидную терапию. Исключение составляет один центр в Московской области (Коломна), проводящий ПЭТ/КТ-исследования с использованием РФЛП, меченных ^{18}F , и имеющий спецканализацию, и при этом не осуществляющий радионуклидную терапию [13].

⁷ Форма № 30 «Сведения о лечебно-профилактическом учреждении», утвержденная Постановлением Госкомстата России от 25.12.2023 № 681. [Form No. 30 "Data on the medical facilities", approved by the Order of Goskomstat, 25.12.2023 No. 681. (In Russ.).]

Таблица
Число отделений ядерной медицины в регионах Российской Федерации по данным реестра санитарно-эпидемиологических заключений

[Table
Number of nuclear medicine departments in the regions of the Russian Federation according to the registry of sanitary and epidemiological conclusions]

Процедуры ядерной медицины [Nuclear medicine procedures]	Регион [Region]	Число отделений [Number of departments]	Число спецканализаций/ зумпфовых [Number of dedicated sewage systems]
Радионуклидная терапия и однофотонная радионуклид- ная диагностика [Radiopharmaceutical therapy and single photon radionuclide diagnostic]	Алтайский край [Altai region]	1	0
	Амурская область [Amur region]	1	0
	Архангельск [Arkhangelsk]	1	1
	Забайкальский край [Zabaikalsky Krai]	1	0
	Кемеровская область [Kemerovo region]	1	0
	Краснодар [Krasnodar]	1	0
	Красноярский край [Krasnoyarsk region]	1	0
	Магадан [Magadan]	1	0
	Москва [Moscow]	1	1
	Московская область [Moscow region]	2	0
	Новосибирск [Novosibirsk]	1	0
	Омск [Omsk]	2	0
	Республика Бурятия [Republic of Buryatia]	1	0
	Республика Коми [Republic of Komi]	1	0
	Ростовская область [Rostov region]	1	0
	Самарская область [Samara region]	1	0
	Санкт-Петербург [St. Petersburg]	2	0
	Свердловская область [Sverdlovsk region]	1	0
	Ставропольский край [Stavropol region]	1	0
	Томская область [Tomsk region]	2	0
	Челябинская область [Chelyabinsk region]	1	0
Радионуклидная терапия и позитронная эмиссионная томография [Radiopharmaceutical therapy and positron emission tomography]	Воронежская область [Voronezh region]	1	0
	Республика Бурятия [Republic of Buryatia]	1	0
Терапия, позитронная эмис- сионная томография и одно- фотонная радионуклидная диагностика [Radiopharmaceutical therapy, positron emission tomography and single photon radionuclide diagnostic]	Калужская область [Kaluga region]	1	0
	Красноярский край [Krasnoyarsk region]	1	0
	Москва [Moscow]	11	4
	Московская область [Moscow region]	1	1
	Республика Татарстан [Republic of Tatarstan]	1	1
	Санкт-Петербург [St. Petersburg]	3	2
	Свердловская область [Sverdlovsk region]	1	1
	Тюменская область [Tyumen region]	2	0
	Удмуртская Республика [Udmurt Republic]	1	1
	Ульяновская область [Ulyanovsk region]	1	1
	Хабаровский край [Khabarovsk Krai]	1	0
	Челябинская область [Chelyabinsk region]	1	1

Процедуры ядерной медицины [Nuclear medicine procedures]	Регион [Region]	Число отделений [Number of depart- ments]	Число спецанализаций/ зумпфовых [Number of dedicated sewage systems]
Позитронная эмиссионная томография [Positron emission tomography]	Алтайский край [Altai region]	1	0
	Астрахань [Astrakhan]	1	0
	Брянская область [Bryansk region]	1	0
	Владимир [Vladimir]	1	0
	Ивановская область [Ivanovo region]	1	0
	Кемеровская область [Kemerovo region]	1	0
	Киров [Kirov]	1	0
	Курская область [Kursk region]	1	0
	Липецкая область [Lipetsk region]	1	0
	Махачкала [Makhachkala]	1	0
	Москва [Moscow]	3	0
	Московская область [Moscow region]	1	1
	Новосибирск [Novosibirsk]	2	0
	Омск [Omsk]	1	0
	Орловская область [Oryol region]	1	0
	Пермь [Perm]	1	0
	Республика Башкортостан [Republic of Bashkortostan]	2	0
	Ростовская область [Rostov region]	2	0
	Рязанская область [Ryazan region]	1	0
	Самарская область [Samara region]	1	0
	Санкт-Петербург [St. Petersburg]	4	0
	Ставропольский край [Stavropol region]	1	0
	Тамбовская область [Tambov region]	1	0
	Тверская область [Tver region]	1	0
	Томская область [Tomsk region]	1	0
	Ярославская область [Yaroslavl region]	1	0
Однофотонная радионуклид- ная диагностика [Single photon radionuclide di- agnostic]	Астрахань [Astrakhan]	1	0
	Брянская область [Bryansk region]	2	0
	Владимир [Vladimir]	1	0
	Волгоград [Volgograd]	2	0
	Вологда [Vologda]	1	0
	Калининградская область [Kaliningrad region]	2	0
	Калуга [Kaluga]	1	0
	Камчатский край [Kamchatka Region]	1	0
	Кемеровская область [Kemerovo region]	2	0
	Краснодар [Krasnodar]	1	0
	Курганская область [Kurgan region]	1	0
	Москва [Moscow]	14	0
	Московская область [Moscow region]	3	0

Процедуры ядерной медицины [Nuclear medicine procedures]	Регион [Region]	Число отделений [Number of depart- ments]	Число спецканализаций/ зумпфовых [Number of dedicated sewage systems]
Однофотонная радионуклид- ная диагностика [Single photon radionuclide di- agnostic]	Мурманская область [Murmansk region]	1	0
	Нижний Новгород [Nizhniy Novgorod]	2	0
	Новгородская область [Novgorod region]	1	0
	Новосибирск [Novosibirsk]	1	0
	Оренбургская область [Orenburg region]	1	0
	Орловская область [Oryol region]	1	0
	Пензенская область [Penza region]	1	0
	Пермь [Perm]	1	0
	Республика Башкортостан [Republic of Bash- kortostan]	4	0
	Республика Карелия [Republic of Karelia]	1	0
	Республика Марий Эл [Republic of Mari El]	1	0
	Республика Мордовия [Republic of Mordovia]	1	0
	Республика Татарстан [The Republic of Ta- tarstan]	3	0
	Ростовская область [Rostov region]	1	0
	Рязанская область [Ryazan region]	1	0
	Самарская область [Samara region]	2	0
	Санкт-Петербург [St. Petersburg]	14	0
	Смоленская область [Smolensk region]	1	0
	Томская область [Tomsk region]	5	0
Однофотонная радионуклид- ная диагностика [Single photon radionuclide di- agnostic]	Тюменская область [Tyumen region]	1	0
	Ульяновск [Ulyanovsk]	1	0
	Челябинская область [Chelyabinsk region]	2	0
	Чувашская Республика [Chuvash Republic]	1	0
	Южно-Сахалинск [Yuzhno-Sakhalinsk]	1	0
	Ярославская область [Yaroslavl region]	1	0
Позитронная эмиссионная то- мография и однофотонная ра- дионуклидная диагностика [Positron emission tomography and single photon radionuclide diagnostic]	Владикавказ [Vladikavkaz]	1	0
	Липецкая область [Lipetsk region]	1	0
	Москва [Moscow]	12	0
	Московская область [Moscow region]	2	0
	Санкт-Петербург [St. Petersburg]	1	0
	Саратовская область [Saratov region]	1	0
	Тульская область [Tula region]	1	0
	Хабаровский край [Khabarovsk Krai]	1	0

Внедрение в клиническую практику новых РФЛП и методов радионуклидной терапии с возможностью проведения процедур в условиях дневного стационара, например, на базе функционирующих подразделений радионуклидной диагностики привело к распространению случаев организации подразделений радионуклидной терапии на базе диагностических подразделений [14]. Согласно действующим требованиям, предъявляемым к проведению радионуклидной терапии (СанПиН 2.6.1.2368-08), наличие спецканализации обязательно. Отсутствие спецканализации в медицинских организациях, проводящих РНД, не позволяет в настоящее время проводить процедуры радионуклидной терапии. С введением новых требований в области радиационной безопасности⁸ с 1 сентября 2025 года, в таких подразделениях возможно будет проводить процедуры радионуклидной терапии только с остеоотропными РФЛП, мечеными ⁸⁹Sr и ²²³Ra.

Для реализации сложившейся практики проектные решения должны позволять расширять спектр технологий ядерной медицины. На этапе проектирования подразделений целесообразно рассматривать три основных фактора:

- используемые радионуклиды и их активности для расчета радиационной защиты;
- маршрутизация пациентов с целью разделения потоков радионуклидных источников в подразделении ядерной медицины и предотвращения возникновения радиационных аварий [16];
- система обращения с радиоактивными отходами, включая биологические отходы пациентов.

При подготовке требований к подразделениям ядерной медицины специалисты ФБУН НИИРГ начали решать указанные проблемы путем дифференцировки требований о наличии спецканализации, основанном на спектре радионуклидов, их активности и характеристиках выведения РФЛП из организма пациентов. Конкретизировано понятие спецканализации, сокращены требования к площади помещений, предусмотрена возможность использования альтернативных систем для сбора и выдержки отходов пациентов на распад (биотуалеты, системы фильтрации на основе ионообменных смол, и пр.).

Заключение

В результате анализа реестра СЭЗ была получена информация о географии распространения центров ядерной медицины на территории Российской Федерации и о структуре подразделений, осуществляющих радионуклидную диагностику и терапию. Всего по результатам проведенного исследования на начало 2025 года в Российской Федерации находятся 188 организаций, осуществляющих медицинскую деятельность с использованием радионуклидов, большинство из которых располагается в Москве и Санкт-Петербурге. Больше всего организаций, проводящих однофотонную РНД (152 подразделения) с использованием РФЛП, меченными ^{99m}Tc и другими гамма-излучающими радионуклидами; 81 медицинская организация проводит ПЭТ-диагностику с использованием РФЛП, меченными ¹⁸F и другими позитрон-излучающими радионуклидами. Медицинские организации, осуществляющие радионуклидную терапию

(52 организации), также имеют подразделение РНД или проводят терапию пациентов на базе этих подразделений.

Текущая практика организации подразделений для проведения радионуклидной терапии на базе подразделений РНД не позволяет рассматривать вопросы обеспечения радиационной безопасности, разделяя требования для диагностики и терапии. Стоит предъявлять единые требования обеспечения радиационной безопасности для подразделений ядерной медицины.

Развитие технологий ядерной медицины и ее доступность не должны приводить к снижению достигнутого уровня радиационной безопасности населения Российской Федерации.

Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей

Чипига Л.А. – научное руководство исследованием, определение цели, разработка дизайна исследования, формулировка научных гипотез, поиск литературы, проведение расчетов, анализ полученных результатов, написание текста.

Козлова К.Н. – анализ литературы, проведение расчетов, описание результатов.

Звонова И.А. – анализ и интерпретация результатов, обсуждение результатов исследования.

Водоватов А.В. – анализ литературы, проверка расчетов, редактирование статьи.

Библин А.М. – анализ литературы, проведение расчетов, описание результатов.

Станжевский А.А. – анализ литературы, проведение расчетов, описание результатов.

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об источнике финансирования

Работа выполнена в рамках отраслевой программы Роспотребнадзора «Разработка и научное обоснование комплекса мер по обеспечению радиационной защиты в ядерной медицине».

Литература

1. Наркевич Б.Я. Физико-техническое обеспечение ядерной медицины: современное состояние и перспективы развития // Радиационная онкология и ядерная медицина. 2012. № 1. С. 51-75.
2. National Council on Radiation Protection and Measurements. Medical radiation exposure of patients in the United States // NCRP Report, 2019. No. 184.
3. Сомов Д.В., Волознев Л.В., Береговых В.В. и др. Особенности стандартизации радиофармацевтических препаратов // Фармация. 2012. № 3. С. 49-52.
4. Климанов В.А. Физика ядерной медицины. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. Ч. 1. 308 с.
5. Беляев В.Н., Климанов В.А. Физика ядерной медицины. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. Ч. 2. 248 с.
6. Evaluation of medical exposure to ionizing radiation // UNSCEAR 2020/2021 Report Volume I. Annex A.
7. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Романович И.К. и др. Современные принципы обеспечения радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения в медицине. Часть 1. Тенденции

⁸СанПиН 2.6.4.115-25 «Санитарно-эпидемиологические требования в области радиационной безопасности населения при обращении источников ионизирующего излучения» [Sanitary Regulations and Standards 2.6.4115-25 "Sanitary and epidemiological requirements in the field of radiation safety of the population in the treatment of ionizing radiation sources" (In Russ.)].

- развития, структура лучевой диагностики и дозы медицинского облучения // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12, № 1. С. 6-24. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-1-6-24.
8. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Романович И.К. и др. Современные принципы обеспечения радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения в медицине. Часть 2. Радиационные риски и совершенствование системы радиационной защиты // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12, № 2. С. 6-24. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-2-6-24.
 9. Martin A., Eckerman K., Pawel D. et al. Improved Age- and Gender-Specific Radiation Risk Models Applied on Cohorts of Swedish Patients // Radiation Protection Dosimetry. 2021. Vol. 195, No 3-4. P. 334-338. DOI: 10.1093/rpd/ncab075.
 10. Balonov M., Golikov V., Zvonova I. et al. Patient doses from medical examinations in Russia: 2009-2015 // Journal of Radiological Protection. 2018. Vol. 38, No 1. P. 121-139. DOI: 10.1088/1361-6498/aa9b99.
 11. Балонов М.И., Голиков В.Ю., Водоватов А.В. и др. Научные основы радиационной защиты в современной медицине. Том 1. Лучевая диагностика. Под ред. профессора М.И. Балонova. СПб.: НИИРГ имени проф. П.В. Рамзаева, 2019. Т. 1. 320 с.
 12. Чипига Л.А., Ладанова Е.Р., Водоватов А.В. и др. Тенденции развития ядерной медицины в Российской Федерации за 2015–2020 гг. // Радиационная гигиена. 2022. Т. 15, № 4. С. 122-133. DOI: 10.21514/1998-426X-2022-15-4-122-133.
 13. Реестр санитарно-эпидемиологических заключений о соответствии (несоответствии) видов деятельности (работ, услуг) требованиям государственных санитарно-эпидемиологических правил и нормативов. URL: <http://fp.crc.ru/service/?type=max>. (Дата обращения: 21.03.2025).
 14. Чипига Л.А., Водоватов А.В., Звонова И.А. и др. Обращение с биологическими отходами пациентов после проведения радионуклидной терапии // Радиационная гигиена. 2022. Т. 15, № 2. С. 19-30. DOI: 10.21514/1998-426X-2022-15-2-19-30.
 15. Костылев В.А., Рыжикова О.А., Сергиенко В.Б. Статус и перспектива развития методов позитронно-эмиссионной томографии в России // Медицинская физика. 2015. № 2. С. 5-16.
 16. Водоватов А.В., Чипига Л.А., Рыжов С.А. и др. Радиационные аварии в лучевой и радионуклидной диагностике и терапии: сравнение российских и международных подходов к терминологии и классификации // Радиационная гигиена. 2024. Т. 17, № 1. С. 97-110. DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-1-97-110.

Поступила: 26.05.2025

Чипига Лариса Александровна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; научный сотрудник Российского научного центра радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова Министерства здравоохранения Российской Федерации; доцент кафедры ядерной медицины и радиационных технологий Национального медицинского исследовательского центра им. В.А. Алмазова Министерства здравоохранения Российской Федерации. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: larisa.chipiga@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9153-3061

Козлова Камилла Николаевна – студентка Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия
ORCID: 0009-0005-6166-6265

Звонова Ирина Александровна – доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций 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
ORCID: 0000-0003-4340-8666

Водоватов Александр Валерьевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией радиационной гигиены медицинских организаций Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; доцент кафедры общей гигиены Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, Санкт-Петербург, Россия
ORCID: 0000-0002-5191-7535

Библин Артем Михайлович – руководитель Информационно-аналитического центра, старший научный сотрудник 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
ORCID: 0000-0002-3139-2479

Станжевский Андрей Алексеевич – доктор медицинских наук, заместитель директора по научной работе Российского научного центра радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия
ORCID: 0000-0002-1630-0564

Для цитирования: Чипига Л.А., Козлова К.Н., Звонова И.А., Водоватов А.В., Библин А.М., Станжевский А.А. География и структура центров ядерной медицины на территории Российской Федерации по состоянию на 2025 год // Радиационная гигиена. 2025. Т. 18, № 1. С. 98–108. DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-1-98-108

The geography and structure of nuclear medicine centres in the Russian Federation in 2025

Larisa A. Chipiga^{1,2,3}, Kamilla N. Kozlova⁴, Irina A. Zvonova¹, Aleksandr V. Vodovатов^{1,5}, Artem M. Biblin¹, Andrey A. Stanzhevsky²

¹ 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

² A. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

³ Almazov National Medical Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

⁴ Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

⁵ Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

The development of nuclear medicine has led to an increase in the use of open radionuclide sources and the associated processes of transporting ionising radiation sources and generating radioactive waste. This situation leads to focus on monitoring and accounting of ionising radiation sources in hospitals. The aim of the study was assessment of geographical distribution and structure of nuclear medicine centres in the Russian Federation. Material and Methods: The register of sanitary and epidemiological conclusions on the compliance (non-compliance) of activities (works, services) with the requirements of state sanitary and epidemiological rules and regulations were analyzed at the beginning of 2025. Results: 188 hospitals operated with radionuclide, are located in the Russian Federation in 2025, including 152 single photon diagnostic nuclear medicine departments (38 in Moscow and 20 in St. Petersburg); 81 positron emission tomography departments (26 in Moscow and 8 in St. Petersburg); 52 radiopharmaceutical therapy departments (12 departments in Moscow and 5 in St. Petersburg). According to the results of the study, all radiopharmaceutical therapy departments are based in diagnostic nuclear medicine centers. Conclusion: The current practice of organizing radiopharmaceutical therapy units based on diagnostic nuclear medicine units does not allow to consider the radiation safety issues separately for diagnostics and therapy. It is reasonable to have uniform requirements for nuclear medicine units.

Key words: nuclear medicine, radiopharmaceutical therapy, diagnostic nuclear medicine, positron emission tomography, registry of sanitary and epidemiological conclusions.

Authors' personal contribution

Chipiga L.A. – scientific management of the study, determination of the aim of the study, development of the study design, formulation of the scientific conjectures, calculations, analysis of the results, writing the text of the article.

Kozlova K.N. – search of literature, calculations, descriptions of the results.

Zvonova I.A. – analysis and interpretation of the results, discussion of the results.

Vodovатов A.V. – analysis of literature, calculations verification, editing the draft of the article.

Biblin A.M. – search of literature, calculations, descriptions of the results.

Stanzhevsky A.A. – search of literature, calculations, descriptions of the results.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

Sources of funding

The work was performed as a part of the program of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing "Development and scientific justification of a set of measures to ensure radiation protection in nuclear medicine".

References

1. Narkevich BYa. Current Status and Prospect Development of Nuclear Medicine Techniques. *Radiatsionnaya onkologiya i yadernaya meditsina = Radiation oncology and nuclear medicine*. 2012;1: 51-75. (In Russian).
2. National Council on Radiation Protection and Measurements. Medical radiation exposure of patients in the United States. NCRP Report 184; 2019.
3. Somov DV, Voloznev LV, Beregovykh VV, Rudakova IP, Samylin IA. The specific features of the standardization of radiopharmaceuticals. *Pharmacy*. 2012;3: 49-52. (In Russian).
4. Klimanov VA. Physics of nuclear medicine. NRNU MEPhI; 2012. Part 1. 308 p. (In Russian).
5. Belyaev VN, Klimanov VA. Physics of nuclear medicine. NRNU MEPhI; 2012. Part 2. 248 p. (In Russian).
6. UNSCEAR. Evaluation of medical exposure to ionizing radiation. UNSCEAR 2020/2021 Report Volume I. Annex A; 2021.
7. Onischenko GG, Popova AYU, Romanovich IK, Vodovатов AV, Bashketova NS, Istorik OA, et al. Modern principles of the radiation protection from sources of ionizing radiation in medicine. Part 1: Trends, structure of X-ray diagnostics and doses from medical exposure. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2019;12(1): 6-24. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-1-6-24.
8. Onischenko GG, Popova AYU, Romanovich IK, Vodovатов AV, Bashketova NS, Istorik OA, et al. Modern principles of the radiation protection from sources of ionizing radiation in medicine. Part 2: radiation risks and development of the system of radiation protection. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2019;12(2): 6-24. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-2-6-24.
9. Martin A, Eckerman K, Pawel D, Almén A, Mattsson S. Improved Age- and gender-specific radiation risk models applied on cohorts of Swedish patients. *Radiation Protection Dosimetry*. 2021;195(3-4): 334-338. DOI: 10.1093/rpd/ncab075.
10. Balonov M, Golikov V, Zvonova I, Chipiga L, Kalnitsky S, Sarycheva S, et al. Patient doses from medical examinations in Russia: 2009-2015. *Journal of Radiological Protection*. 2018;38(1): 121-139. DOI: 10.1088/1361-6498/aa9b99.

Larisa A. Chipiga

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

Address for correspondence: Mira Str., 8, Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: larisa.chipiga@gmail.com

11. Balonov MI, Golikov VYu, Vodovotov AV, Chipiga LA, Zvonova IA, Kalnitsky SA, et al. Scientific foundations of radiation protection in modern medicine. Volume 1. X-ray diagnostics. By edit. professor MI Balonov. Saint-Petersburg: NIIRG named after prof. PV Ramzaev; 2019. Vol. 1. 320 p. (In Russian).
12. Chipiga LA, Ladanova ER, Vodovotov AV, Zvonova IA, Mosunov AA, Naurzbaeva LT, et al. Trends in the development of radionuclide diagnostics in the Russian Federation for 2015–2020. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2022;15(4): 122–133. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2022-15-4-122-133.
13. Register of sanitary and epidemiological conclusions on the compliance (non-compliance) of types of activities (works, services) with the requirements of state sanitary and epidemiological rules and regulations. Available from: <http://fp.crc.ru/service/?type=max>. (Accessed 21 March 2025).
14. Chipiga LA, Vodovotov AV, Zvonova IA, Stanzhevsky AA, Petryakova AV, Anokhina EE, et al. Management of biological waste of patients after radionuclide therapy. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2022;15(2): 19–30. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2022-15-2-19-30.
15. Kostylev VA, Ryzhikova OA, Sergienko VB. Status and prospects for the development of positron emission tomography methods in Russia. *Meditsinskaya fizika = Medical physics*. 2015;2: 5–16. (In Russian).
16. Vodovotov AV, Chipiga LA, Ryzhov SA, Petryakova AV, Biblin AM, Gorsky GA. Radiation accidents in X-ray and radionuclide diagnostics and therapy: comparison of Russian and international approaches to the terminology and classification. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2024;17(1): 97–110. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-1-97-110.

Received: May 26, 2025

For correspondence: Larisa A. Chipiga – Candidate of Engineering Sciences, Research Fellow, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; Research Fellow, A.M. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies of the Ministry of Health of the Russian Federation; Docent, Almazov National Medical Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation (Mira Str., 8, Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: larisa.chipiga@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-9153-3061

Kamilla N. Kozlova - Student, Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

ORCID: 0009-0005-6166-6265

Irina A. Zvonova – Doctor of Engineering Sciences, Chief Researcher of Protection 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

ORCID: 0000-0003-4340-8666

Aleksandr V. Vodovotov – Candidate of Biological Sciences, Head of Laboratory, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; Docent, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

ORCID: 0000-0002-5191-7535

Artem M. Biblin – Head of Information 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

ORCID: 0000-0002-3139-2479

Andrey A. Stanzhevsky – Doctor of Medical Sciences, Deputy Director for Research, A.M. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

ORCID: 0000-0002-1630-0564

For citation: Chipiga L.A., Kozlova K.N., Zvonova I.A., Vodovotov A.V., Biblin A.M., Stanzhevsky A.A. The geography and structure of nuclear medicine centres in the Russian Federation in 2025. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2025. Vol. 18, No. 2. P. 98–108. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-2-98-108