

СОСТОЯНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИЯХ И В ОРГАНИЗАЦИЯХ, ОБСЛУЖИВАЕМЫХ ФМБА РОССИИ

© 2025 г. А. С. Самойлов, В. А. Серегин*, Н. К. Шандала, А. А. Филонова,
А. Г. Сивенков, А. Е. Колышкин, А. О. Лебедев, М. П. Семенова

ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, Россия

**E-mail: seregin.vladimir@gmail.com*

Поступила в редакцию 20.03.2025 г.

После доработки 21.04.2025 г.

Принята к публикации 14.05.2025 г.

Статья основана на данных, полученных в рамках реализации требований Федерального закона № 3-ФЗ “О радиационной безопасности населения” и Постановления Правительства РФ № 718 “О порядке создания единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан”. В статье представлен комплексный анализ радиационной безопасности в 2023 г. в различных организациях и на территориях, обслуживаемых Федеральным медико-биологическим агентством. В рамках статьи описаны ведомственные и отраслевые аспекты состояния радиационной безопасности. Приведены результаты мониторинга радиационной обстановки, включая оценку загрязнения окружающей среды. На основании этих результатов сделаны выводы о том, что в большинстве регионов превышений установленных нормативов не выявлено. Важным аспектом является статистика доз облучения персонала групп А и Б, а также статистика и анализ доз облучения при медицинских диагностических процедурах. Рассмотрены такие источники облучения, как флюорография, рентгенография, рентгеноскопия, компьютерная томография и радионуклидные исследования.

Ключевые слова: радиационная безопасность, дозы облучения, персонал, население

DOI: 10.31857/S0869803125020034, **EDN:** LOWJWI

Активное использование источников ионизирующего излучения (ИИИ) в промышленности, энергетике и медицине требует постоянного контроля за радиационной безопасностью. Нарушение норм радиационной безопасности может приводить к облучению персонала и населения сверх допустимых уровней, представляя риск для здоровья. В Российской Федерации действуют нормативно-правовые акты, устанавливающие требования радиационной безопасности, в том числе Федеральный закон № 3-ФЗ “О радиационной безопасности населения” [1], в соответствии с которым на обслуживаемых ФМБА России объектах [2] создана система контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД). Специальным уполномоченным органом, осуществляющим государственный надзор в области радиационной безопасности на ряде радиационно опасных объектов, является Федеральное медико-биологическое агентство (ФМБА России). Агентство обслуживает объекты атомной отрасли, медико-биологического профиля, оборонного комплекса и другие орга-

низации, деятельность которых связана с ионизирующим излучением.

На базе ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России на протяжении многих лет функционирует Федеральный банк данных (ФБД) индивидуальных доз облучения персонала и населения, аккумулирующий данные о годовых эффективных дозах облучения персонала и населения на территориях, обслуживаемых ФМБА России. Указанная система обеспечивает сбор, проверку и централизованное хранение сведений об облучении. Актуальность статьи обусловлена необходимостью регулярной оценки радиационной обстановки и эффективности мер радиационной защиты на упомянутых объектах.

Цель данного исследования — оценить текущее состояние радиационной безопасности на обслуживаемых ФМБА России территориях, проанализировав дозы облучения персонала и населения и радиационную обстановку по данным за 2023 г. Основные задачи исследова-

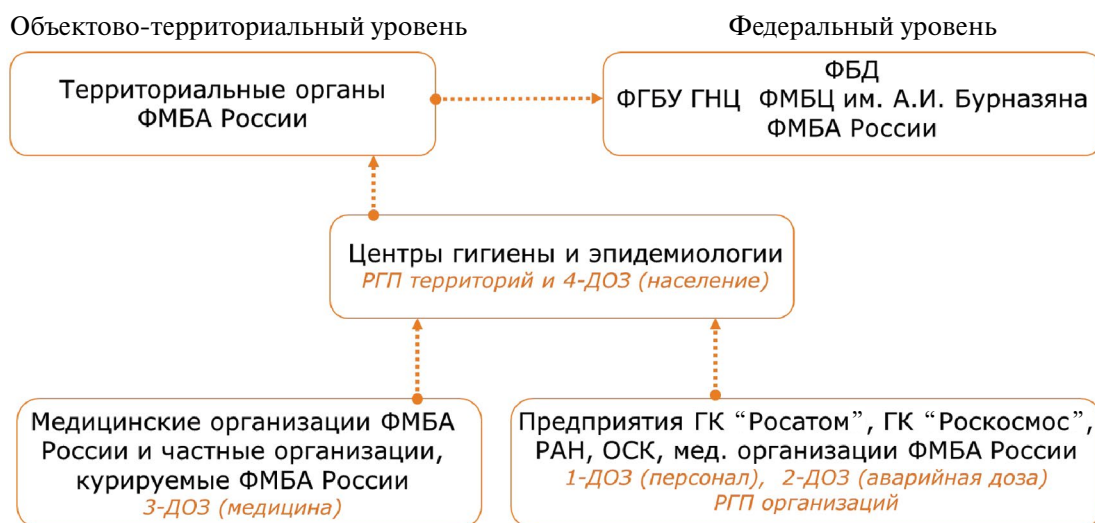


Рис. 1. Информационная архитектура ФБД.
Fig. 1. Information architecture of the FDB.

ния: анализ функционирования системы учета индивидуальных доз и структуры обслуживаемых радиационно опасных объектов; характеристика источников облучения на этих объектах и мер контроля за радиационной безопасностью; оценка уровней внешнего радиационного фона и техногенного загрязнения окружающей среды на обслуживаемых территориях; анализ доз облучения персонала (группы А и Б) и населения, включая жителей зон наблюдения и пациентов, получающих медицинское диагностическое облучение; формулировка выводов о соблюдении нормативов радиационной безопасности и рекомендаций по повышению эффективности радиационного мониторинга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Статья основана на данных ФБД, полученных в рамках реализации требований Федерального закона № 3-ФЗ “О радиационной безопасности населения” и Постановления Правительства РФ № 718 “О порядке создания единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан” [1, 3].

ФБД служит ключевым инструментом, позволяющим осуществлять комплексный анализ состояния радиационной безопасности.

На практическом уровне сбор данных осуществляется через систему радиационно-гигиенической паспортизации: каждое предприятие и организация, обслуживаемые ФМБА России, ежегодно представляют радиационно-гиги-

енические паспорта организации и территории с обобщенной информацией о радиационной обстановке и дозах облучения. Для обеспечения единства формата данных и оперативной передачи информации используется единое сертифицированное программное обеспечение ЕСКИД. ФБД имеет двухуровневую структуру (рис. 1): на первом, объектово-территориальном, уровне данные собираются и ведутся по конкретным объектам и регионам (территориальные управления ФМБА России). На втором, федеральном, уровне данные собираются в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, где осуществляются сводный анализ и хранение.

Основным источником информации для включения в ФБД являются формы государственного статистического наблюдения 1, 2, 3, 4-ДОЗ. ФБД аккумулирует информацию о дозах облучения персонала и населения от всех основных видов источников излучения: от техногенных источников при нормальной эксплуатации (производственное облучение персонала); от природных источников (облучение населения естественным радиационным фоном, включая радон); от медицинских процедур с использованием ИИИ (облучение пациентов).

Кроме доз индивидуального облучения, в ФБД собираются данные радиационного контроля окружающей среды: мощность амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) γ -излучения на местности, объемная активность основных дозообразующих радионуклидов и суммарная

α/β -активность в пробах воздуха, питьевой воды и пищевых продуктов из санитарно-защитных зон и зон наблюдения объектов. Таким образом, ФБД позволяет проводить комплексный анализ радиационной безопасности, сопоставляя показатели облучения людей с данными о состоянии окружающей среды.

В 2024 г. в ФМБА России поступило 584 радиационно-гигиенических паспорта организаций и четыре паспорта территорий за 2023 г. из 45 субъектов Российской Федерации (в том числе, новых территорий), что свидетельствует о широком охвате мониторингом всех поднадзорных объектов. Общая численность сотрудников групп А и Б, сведения о дозах которых включены в систему, составляет около 162 тыс. человек [4].

РАДИАЦИОННО ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Система радиационной безопасности на обслуживаемых ФМБА России объектах охватывает предприятия различных отраслей. В их числе: организации медицинского профиля (большинство подчинены ФМБА России), объекты Государственной корпорации по атомной энергии “Росатом” (АЭС, предприятия ядерного топливного цикла и др.), объекты Министерства обороны РФ, предприятия Объединенной судостроительной корпорации (ОСК), объекты Государственной корпорации “Роскосмос”, а также прочие организации, относящиеся к другим ведомствам или не имеющие ведомственного подчинения. По данным радиационно-гигиенических паспортов 2023 г., наибольшее число работающих с ИИИ (персонал группы А) сосредоточено в регионах с развитой атомной отраслью — Челябинская (9905), Ленинградская (6049), Московская (5410), Свердловская (5368), Архангельская (4439) и Мурманская области (3924 человека из персонала группы А).

Структура применяемых ИИИ на подконтрольных объектах разнообразна. Преобладают закрытые радионуклидные источники (ЗРИ), общее количество которых исчисляется десятками тысяч. Так, предприятия Госкорпорации “Росатом” эксплуатируют крупнейший парк ЗРИ — в промышленном секторе свыше 16 тыс. единиц, на атомных станциях — около 7 тыс., на особо радиационно опасных объектах — порядка 3,9 тыс., в научно-исследовательских и учебных организациях — около 7,5 тыс. единиц. Значительное число ЗРИ (более 1 тыс. ед.) используется и на предприятиях ОСК. Кроме того, широко применяются различные приборы и установки:

радиоизотопные приборы (сотни единиц в научных учреждениях и на промышленных объектах Госкорпорации “Росатом”), гамма-дефектоскопы (активно используются в судостроительной отрасли — порядка 188 ед., и на АЭС — ~127 ед.), рентгеновские аппараты (в медицинских учреждениях свыше 1300 ед.), нейтронные генераторы (в единичных количествах применяются в научных организациях и в отдельных промышленных процессах).

Такой широкий спектр источников облучения требует соответствующих мер контроля и лицензирования. Обеспечение радиационной безопасности подконтрольных объектов включает систему нормативного регулирования и надзора. Все организации, использующие источники, обязаны получать лицензии на право работы с ИИИ, а условия эксплуатации должны соответствовать требованиям документов санитарно-эпидемиологического нормирования. В 2023 г. было выдано значительное количество лицензий и санитарно-эпидемиологических заключений на деятельность с ИИИ; наибольшее число таких разрешительных документов получили медицинские учреждения, научно-образовательные организации, а также промышленные предприятия Госкорпорации “Росатом” и объекты из группы “прочие”. В ряде секторов в 2023 г. наблюдалось активное обновление разрешительной документации — в частности, много новых лицензий и санитарно-эпидемиологических заключений было оформлено на предприятиях ОСК, объектах Госкорпорации “Роскосмос” и на объектах обращения с радиоактивными отходами, что связано с плановой перереаттестацией и модернизацией источников.

Надзорные функции на подведомственных объектах осуществляются территориальными органами ФМБА России. В ходе плановых и внеплановых проверок инспектируется соблюдение требований радиационной безопасности на предприятиях: наличие и актуальность планов мероприятий по ликвидации радиационных аварий, обеспеченность необходимыми средствами защиты и подготовки персонала на случай аварии, соответствие условий работы с ИИИ санитарным правилам, наличие у организации действующих санитарно-эпидемиологических заключений, а также аккредитации лабораторий производственного радиационного контроля и дозиметрии. По результатам проверок дается оценка эффективности реализованных мер радиационной защиты; при выявлении нарушений выдаются предписания об их устранении. Такой

Таблица 1. Численность и средние дозы облучения персонала в разных ведомствах**Table 1.** Number of staff and average occupational doses in various companies

Ведомственная принадлежность	Число предприятий	Численность персонала			Эффективные годовые дозы персонала					
					средняя, мЗв			коллективная, чел.-Зв		
		группа А	группа Б	всего	группа А	группа Б	всего	группа А	группа Б	всего
Госкорпорация “Росатом”	147	70776	30205	100981	1.32	0.13	0.96	93.43	3.90	97.33
Медицинские	270	3237	697	3934	1.00	0.67	0.94	3.23	0.47	3.69
РАН	6	215	43	258	0.78	0.11	0.67	0.17	0.00	0.17
ОСК	12	5549	43652	49201	0.98	0.08	0.18	5.44	3.50	8.94
ФКА	30	569	134	703	0.91	0.36	0.81	0.52	0.05	0.57
Прочие	119	5444	2407	7851	0.86	0.18	0.65	4.69	0.44	5.13
ВСЕГО	584	85790	77138	162928	1.25	0.11	0.71	107.47	8.36	115.83

комплекс мер — от лицензирования деятельности до регулярного инспектирования — составляет основу системы контроля источников излучения и обеспечивает поддержание безопасных условий работы с ИИИ.

ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА

Для оценки годовых эффективных доз облучения персонала и населения используются сведения, накопленные в ФБД по индивидуальным дозам за год.

Сведения о численности персонала и индивидуальных годовых дозах облучения сотрудников предприятий различной ведомственной принадлежности представлены в табл. 1.

В 2023 г. средние годовые дозы облучения персонала групп А и Б находились на низком уровне, сравнимом с предыдущими годами. Средняя эффективная доза для персонала группы А составила 1.25 мЗв за год, для группы Б — 0.11 мЗв. Для сравнения, эти значения существенно ниже дозы облучения от природного фона за год [4], что говорит об эффективности радиационной защиты на рабочих местах.

Распределение доз среди персонала различной ведомственной принадлежности показало, что несколько более высокие средние дозы у персонала группы А наблюдаются на предприятиях Госкорпорации “Росатом” — в среднем 1.32 мЗв в год на человека (в 2022 г. — 1.35 мЗв) [5]. У персонала группы Б наиболее заметные средние дозы отмечены в медицинских организациях — 0.67 мЗв в 2023 г. (для сравнения: 0.14 мЗв в 2022 г.). Суммарная коллективная доза облу-

чения персонала по крупнейшим операторам радиационно опасных объектов распределилась следующим образом: коллективная годовая доза персонала предприятий Госкорпорации “Росатом” — 97.3 чел. Зв за год (рост с 91.5 чел. Зв в 2022 г.), персонала предприятий ОСК — 8.94 чел. Зв (для сравнения, 9.56 чел. Зв в 2022 г.). На объектах прочих ведомств суммарная доза составила порядка 5.1 чел. Зв, что ниже уровня предыдущего года (8.2 чел. Зв в 2022 г.).

Данные свидетельствуют об относительной стабильности коллективных доз с тенденцией к снижению в некоторых секторах. Важным показателем радиационной безопасности является доля персонала, получающего более высокие дозы. По данным распределения индивидуальных доз (форма учета дозы за год), большинство работников получают крайне низкие дозы: около 80% персонала групп А и Б имеют годовые дозы менее 1 мЗв. Случаи относительно высоких индивидуальных доз (более 10 мЗв в год) единичны — дозы в интервале 12.5–20 мЗв отмечены менее, чем у 0.5% персонала.

В табл. 2 представлены данные о максимальных дозах облучения персонала. В 2023 г. ни один работник не получил дозу, превышающую установленный НРБ-99/2009 предел в 20 мЗв в год (а также предельное значение 50 мЗв).

В табл. 3 и 4 приведены распределения численности персонала групп А и Б (обоих полов) по диапазонам измеренных индивидуальных годовых эффективных доз производственного облучения за счет нормальной эксплуатации техногенных ИИИ. Средняя доза облучения персонала мужского пола несколько выше, чем женского (около

Таблица 2. Сведения об учреждениях, в которых были получены максимальные годовые индивидуальные дозы облучения персонала**Table 2.** Information on companies where the highest annual individual doses to the personnel were received

Субъект РФ	Макс. доза, мЗв/год	Название организации
Архангельская область	19.62	ОАО “ПО “Севмаш”
Воронежская область	15.35	Нововоронежская АЭС
Калужская область	18.17	ЗАО “Циклотрон”
Красноярский край	19.96	ФГУП “ГХК”
Курская область	15.90	Курская АЭС
Ленинградская область	17.16	ЗАО “ЭКОМЕТ-С”
	16.89	Ленинградская АЭС
	16.74	ООО “ТИТАН ТЕХНОЛОДЖИ ПАЙПЛАЙН”
Свердловская область	17.56	ЗАО “Квант”
	19.44	ОАО “ИРМ”
Смоленская область	14.77	“САЭР” - филиал АО “Атомэнергоремонт”
Томская область	16.20	ОАО “ОДЦ УГР”
Ульяновская область	19.49	ОАО “ГНЦ НИИАР”
Челябинская область	18.98	ФГУП ПО “Маяк”
Читинская область	17.66	ОАО “ППГХО”
Чукотский автономный округ	15.80	Билибинская АЭС
г. Москва	15.34	НИЦ “Курчатовский институт”
	15.03	ОАО “ВНИИНМ”
г. Санкт-Петербург	16.63	ОАО “Балтийский завод”

Таблица 3. Распределение численности персонала групп А и Б (обоих полов) по диапазонам измеренных индивидуальных годовых эффективных доз производственного облучения за счет нормальной эксплуатации технологических ИИИ**Table 3.** Distribution of the number of personnel of groups A and B (both sexes) by ranges of measured individual annual occupational effective doses due to normal operation of manmade radiation sources

Группа персонала	Численность персонала, чел.	Распределение численности по диапазонам измеренных индивидуальных годовых эффективных доз							Средняя индивидуальная доза, мЗв/год	Коллективная доза, чел.-Зв/год
		0–1 мЗв/год	1–2 мЗв/год	2–5 мЗв/год	5–12,5 мЗв/год	12,5–20 мЗв/год	20–50 мЗв/год	>50 мЗв/год		
Группа А	85790	55868	16653	9086	3637	546	—	—	1.25	107.47
Группа Б	77138	76480	624	34	—	—	—	—	0.11	8.26
Всего:	162928	132348	17277	9120	3637	546	—	—	0.71	115.83
% от общей численности	100.0	81.2	10.6	5.6	2.2	0.3	—	—	—	—

Таблица 4. Распределение годовых эффективных доз производственного облучения между персоналом мужского и женского пола**Table 4.** Distribution of annual occupational effective doses between male and female personnel

	Численность персонала, чел.	Средняя индивидуальная доза, мЗв	Максимальная индивидуальная доза, мЗв
Мужчины	127084	1.30	19.96
Женщины	35844	0.82	16.74

Таблица 5. Средние индивидуальные годовые дозы облучения персонала группы А для десяти наиболее распространенных профессий и должностей**Table 5.** Average individual annual doses for group A personnel for the 10 most common occupations and positions

Профессия/должность	Число, чел.	Средняя доза, мЗв/год	Макс. доза, мЗв/год
Инженер	8344	0.60	16.89
Слесарь по ремонту реакторно-турбинного оборудования	4035	3.29	15.80
Слесарь-ремонтник	2770	1.92	19.96
Дезактиваторщик	2378	1.06	14.91
Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования	2213	0.99	14.40
Инженер-технолог	2189	1.06	18.51
Дозиметрист	1670	1.52	16.93
Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике	1495	1.33	11.93
Мастер	1417	1.53	19.92
Дефектоскопист рентгено-, гаммаграфирования	1315	2.59	19.62

1.3 мЗв против 0.8 мЗв соответственно), что отражает различия в характере выполняемых работ.

В табл. 5 отражен анализ распределения доз облучения персонала по профессиям. Информация ФБД позволяет выделить категории работников, наиболее подверженных профессиональному облучению. К таким относятся: операторы технологических процессов, непосредственно работающие с ИИИ; работники радиационно опасных производств, связанных с эксплуатацией ядерных установок; специалисты по радиационному контролю и дозиметрии. Средние годовые дозы в этих группах достигают 1.5–3.5 мЗв, что, хотя и не превышает основных пределов дозы, однако заметно выше среднего значения по персоналу. Данная категория требует повышенного внимания в части оптимизации радиационной защиты.

Несколько меньшие значения доз облучения зарегистрированы для специалистов, занятых в сферах медицины и научных исследований, что, возможно, обусловлено использованием современных методов защиты и оптимизацией рабочих процессов.

Таким образом, мониторинг доз облучения по различным профессиям позволяет выявить потенциально опасные зоны и разработать дополнительные меры совершенствования радиационной безопасности.

ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Радиационная безопасность населения, проживающего на территориях, обслуживаемых ФМБА России, находится под постоянным конт-

ролем. Средняя эффективная годовая доза облучения населения (от всех источников, включая техногенные источники и медицинское облучение) в 2023 г. составила 4.3 мЗв, что существенно ниже установленного нормативами НРБ-99/2009 предельного значения. Анализ источников облучения показывает, что основной вклад в дозу облучения населения вносит ингаляционное поступление дочерних продуктов распада радона. Распределение доз по регионам и категориям населения (рис. 2) свидетельствует об отсутствии значительных отклонений от среднестатистических значений, за исключением территории Ставропольского края, где облучение за счет поступления дочерних продуктов распада радона выше по сравнению с другими регионами. Таким образом, радиационная обстановка на обслуживаемых ФМБА России территориях остается стабильной.

Помимо доз природного облучения, в ФБД содержатся данные о годовых эффективных дозах облучения населения за счет деятельности предприятий, эксплуатирующих ИИИ. Это — дозы жителей населенных пунктов, попадающих в зону наблюдения предприятий атомной отрасли и других поднадзорных объектов. Расчетные и измеренные средние эффективные дозы облучения населения, вызванные техногенными источниками (выбросами, сбросами предприятий), в 2023 г. оставались низкими и не превышали установленного НРБ-99/2009 предела доз для населения — 1 мЗв за год. Фактически же вклад предприятий в дозу населения составляет лишь доли процента от этого предела.

Таким образом, радиационное воздействие на население, проживающее в зоне обслуживаемых

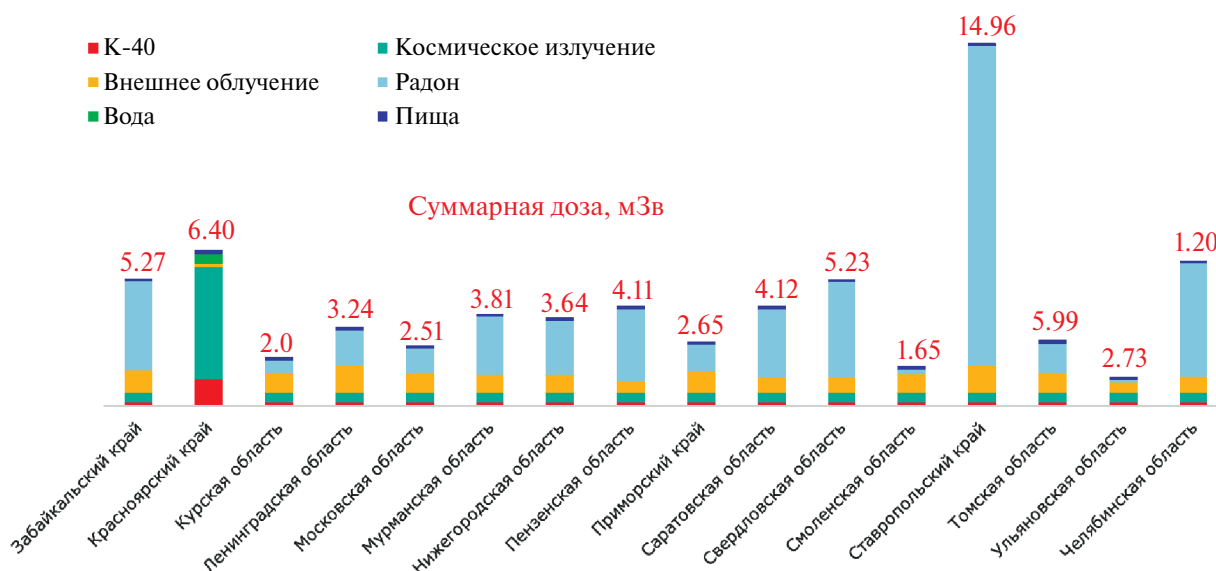


Рис. 2. Эффективные годовые дозы облучения населения от природных источников облучения на территориях, обслуживаемых ФМБА России.

Fig. 2. Effective annual public doses due to natural radiation sources in territories serviced by FMBA of Russia.

ФМБА России объектов, находится на уровне, не представляющем опасности и не требующем проведения ограничительных мероприятий. Это — важный показатель, свидетельствующий об эффективности системы обеспечения радиационной безопасности не только в рамках промышленных площадок, но и на границе санитарно-защитных зон.

МЕДИЦИНСКОЕ ОБЛУЧЕНИЕ

В структуре суммарной годовой дозы облучения населения значительную долю составляет медицинское диагностическое облучение, которое люди получают сознательно, при проведении диагностических исследований. ФМБА России осуществляет сбор обобщенных данных по медицинскому облучению населения в рамках ведения ФБД: каждый субъект РФ ежегодно предоставляет сведения о количестве выполненных медицинских процедур различных видов и связанных с ними дозах. В 2023 г. на поднадзорных территориях (суммарно по Российской Федерации) было выполнено 5 903 552 медицинские процедуры с применением ИИИ. Средняя эффективная доза на одну процедуру составила ~0.50 мЗв, совокупная коллективная доза от всех этих процедур оценивается в 2934 чел. Зв за год.

В табл. 6 представлена структура медицинского облучения пациентов за 2023 г. По количеству

выполненных процедур рентгенография занимает первое место (66.9%), по вкладу в коллективную дозу облучения пациентов лидирует компьютерная томография (56.6%), рентгенография и радионуклидные исследования вносят 15.49 и 16.72% соответственно.

Следует отметить, что отсутствие точных данных о числе уникальных пациентов, прошедших обследования, не позволяет корректно оценить среднюю дозу на одного человека за год за счет медицинских процедур. Один и тот же пациент мог проходить несколько процедур, поэтому для оценки средней дозы на пациента требуются дополнительные сведения. Дальнейшее совершенствование учета медицинского облучения, включая мониторинг количества пациентов, получивших диагностические процедуры, позволит точнее оценивать распределение доз среди населения и разрабатывать меры по оптимизации лучевой нагрузки.

МОНИТОРИНГ РАДИАЦИОННЫХ РИСКОВ

Представленная выше характеристика радиационной безопасности базируется на мониторинге основных показателей, характеризующих радиационную обстановку на подведомственных радиационных объектах, и дозах облучения обслуживаемого контингента. Крайне важным аспектом прогнозирования состояния радиационной безопасности и выявления ее возможных

Таблица 6. Структура медицинского облучения пациентов**Table 6.** Structure of medical exposure to patients

Вид процедуры	Число проведенных процедур, тыс. шт.	Средние дозы в расчете на одну процедуру, мЗв
Флюорография	1486026	0.07
Рентгенография	3986368	0.12
Рентгеноскопия	34292	3.76
Компьютерная томография	375649	4.49
Специальные исследования	11417	9.46
Радионуклидные исследования	36379	13.44
Прочие	25704	0.11
Всего	5955835	0.50

**Рис. 3.** Аналитические системы оценки радиационных параметров.**Fig. 3.** Analytical systems for assessing radiation parameters.

угроз является мониторинг радиационных рисков для персонала, населения и окружающей среды. Поэтому Руководитель ФМБА России В.И. Скворцова определила развитие единой эффективной системы обеспечения безопасности на территориях ответственности ФМБА России одной из приоритетных задач Агентства [6]. Создание такой системы позволит выявить потенциальные угрозы для персонала и населения, а также предпринять необходимые меры для их предотвращения.

По результатам выполненной в 2023–2024 гг. в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России НИР “Научное обоснование совершен-

ствования системы мониторинга радиационных рисков на территориях и объектах, обслуживаемых ФМБА России” (шифр “Мониторинг-Радиация-2024”) проанализированы все имеющиеся аналитические системы оценки радиационных параметров (рис. 3) и разработаны индикаторы радиационных рисков, позволяющие контролировать состояние объекта использования атомной энергии, окружающей среды и здоровья человека. Среди таких индикаторов определены следующие три группы показателей:

— текущее состояние объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) как потенциального источника риска, дозы облучения персонала;

- ◆ Системный анализ и когнитивное моделирование
- ◆ Область формирования производственных факторов и факторов среды обитания человека
- ◆ “Объект – окружающая среда – человек”
- ◆ Все стадии жизненного цикла объектов использования атомной энергии (ОИАЭ)

Группы индикаторов радиационного риска, отражающие:

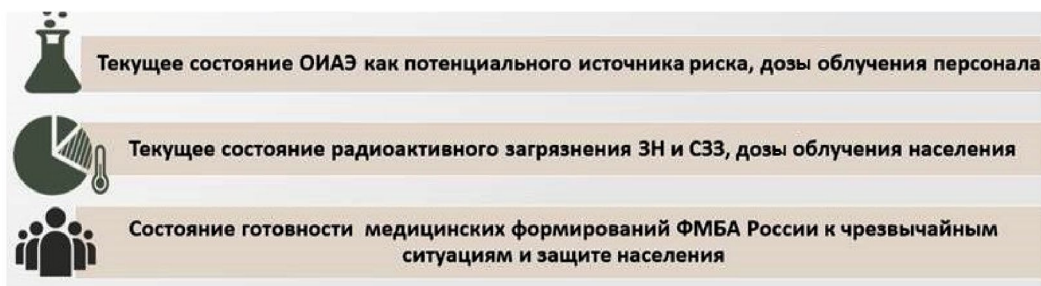


Рис. 4. Методические рекомендации (проект) по организации системы оценки, анализа и прогнозирования радиационных рисков на территориях и в организациях, обслуживаемых ФМБА России.

Fig. 4. Methodical recommendations (draft) for organizing a system for assessing, analyzing and predicting radiation risks in territories and companies serviced by FMBA of Russia.

– текущее состояние радиоактивного загрязнения зоны наблюдения (ЗН) и санитарно-защитной зоны (СЗЗ), дозы облучения населения;

– состояние готовности медицинских формирований ФМБА России к чрезвычайным ситуациям и защите населения.

На основании предложенных научно обоснованных индикаторов радиационного риска разработан проект “Методических рекомендаций по организации системы оценки, анализа и прогнозирования радиационных рисков на территориях и в организациях, обслуживаемых ФМБА России” (рис. 4), в которых в качестве критериев радиационного риска приняты следующие: “приемлемый радиационный риск”, “радиационный риск, требующий вмешательства”, “неприемлемый радиационный риск”.

В методических рекомендациях предложен ряд количественных характеристик, позволяющих оценить вклад каждого из индикаторов риска в общую итоговую характеристику состояния безопасности – интегральный обобщенный показатель радиационного риска F_{in} (рис. 5). В данном документе обоснованы также режимы предоставления информации, отражающей состояние индикаторов, в формате: “немедленно”, “еженедельно” и “ежегодно”. Например, в формате “немедленно” должна предоставляться информация об угрозе акта терроризма или внешнего воздействия на объект, фактах обнаружения

техногенных ИИИ на территории санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения, фактах превышения установленных дозовых пределов облучения персонала, фактах профессиональной заболеваемости, а также об объявлении на объекте состояния “Аварийная ситуация”.

На основе оценки рисков разрабатываются конкретные мероприятия по их управлению и предупреждению. Реализации данных мероприятий способствует созданная в ФМБА России стройная трехуровневая система медико-санитарного обеспечения. В ее основе лежат референс-центры наблюдения и контроля, создаваемые на базе ведущих научно-исследовательских организаций ФМБА России, а также федеральные, региональные и территориальные медицинские организации ФМБА России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ содержания поступивших радиационно-гигиенических паспортов позволяет сделать следующие выводы.

В 2023 г. годовые средние эффективные дозы облучения персонала категорий А и Б и средние для всего персонала организаций, обслуживаемых ФМБА России, составили соответственно 1.25, 0.11 и 0.71 мЗв. Около 80% персонала получили дозы менее 1 мЗв в год, случаи получения доз свыше 10 мЗв единичны. Эти показатели свидетельствуют о том, что радиационная защи-

Интегральный обобщенный показатель радиационного риска, F_{In}

$$F_{In} = \Sigma(W(In_j))_{j1} + \Sigma(W(In_j))_{j2} + \Sigma(W(In_j))_{j3},$$

где $\Sigma(W(In_j))_{j1}$ – сумма итоговых весовых коэффициентов всех индикаторов “ In_j ”, находящихся в диапазоне “неприемлемый радиационный риск”;

$\Sigma(W(In_j))_{j2}$ – в диапазоне “радиационный риск, требующий вмешательства”;

$\Sigma(W(In_j))_{j3}$ – в диапазоне “приемлемый радиационный риск”

Диапазон значений, F_{In}	Качественная характеристика риска, состояние радиационной безопасности персонала и населения
$F_{In} \leq 50$	Приемлемый риск Состояние радиационной безопасности не требует принятия дополнительных мер
$50 < F_{In} \leq 80$	Риск, требующий вмешательства Состояние радиационной безопасности требует принятия дополнительных мер. Уровень принятия решений: территориальные органы ФМБА России
$F_{In} > 80$	Неприемлемый риск Состояние радиационной безопасности требует принятия неотложных (экстренных) мер. Уровень принятия решений: органы управления ФМБА

Рис. 5. Методология использования индикаторов и критериев риска.

Fig. 5. Methodology for using risk indicators and criteria.

та на предприятиях в целом эффективна и нормативные ограничения по дозам выдерживаются с большим запасом.

Значения средних эффективных доз облучения населения, проживающего на территориях, обслуживаемых ФМБА России, не превышают основного предела, определенного в НРБ-99/2009 как 1 мЗв в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год.

Общее число медицинских процедур в 2023 г. составило 5 903 552, средняя эффективная доза на одну процедуру – 0.50 мЗв, коллективная доза от всех медицинских процедур – 2934 чел.-Зв.

Средние эффективные дозы (мЗв) при выполнении процедур в 2023 г. составили: флюорография – 0.07, рентгенография – 0.11, рентгеноскопия – 3.52, томография – 4.56, радионуклидные – 14.43, остальные – 2.25.

Анализ структуры медицинского облучения пациентов показывает, что наибольшее количество процедур приходится на рентгенографию (66.9%) и флюорографию (24.9%), при этом вклад в коллективную дозу составляют: рентгенография – 15.49%, компьютерная томография – 56.6%, рентгеноскопия – 4.38% и прочие – 3.77%.

Отсутствие данных о численности лиц, прошедших медицинское облучение, не позволяет

корректно оценить среднюю дозу на человека за счет медицинских процедур.

Аварий и происшествий при работе с ядерными материалами и радиоактивными веществами, классифицированных по Международной шкале ядерных событий ИНЭС выше уровня “0”, в 2023 г. не было.

Следует отметить отсутствие в 2023 г. случаев переоблучения персонала предприятий атомной отрасли и обслуживаемого населения, а также отсутствие случаев неконтролируемых выбросов или превышения установленных нормативов сбросов и выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду.

В заключение можно сделать вывод об удовлетворительной в целом радиационной обстановке на территориях и в организациях, обслуживаемых Федеральным медико-биологическим агентством.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена без целевого финансирования.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ “О радиационной безопасности населения” [Federal’nyj zakon ot 9 yanvarya 1996 g. № 3-FZ “O radiacionnoj bezopasnosti naseleniya” = Federal Law dated January 9, 1996 No. 3-FZ “On Radiation Safety of the Population” (In Russ.)].
2. Постановление Правительства РФ от 16 июня 1997 г. № 718 “О порядке создания единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан” (с изменениями и дополнениями) [Postanovlenie Pravitel’sva RF ot 16 iyunya 1997 g. № 718 “O poryadke sozdaniya edinoj gosudarstvennoj sistemy kontrolya i ucheta individual’nyh doz oblucheniya grazhdan” (s izmeneniyami i dopolneniyami) = Resolution of the Government of the Russian Federation dated June 16, 1997 № 718 “On the Procedure of Creating a Unified State System for Monitoring and Recording Individual Radiation Exposure of Citizens” (with Amendments and Supplements) (In Russ.)].
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году: Государственный доклад. [O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossijskoj Federacii v 2023 godu: Gosudarstvennyj doklad = On the State of Medical and Epidemiological Well-Being of the Population in the Russian Federation in 2023. State Report]. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2024. 364 с. (In Russ.)
4. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2023 год: Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации. [Rezul’taty radiacionno-gigienicheskoy pasportizacii v sub’ektah Rossijskoj Federacii za 2023 god: Radiacionno-gigienicheskij passport Rossijskoj Federacii = Results of Radiation and Health Physics Certification in the Constituent Entities of the Russian Federation for 2023: Radiation Health Physics Passport of the Russian Federation (In Russ.)]. М.: ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора, 2024. 122 с.
5. Скворцова В.И. Об итогах работы ФМБА России в 2023 году и задачах на 2024 год. Доклад на коллегии ФМБА России 25.04.2024 г. [Skvortsova V.I. Ob itogah raboty FMBA Rossii v 2023 godu i zadachah na 2024 god. Doklad na kollegii FMBA Rossii 25.04.2024 g = Skvortsova V.I. On the Results of the Work of the FMBA of Russia in 2023 and Tasks for 2024. Report at the Board Meeting of the FMBA of Russia on April 25, 2024 (In Russ.)].
6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.08.2006 № 1156-р “Об утверждении перечня организаций и перечня территорий, подлежащих обслуживанию ФМБА России”. [Rasporyazhenie Pravitel’sva Rossijskoj Federacii ot 21.08.2006 № 1156-r “Ob utverzhdenii perechnya organizacij i perechnya territorij, podlezhashchih obsluzhivaniyu FMBA Rossii = Directive of the Government of the Russian Federation dated August 28, 2006 No. 1156-r “On Approval of the List of Territories Subject to Service by the FMBA of Russia” (In Russ.)].

The State of Radiation Safety in Territories and Companies Served by FMBA of Russia

A. S. Samoylov, V. A. Seregin*, N. K. Shandala, A. A. Filonova, A. G. Sivenkov,
A. E. Kolyshkin, A. O. Lebedev, M. P. Semenova

State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

**E-mail: seregin.vladimir@gmail.com*

This article is based on data obtained as part of the implementation of Federal Law No. 3-FZ “On the Radiation Safety of the Population” and RF Government Resolution No. 718 “On the Procedure for Creating a Unified State System for Monitoring and Accounting of Individual Radiation Doses of Citizens”. The article presents a comprehensive analysis of radiation safety for 2023 over various companies and sites supervised by the Federal Medical Biological Agency. Also, departmental and industry aspects of radiation safety are described. The results of radiation situation monitoring are presented with assessment of environmental. Based on these results, the authors concluded that in most regions the established standards were not exceeded. An important aspect is the statistics of occupational exposure for personnel groups A and B, as well as the statistics and analysis of doses under medical procedures. The following types of radiation exposure are considered: fluorography, radiography, fluoroscopy, computed tomography and radionuclide studies.

Keywords: radiation safety, exposure, public doses, occupational doses

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Самойлов Александр Сергеевич (Samoilov Alexander Sergeevich), <https://orcid.org/0000-0002-1227-2332>, Государственный научный центр Российской Федерации Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия (State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia), asamoilov@fmbcfmba.ru

Серегин Владимир Александрович (Seregin Vladimir Aleksandrovich), <https://orcid.org/0000-0001-9883-1571>, Государственный научный центр Российской Федерации Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия (State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia), seregin.vladimir@gmail.com

Шандала Наталия Константиновна (Shandala Nataliya Konstantinovna), <https://orcid.org/0000-0003-1290-3082>, Государственный научный центр Российской Федерации Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия (State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia), nshandala@gmail.com

Филонова Анна Александровна (Filonova Anna Aleksandrovna), <https://orcid.org/0000-0002-0832-2878>, Государственный научный центр Российской Федерации Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия (State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia), anfl@mail.ru

Сивенков Александр Геннадиевич (Sivenkov Aleksander Gennadievich), <https://orcid.org/0000-0001-7980-7680>, Государственный научный центр Российской Федерации Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия (State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia), alsivenkov@yandex.ru

Колышкин Андрей Евгеньевич (Kolyshkin Andrey Evgenievich), <https://orcid.org/0009-0002-7880-4933>, Государственный научный центр Рос-

сийской Федерации Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия (State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia), kolyshkin.ae@mail.ru

Лебедев Артем Олегович (Lebedev Artem Olegovich), <https://orcid.org/0000-0002-9655-3173>, Государственный научный центр Российской Федерации Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия (State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia), aolebedev@fmbcfmba.ru

Семенова Мария Петровна (Semenova Maria Petrovna), <https://orcid.org/0000-0003-0904-0415>, Государственный научный центр Российской Федерации Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Россия (State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia), mps-fmbc@yandex.ru

ВКЛАД АВТОРОВ

А.С. Самойлов — идея, научное руководство, научное редактирование текста.

В.А. Серегин — обработка материала, составление таблиц, написание статьи.

Н.К. Шандала — концепция исследования, научное редактирование текста.

А.А. Филонова — обработка материала, написание статьи, составление диаграмм.

А.Г. Сивенков — сбор и обработка материала, написание статьи.

А.Е. Колышкин — сбор и обработка материала, написание статьи.

А.О. Лебедев — научное редактирование текста, доработка текста.

М.П. Семенова — доработка и редактирование текста, перевод.