



Изучение годовых эффективных доз облучения персонала Полесского государственного радиационно-экологического заповедника

Р. А. Ненашев¹, М. А. Шабалева², Н. Н. Деменковец¹

¹Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, г. Хойники, Беларусь

²Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель, Беларусь

Резюме

Цель исследования. Провести анализ годовых эффективных доз облучения работников Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) за период 2021–2022 гг. и выявить факторы, обуславливающие отличия данных показателей у различных категорий обследованного персонала.

Материалы и методы. Изучены результаты 840 измерений доз внешнего и внутреннего облучения (получены соответственно методом термолюминесцентной дозиметрии и на основе СИЧ-измерений) за период с 2021 по 2022 г. С помощью методов непараметрической статистики путем сравнения двух независимых выборок, а также с использованием однофакторного дисперсионного анализа определены профессиональные, гендерные и возрастные отличия дозовых нагрузок персонала.

Результаты. В 2021–2022 гг. медиана годовой эффективной дозы облучения работников ПГРЭЗ составила 1,14 мЗв/год. Наибольшее значение дозы внешнего облучения характерно для работников лесного хозяйства, оно статистически значимо выше по сравнению с аналогичным показателем у руководящих работников ($p < 0,05$), специалистов ($p < 0,05$), рабочих ($p < 0,05$), обслуживающего персонала ($p < 0,05$), водителей ($p < 0,05$), инженеров ($p < 0,05$) и научных сотрудников ($p < 0,05$).

Существенное влияние на дозовые показатели оказывает возрастной фактор: у работников в возрасте 59–72 года параметры годовой эффективной дозы наибольшие и значимо превышают дозы работников 18–26 лет (на 29 %) ($p < 0,05$).

Выявлены более высокие показатели годовой эффективной дозы у мужчин по сравнению с женщинами (в 1,2 раза, $p < 0,05$).

Заключение. Анализ дозовых нагрузок на работников ПГРЭЗ позволил выявить наибольшее влияние профессионального и гендерного фактора на показатели годовой эффективной дозы и эффективной дозы внешнего облучения.

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, доза внешнего облучения, доза внутреннего облучения, Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, СИЧ-измерения

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочитали и одобрили финальную версию для публикации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Ненашев РА, Шабалева МА, Деменковец НН. Изучение годовых эффективных доз облучения персонала Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Проблемы здоровья и экологии. 2025;22(1):94–101. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2025-22-1-12>

Study of annual effective radiation doses of Polesie State Radiation and Ecological Reserve staff

Roman A. Nenashev¹, Maryna A. Shabaleva², Nikolai N. Demenkovec¹

¹Polesie State Radiation and Ecological Reserve, Khoyniki, Belarus

²Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

Abstract

Objective. To analyze annual effective radiation doses of the Polesie State Radiation and Ecological Reserve (PSRER) staff over a period of 2021–2022, and identify the factors causing differences in these indicators among various categories of enquired personnel.

Materials and methods. The results of 840 measurements of external and internal radiation doses (obtained respectively by the method of thermoluminescent dosimetry and based on WBC measurements) for the period from 2021

to 2022 were studied. Professional, gender and age differences in personnel radiation dose were specified using non-parametric statistics methods by comparing two independent samples, as well as using one-way analysis of variance.

Results. The median annual effective dose of radiation for PSRER employees was 1.14 mSv/year in 2021–2022. The highest value of external radiation dose is typical for forestry workers, it is statistically significantly higher compared to executives ($p < 0.05$), specialists ($p < 0.05$), workers ($p < 0.05$), service personnel ($p < 0.05$), drivers ($p < 0.05$), engineers ($p < 0.05$) and researchers ($p < 0.05$).

The age factor has a significant impact on dose indicators: for workers aged 59–72 years, the parameters of the annual effective dose are the highest and significantly exceed the doses of workers aged 18–26 years (by 29%) ($p < 0.05$). Higher annual effective dose rates were found in men compared to women (1.2 times, $p < 0.05$).

Conclusion. Analysis of radiation doses on employees of the PSRER made it possible to reveal the greatest influence of professional and gender factors on the annual effective dose and effective external exposure dose

Keywords: *radioactive contamination, external dose, internal dose, PSRER, WBC-measures*

Author contributions. All authors made a significant contribution to the search and analytical work and preparation of the article, read and approved the final version for publication.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study was conducted without sponsorship.

For citation: *Nenashev RA, Shabaleva MA, Demenkovec NN. Study of annual effective radiation doses of Polesie State Radiation and Ecological Reserve staff. Health and Ecology Issues. 2025;22(1):94–101. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2025-22-1-12>*

Введение

Среди основных задач созданного в 1988 г. ПГРЭС наряду с природоохранной, защитной и научной деятельностью следует выделить организацию безопасных условий труда персонала, работающего на загрязненной радионуклидами территории. Согласно Закону Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий»¹ деятельность на территории радиоактивного загрязнения не требует ограничений, если средняя годовая эффективная доза облучения населения не превышает 1 мЗв над уровнем естественного и техногенного радиационного фона, при профессиональном облучении предел средней годовой эффективной дозы облучения составляет 20 мЗв².

В соответствии с существующим законодательством в области обеспечения радиационной безопасности² в заповеднике с момента основания осуществляется учет, а также анализ доз профессионального облучения, получаемых отдельными группами персонала. В рамках обеспечения радиационной безопасности осуществляется контроль внутреннего облучения персонала ПГРЭС на спектрометре излучений человека (СИЧ), а также индивидуальных доз внешнего облучения работников (ИДК).

Согласно многочисленным исследованиям [1–6] важнейшие факторы формирования дозы внешнего облучения — это гендерная принадлежность, возраст и профессия испытуемого. Полученный ПГРЭС массив данных позволяет провести анализ данных факторов примени-

тельно к работникам, осуществляющим свою основную деятельность в зонах повышенной радиационной нагрузки, в том числе и посещающим 30-километровую зону отселения, выявляя при этом наиболее опасные условия труда и другие критические параметры, приводящие к более высоким уровням дозы внешнего облучения. Анализ полученной информации позволит оптимизировать систему радиационной безопасности, а также с учетом возможности прогнозирования предотвратить превышение допустимого уровня радиационной нагрузки [2, 7–10].

Цель исследования

Провести анализ годовых эффективных доз облучения работников ПГРЭС за период 2021–2022 гг. и выявить факторы, обуславливающие отличия данных показателей у различных категорий обследованного персонала.

Материалы и методы

Анализ данных ИДК работников за период 2021–2022 гг. был выполнен с помощью термoluminesцентных детекторов ТЛД-500К в кассетах ДПГ-03, позволяющих проводить измерения в диапазоне энергии от 10 Кэв до 10 Мэв, в интервале доз от 0,01 до 1000 рад. Обработка полученных данных осуществляется ежеквартально дозиметрической системой ДТУ-01, результаты заносятся в карточки индивидуального дозиметрического контроля.

Также проводилось сопоставление данных с дозами внутреннего облучения персонала

¹ О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий : Закон Респ. Беларусь от 6 янв. 2009 г. № 9-3 // Эталон-онлайн: информ.-поисковая система (дата обращения: 18.12.2024).

² О радиационной безопасности : Закон Респ. Беларусь от 18 июня 2019 г. № 198-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. (дата обращения: 18.12.2024).

ПГРЭС, который с периодичностью не менее 1 раз в год проходит обследование на СИЧ СКГ-АТ1316. Диапазон измерения активности — 80–7,5×10⁵ Бк (¹³⁷Cs); 60–4×10⁵ Бк (¹³⁴Cs).

В ходе статистической обработки установлено, что распределения показателей возраста, роста и веса в соответствии с рассчитанными коэффициентами Шапиро – Уилка имеют характер, близкий к нормальному. В то же время распределение показателей дозы отличается от нормального, являясь логнормальным. Дальнейшая обработка осуществлялась с помощью методов непараметрической и параметрической статистики с использованием программы Statistica, 13.0.

Количественные данные приведены в виде медианы и квартилей — Ме (Q25; Q75). Для выявления значимости влияния определенных факторов на дозовые показатели использовал-

ся дисперсионный анализ Краскелла – Уоллеса. Для сравнения двух независимых выборок применялся непараметрический U-критерий Манна – Уитни. Результаты определяются как статистически значимые при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

За период 2021–2022 гг. обследован 671 работник заповедника, проведено 840 измерений; среди всех работников 96 % составляли мужчины (596 человек) и 12 % — женщины (75 человек). Средний возраст составил 46 лет (46,3 — у мужчин и 44,9 года — у женщин). Проведенный анализ показал, что в 2021–2022 гг. медиана годовой эффективной дозы составила 1,14 мЗв/год, а ее максимальное значение не превысило 1,5 мЗв/год (рисунок 1).

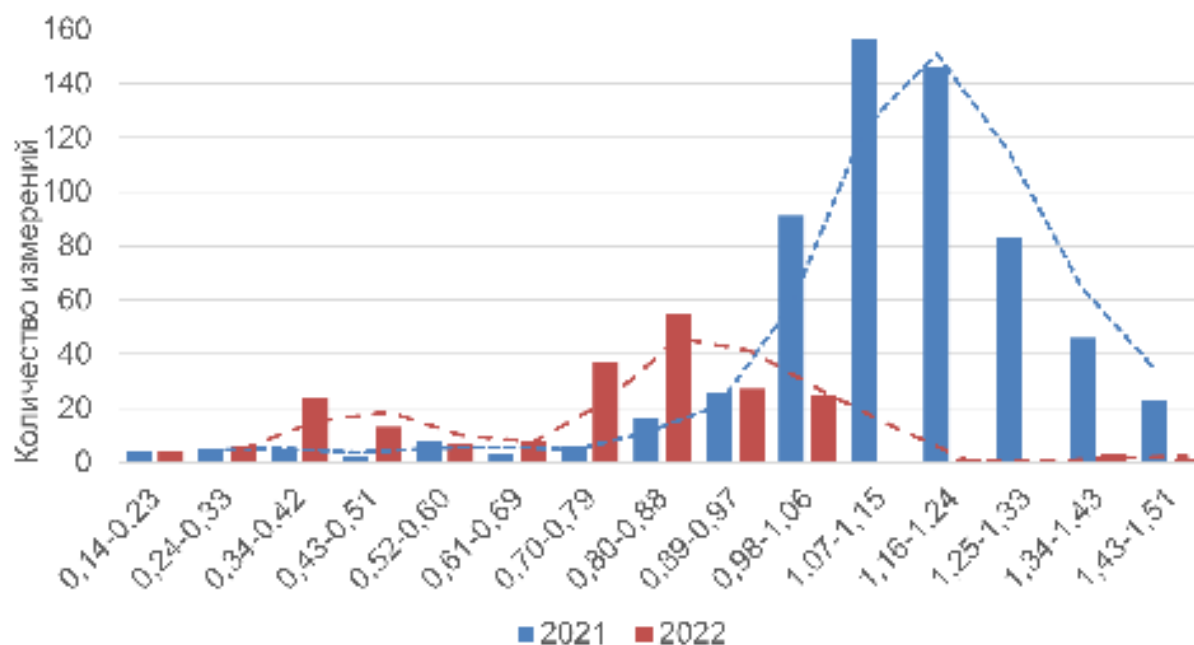


Рисунок 1. Диаграмма распределения показателей эффективной дозы облучения работников ПГРЭС в 2021–2022 гг.
Figure 1. Distribution diagram of effective radiation dose for PSRER staff in 2021-2022

Анализ динамики годовой эффективной дозы показал, что в 2021 г. наблюдались ее более высокие показатели у персонала по сравнению с 2022 г. Так, в 2021 г. у 454 работников заповедника выявлено превышение дозы в 1 мЗв/год, что составляет 73 % от всех обследованных. При этом у 12,5 % работников (75 человек) годовая эффективная доза варьировала в пределах 0,5–1 мЗв/год, а у 2,6 % работников (16 человек) не превысила 0,5 мЗв/год.

В то же время в 2022 г. лишь у 10 % (21 человека) определено превышение значения 1 мЗв/год; у 22,2 % (47 человек) — эффективная доза была ниже 0,5 мЗв/год, а у большинства ра-

ботников (67,8 %, 143 человека) доза варьировала в пределах 0,5–1 мЗв/год.

В целом выявлено статистически значимое снижение уровня дозы внешнего облучения в 2022 г. относительно 2021 г. (на 36 %), что является достаточно высоким показателем для периода всего в один год по сравнению с данными других исследований [11]. Важно отметить, что данная тенденция наблюдалась и в отношении дозы внутреннего облучения. Одной из возможных причин полученной закономерности наряду с процессом естественного распада радионуклида может являться изменение профессионального состава работников и относительно меньшая

доля работающих в лесу среди обследованных в 2022 г..

Количественные показатели профессиональной структуры прошедшего дозиметрический контроль персонала представлены в таблице 1. Согласно полученным данным большинство обследованных — работники отдела лесного хозяйства (их численность составила 51 % от всего числа работников в 2021 г. и 39 % — в 2022 г.) и водители (соответственно, 17 и 16 %). Около 7 % в 2021 г. составляла численность работников-специалистов, в то время как в 2022 г. она возросла до 14 %.

Проведенный дисперсионный анализ влияния профессии, пола, и возраста на формирование годовой эффективной дозы облучения [12–14] с помощью критерия Краскела – Уоллиса

подтвердил значимое воздействие на уровень дозы профессионального и гендерного фактора ($p = 0,003$).

Дальнейшее изучение различий годовой эффективной дозы внешнего облучения в зависимости от специальности (рисунок 2) позволило выявить ее наибольшее медианное значение у работников отдела лесного хозяйства (1,1 мЗв/год) и наименьшее — у руководящих работников (0,8 мЗв/год). При этом между данными показателями определены статистически значимые различия ($p < 0,05$), также как и между работниками отдела лесного хозяйства и специалистами, а также между рабочими, обслуживающим персоналом, водителями, инженерами и научными сотрудниками.

Таблица 1. Профессиональный состав обследованного персонала ППРЭЗ
Table 1. Professional panel of enquired staff of PSRER

Специальность	2021		2022	
	количество	%	количество	%
Дезактиватор	11	1,8	3	0,8
Работники отдела лесного хозяйства	314	50,6	154	38,7
Водитель	104	16,7	63	15,8
Дозиметрист	5	0,8	4	1,0
Руководящий персонал	15	2,4	11	2,8
Рабочие	30	4,8	34	8,5
Специалисты	46	7,4	55	13,8
Пожарные	33	5,3	13	3,3
Инженеры	18	2,9	16	4,0
Обслуживающий персонал	11	1,8	16	4,0
Заведующие научными отделами	5	0,8	7	1,8
Зоотехники	1	0,2	1	0,3
Лаборанты	5	0,8	5	1,3
Научные сотрудники	13	2,1	11	2,8
Охотоведы	5	0,8	2	0,5
Механики	3	0,5	2	0,5
Ветврач	1	0,2	1	0,3
Машинист	1	0,2	—	—

Аналогично показатель дозы внешнего облучения пожарных статистически значимо превышал ее уровень у водителей, обслуживающего персонала, рабочих, специалистов и руководящих работников.

В целом очевидно, что у лиц, проводящих в силу особенностей их профессии длительное время на открытом воздухе, показатели дозы внешнего облучения выше по сравнению с теми, кто значительную часть рабочего времени проводит в помещении [12–14].

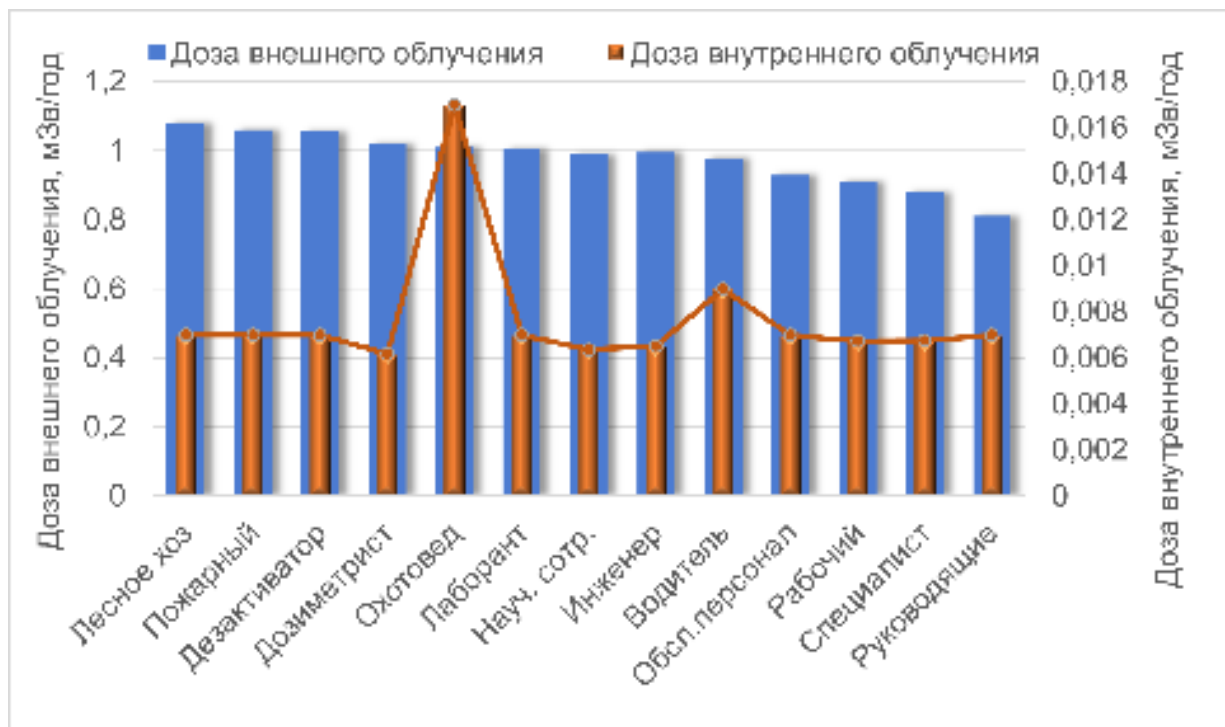


Рисунок 2. Сопоставление показателей дозы внутреннего и внешнего облучения представителей различных специальностей за период 2021–2022 гг.

Figure 2. Comparison of internal and external exposure doses of representatives of various specialties for a period of 2021–2022

Одновременно для сопоставления на рисунке 2 приведены параметры дозы внутреннего облучения персонала, из анализа которых видно, что ее варьирование у работников разных специальностей имеет иной характер. Так, у охотоведов параметры дозы внутреннего облучения являются максимальными, тогда как доза внешнего облучения не имеет значимых различий с аналогичным показателем у представителей других профессий. Также достаточно высокие относительно других обследованных показатели дозы внутреннего облучения выявлены у водителей, несмотря на относительно невысокую дозу внешнего облучения. И напротив, у научных работников доза внешнего облучения имеет средний уровень, тогда как внутреннего — минимальна. Очевидно, данные особенности определяются условиями жизни и характером питания работников [12–16]. Так, некоторая часть представителей научного отдела (18 % на момент обследования) работает вахтовым методом, постоянно проживая в других регионах страны.

Проведенные исследования показали также значимые различия в формировании дозы внешнего облучения по возрасту, что позволило в ходе статистической обработки сформировать 5 возрастных групп, с высокой степенью достоверности различающихся по среднему

значению дозы внешнего облучения [17] (рисунок 3).

В частности, медианные значения за период 2021–2022 гг. оказались наибольшими у старшей возрастной группы (59–72 года), что было статистически значимо выше (на 29 %) ($p < 0,05$) по сравнению с младшей группой (18–26 лет) с наименьшим уровнем дозы внешнего облучения.

Установлены также значимо более низкие уровни дозы внешнего облучения у представителей самой молодой группы относительно показателей работников групп 35–46 и 47–58 лет.

В целом выявлена положительная корреляционная связь между возрастом обследованных и показателем годовой эффективной дозы ($R = 0,099$, $N = 840$, $t(N-2) = 2,82$, $p = 0,005$).

В большинстве проведенных ранее исследований [11–13, 15] отмечен более высокий уровень годовой эффективной дозы облучения у мужчин относительно женщин. Изучение влияния гендерного фактора у работников ПГРЭС также показало статистически значимое превышение значения годовой эффективной дозы внешнего и суммарного облучения у мужчин по сравнению с женщинами (в 1,2 раза, $p < 0,05$). У мужчин медианное значение годовой эффективной дозы составило 1,02 мЗв/год, тогда как у женщин — 0,86 мЗв/год.

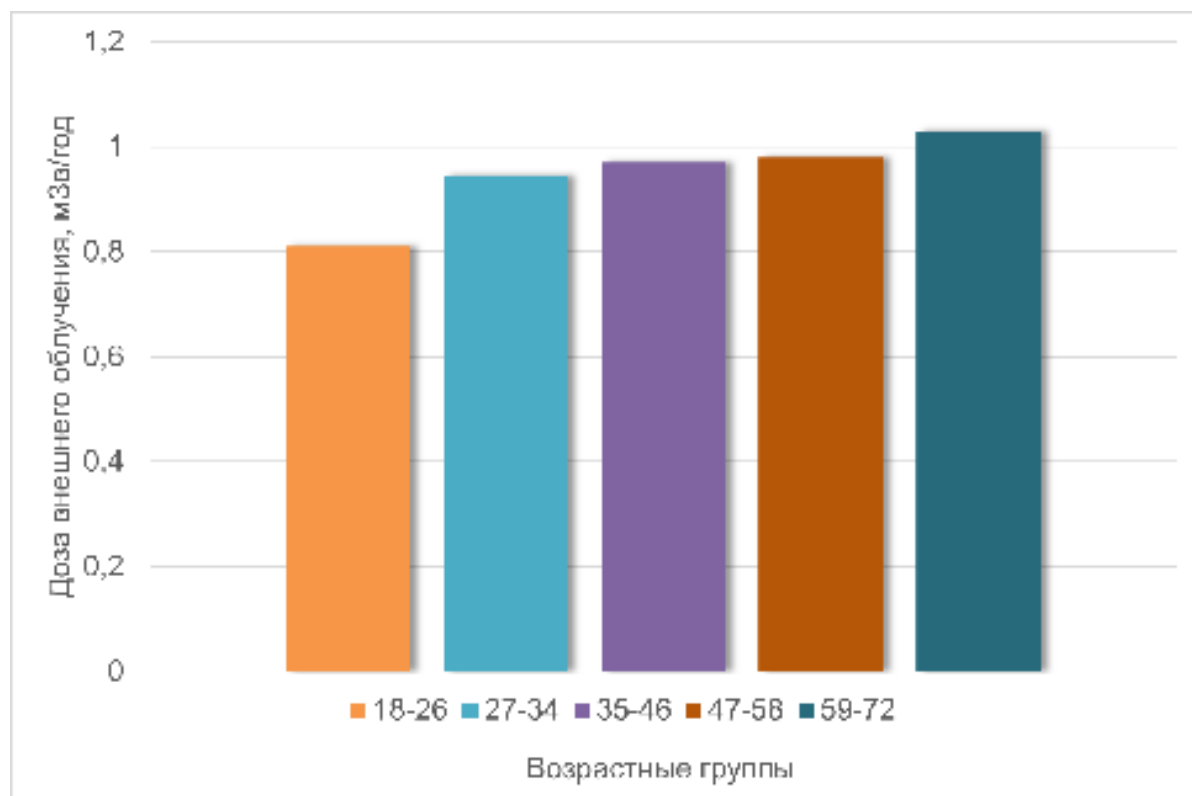


Рисунок 3. Сопоставление показателей дозы внешнего облучения в различных возрастных группах работников ПГРЭС за период 2021–2022 гг.

Figure 3. Comparison of external exposure doses in different age groups of PSRER staff for a period of 2021–2022

Заключение

За период 2021–2022 гг. годовая эффективная доза работников ПГРЭС не превышала 1,5 мЗв/год; превышение дозы в 1 мЗв/год в 2021 г. определено у 73 % работников, тогда как в 2022 г. — лишь у 10 %. В целом, уровень дозы внешнего облучения в 2022 г. был значимо ниже по сравнению с предыдущим годом (на 36 %).

Среди работников различных профессий максимальное медианное значение дозы внешнего облучения отмечено у работников отдела лесного хозяйства (1,1 мЗв/год) и наименьшее — у руководящих работников (0,8 мЗв/год). Определены статистически значимые отличия дозы у различных профессиональных категорий.

Наибольшими показателями дозовых нагрузок отличается старшая возрастная группа (59–

72 года), у которой уровень эффективной дозы статистически значимо превышает показатели группы 18–26 лет (на 29 %).

Показатели годовой эффективной дозы внешнего и суммарного облучения мужчин статистически значимо ($p < 0,05$) выше, чем у женщин (в 1,2 раза).

Таким образом, за период 2021–2022 гг. уровни дозы внешнего облучения находились в пределах допустимых дозовых нагрузок при профессиональном облучении. В структуре персонала, работающего на загрязненной радионуклидами территории, наибольшими показателями дозы отличаются представители отдела лесного хозяйства, старшей возрастной группы, а также мужчины по сравнению с женщинами.

Список литературы / References

1. Хотулёва А.В. Методика определения эффективной дозы внешнего облучения населения, проживающего на территории с техногенно измененным радиационным фоном. Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2010;(3):111-116. [дата обращения 2024 август 06]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-opredeleniya-effektivnoy-dozy-vneshnego-oblucheniya-naseleniya-prozhivayuschego-na-territorii-s-tehnogenno-izmenennym>

Hotuljova AV. Methodology for determining the effective dose of external irradiation of the population living in the territory with man-made altered radiation background. *Bulletin of RUDN. Series: Ecology and Life Safety*. 2010;(3):111-116. [date of access 2024 august 06]. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-opredeleniya-effektivnoy-dozy-vneshnego-oblucheniya-naseleniya-prozhivayuschego-na-territorii-s-tehnogenno-izmenennym> (In Russ.)

2. Эвентова Л.Н., Аверин В.С., Матарас А.Н., Висенберг Ю.В. Мониторинг доз внешнего облучения населения Республики Беларусь в отдалённом периоде после аварии на ЧАЭС. *Медико-биологические проблемы жизнедеятельности*. 2017;(1):100-104. [дата обращения 2024 август 06]. Режим доступа: <https://medbio.ejournal.by/jour/article/view/193>
- Eventova LN, Averin VS, Mataras AN, Visenberg YV. External dose monitoring for population of Belarus in the remote period after the Chernobyl accident. *Medical and Biological Problems of Life Activity*. 2017;(1):100-104. [date of access 2024 august 06]. Available from: <https://medbio.ejournal.by/jour/article/view/193> (In Russ.).
3. Аветисов А.Р., Назарова М.А., Бондарева Н.С., Квиткевич Л.А., Стожаров А.Н. Формирование годовой эффективной дозы облучения населения Мядельского и Поставского районов за счет загрязнения территории техногенными радионуклидами цезия-137 и стронция-90. *Медицинский журнал*. 2017;(2):62-64. [дата обращения 2024 август 06]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29430483>
- Avetisov AR, Nazarova MA, Bondareva NS, Kvitkevich LA, Stojarov AN. The annual effective dose of the population of Myadel and Postavy districts due to the contamination of the territory with anthropogenic radionuclides Cs-137 and Sr-90. *Medical Journal*. 2017;(2):62-64. [date of access 2024 august 06]. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29430483> (In Russ.).
4. Брук Г.Я., Романович И.К., Базюкин А.Б., Братилова А.А., Власов А.Ю., Громов А.В. и др. Средние годовые эффективные дозы облучения в 2017 году жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (для целей зонирования населенных пунктов). *Радиационная гигиена*. 2017;10(4):73-78. DOI: <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2017-10-4-73-78>
- Bruk GYa, Romanovich IK, Bazyukin AB, Bratilova AA, Vlasov AYU, Gromov AV, et al. The Average Annual Effective Doses for The Population of the Settlements of the Russian Federation Attributed to Zones of Radioactive Contamination Due to the Chernobyl Accident (For the Zonation Purposes), 2017. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2017;10(4):73-78. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2017-10-4-73-78>
5. Братилова А.А. Облучение населения Российской Федерации, проживающего на территориях, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. *Медико-биологические проблемы жизнедеятельности*. 2016;15(1):97-105. [дата обращения 2024 август 06]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28116501>
- Bratilova AA. The exposure of Russian federation population, living in the territories affected due to the accident on Chernobyl NPP. *Medical and Biological Problems of Life*. 2016;15(1):97-105. [date of access 2024 august 06]. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28116501> (In Russ.).
6. Панов А.В., Комарова Л.Н., Ляпунова Е.Р., Мельникова А.А. Особенности формирования дозовых нагрузок на население наиболее пострадавших после Чернобыльской аварии районов России. *Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика*. 2023;(3):73-84. DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2023.3.06>
- Panov AV, Komarova LN, Lyapunova ER, Mel'nikova AA. Peculiarities of the exposure dose formation on the population in the most affected regions of Russia after the Chernobyl NPP accident. *News of Higher Educational Institutions. Nuclear Energy*. 2023;(3):73-84. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2023.3.06>
7. Ракитский В.Н., Кузмичев М.К., Клепиков О.В., Куренкова Г.В. Сравнительная оценка средних доз облучения населения Иркутской и Воронежской областей по данным ЕСКИД. *Радиационная гигиена*. 2021;(2):72-78. DOI: <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2021-14-2-72-78>
- Rakitsky VN, Kuzmichev MK, Klepikov OV, Kurenkova GV. Comparative evaluation of average doses of radiations of population of Irkutsk and Voronezh regions according to «Unified state system of control of individual doses». *Radiation Hygiene*. 2021;(2):72-78. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2021-14-2-72-78>
8. Соколов П.Э., Чернышев П.Д. Оценка эффективной дозы облучения населения Волгоградской области. *Форум*. 2018;(1):104-108. [дата обращения 2024 август 06]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32819529>
- Sokolov P, Chernyshev P. Evaluation of the effective dose of irradiation of the population of the Volgograd region. *Forum*. 2018;(1):104-108. [date of access 2024 August 06]. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32819529> (In Russ.).
9. Эвентова Л.Н., Матарас А.Н., Батыан А.Н., Власова Н.Г., Висенберг Ю.В. Дозы облучения населения Беларуси вследствие аварии на Чернобыльской атомной электростанции на 2021–2025 гг. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2022;(4):70-78. DOI: <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2022-4-70-78>
- Eventova LN, Mataras AN, Batyan AN, Vlasova NG, Visenberg YuV. Exposure doses to the population of Belarus from the Chernobyl accident in 2021-2025. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2022;(4):70-78. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2022-4-70-78>
10. Братилова А.А., Базюкин А.Б., Громов А.В., Дроздова Е.А., Жеско Т.В., Кадука М.В. и др. Обзор средних текущих и накопленных эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения. *Технологии гражданской безопасности*. 2024;21(S1):53-60. [дата обращения 2024 август 06]. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_67238210_64711587.pdf
- Bratilova AA, Bazyukin AB, Gromov AV, Drozdova EA, Zhesko TV, Kaduka MV, et al. Overview of average current and accumulated effective radiation doses of the Russian federation settlements residents classified as zones of radioactive contamination. *Civil Security Technologies*. 2017;10(4):73-78. [date of access 2024 August 06]. Available from: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_67238210_64711587.pdf (In Russ.).
11. Власова Н.Г. Сравнительный анализ средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь по данным Каталогов доз-2015 и 2009. *Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. Сер.: Естественные науки*. 2017;1(102): 20-24. [дата обращения 2024 август 06]. Режим доступа: <https://elib.gsu.by/handle/123456789/817>
- Vlasova NG. Comparative analysis of average annual effective radiation doses to residents of populated areas of the Republic of Belarus according to the Dose Catalogues-2015 and 2009. *Proceedings of the Francisk Skorina Gomel State University. Series: Natural Sciences*. 2017;1(102):20-24. [date of access 2024 August 06]. Available from: <https://elib.gsu.by/handle/123456789/817> (In Russ.).
12. Куликович Д.Б., Власова Н.Г. Статистический анализ факторов, оказывающих влияние на формирование дозы внешнего облучения. *Проблемы здоровья и экологии*. 2022;19(3):99-105. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2022-19-3-14>
- Kulikovich DB, Vlasova NG. Statistical analysis of factors contributing to the formation of the external radiation dose. *Health and Ecology Issues*. 2022;19(3):99-105. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2022-19-3-14>
13. Власова Н.Г. Оценка средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов, расположенных на территориях, загрязненных радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС. *Радиационная гигиена*. 2012;5(2):9-13. [дата обращения 2023 декабрь 18]. Режим доступа: <https://www.radhyg.ru/jour/article/view/131/148>
- Vlasova NG. Assessment of the average annual effective doses for the inhabitants of the settlements located in the territories contaminated due to the Chernobyl accident. *Radiation Hygiene*. 2012;5(2):9-13. [date of access 2023 December 18]. Available from: <https://www.radhyg.ru/jour/article/view/131/148> (In Russ.).

14. Власова Н.Г. Оценка средней годовой эффективной дозы внешнего облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь для зонирования территории. *Медико-биологические проблемы жизнедеятельности*. 2018;2(20):25-30. [дата обращения 2023 декабрь 18]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38202240>

Vlasova NG. Assessment of the average annual effective external exposure doses of the settlements of the republic of Belarus for territory zoning. *Medical and Biological Problems of Life Activity*. 2018;2(20):25-30. [date of access 2023 December 18]. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38202240> (In Russ.).

15. Куликович Д.Б., Власова Н.Г., Висенберг Ю.В., Кузнецов Б.К. Метод реконструкции индивидуализированных доз внешнего облучения лиц, проживающих на загрязненной радионуклидами территории вследствие аварии на ЧАЭС. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2024;(1):46-57.

DOI: <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2024-1-46-57>

Kulikovich DB, Vlasova NG, Visenberg YuV, Kuznetsov BK. Method for reconstructing individualized external exposure dose of persons living in a contaminated area with radionuclides as a result of the Chernobyl accident. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2024;(1):46-57. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2024-1-46-57>

16. Дроздов Д.Н., Аверин В.С. Использование методов

факторного анализа для выявления обобщающих характеристик, позволяющих оценить вариацию средней годовой дозы внутреннего облучения. *Проблемы здоровья и экологии*. 2008;(2):10-14.

DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2008-5-2-2>

Drozdu DN, Averin VS. Use of methods of the factorial analysis for revealing the generalizing characteristics, allowing to estimate the variation of the average annual dose of the internal irradiation. *Health and Ecology Issues*. 2008;(2):10-14. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2008-5-2-2>

17. Власова Н.Г., Матарас А.Н., Эвентова Л.Н., Дрозд Е.А., Висенберг Ю.В., Евтушкова Г.Н. Оценка индивидуализированных доз облучения включенных в государственный регистр лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на ЧАЭС, других радиационных аварий. [Электронный ресурс]. Достижения медицинской науки Беларуси [дата обращения 2023 декабрь 18]. Режим доступа: http://med.by/dmn/book.php?book=15-20_3

Vlasova NG, Mataras AN, Eventova LN, Drozd EA, Visenberg YV, Evtushkova GN. Assessment of individualized radiation doses of persons included in the state register who were exposed to radiation as a result of the Chernobyl disaster and other radiation accidents. [Electronic resource]. *Achievements of Medical Science in Belarus*. [date of access 2024 November 18]. Available from: http://med.by/dmn/book.php?book=15-20_3 (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors

Ненашев Роман Алексеевич, старший научный сотрудник отдела радиационно-экологического мониторинга, ГПНИ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», Хойники, Беларусь

e-mail: rm@tut.by

Шабалева Марина Александровна, к.б.н., доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии, УО «Гомельский государственный медицинский университет», Гомель, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1361-9406>

e-mail: histagom@gmail.com

Деменковец Николай Николаевич, заведующий отделом радиационной безопасности и режима, ГПНИ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», Хойники, Беларусь

e-mail: zap-orb@mail.ru

Roman A. Nenashev, Senior Researcher at the Department of Radiation and Ecological Monitoring, Polesie State Radiation and Ecological Reserve, Khoyniki, Belarus

e-mail: rm@tut.by

Maryna A. Shabaleva, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Histology, Cytology and Embryology, Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1361-9406>

e-mail: histagom@gmail.com

Nikolai N. Demenkovec, Head of the Department of Radiation Safety and Regime, Polesie State Radiation and Ecological Reserve, Khoyniki, Belarus

e-mail: zap-orb@mail.ru

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Шабалева Марина Александровна

e-mail: histagom@gmail.com

Maryna A. Shabaleva

e-mail: histagom@gmail.com

Поступила в редакцию / Received 06.09.2024

Поступила после рецензирования / Accepted 26.09.2024

Принята к публикации / Revised 20.02.2025