

УДК 614.876:616-006.6-036(476)

РИСК ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ У ПЕРСОНАЛА ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Ю. В. ЧАЙКОВА¹⁾, И. В. ВЕЯЛКИН¹⁾

¹⁾Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека,
ул. Ильича, 290, 246040, г. Гомель, Беларусь

Степень и характер постоянного влияния радиационного фактора на организм во многом до сих пор остается невыясненным. Это является одним из главных препятствий в оптимизации мероприятий по медицинскому наблюдению персонала, занятого на территориях с высокой плотностью загрязнения. Проведен анализ риска злокачественных новообразований у работников Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, выполняющих работы на территориях радиоактивного загрязнения в зависимости от поглощенных доз ионизирующего излучения. Объект исследования – 1838 сотрудника заповедника (1592 мужчины и 246 женщин), занятых на различных должностях в 1989–2024 гг. Для оценки риска онкологических заболеваний у работников использовался метод непрямой стандартизации. Рассчитаны стандартизованные по возрасту, календарному времени, полу и месту жительства соотношения заболеваемости (SIR). В результате анализа не отмечено повышенного риска развития злокачественных новообразований у сотрудников. Доза-эффект зависимость между уровнем радиационного воздействия и риском злокачественных новообразований не наблюдалась. В то же время выявлен статистически значимо высокий риск в группе работников, у которых в истории наблюдалось превышение эффективной дозы внутреннего облучения 1 мЗв. В этой группе наблюдался высокий риск злокачественных новообразований пищеварительного тракта (SIR = 1,9(1,06–3,24)): пищевода (SIR = 13,8(1,67–49,88)), тонкого кишечника (SIR = 57,1(1,45–318,02)), ободочной кишки (в 2020–2024 гг.

Образец цитирования:

Чайкова ЮВ, Веялкин ИВ. Риск злокачественных новообразований в зависимости от поглощенной дозы у персонала Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. 2026;1:79–87.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2026-1-79-87>

For citation:

Chaikova YuV, Veyalkin IV. Risk of malignant neoplasms depending on the absorbed dose in the personnel of the Polesie state radiation-ecological reserve. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2026;1:79–87. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2026-1-79-87>

Авторы:

Юлия Вячеславовна Чайкова – научный сотрудник лаборатории эпидемиологии научного отдела.
Илья Владимирович Веялкин – кандидат биологических наук, доцент; ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологии научного отдела.

Authors:

Yulia V. Chaikova, researcher at the laboratory of epidemiology of the scientific department.
juli_gorbun@mai.ru
Ilya V. Veyalkin, PhD (biology), docent; leading researcher at the laboratory of epidemiology of the scientific department.
veyalkin@mail.ru

($SIR = 17,5(2,12-63,21)$)). Злокачественные новообразования почечной лоханки ($SIR = 20,5(2,48-73,95)$) и головного мозга ($SIR = 4,2(1,15-10,78)$) были отмечены у работников, которые участвовали в ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС. Высокий риск рака желудка и пищевода был отмечен у лиц со средней по времени работы среднегодовой эффективной дозы внешнего облучения выше 2,0 мЗв, у пациентов с высоким риском рака почечной лоханки доза была в диапазоне 1,0–1,99 мЗв. Таким образом, высокие риски злокачественных новообразований пищеварительной системы у работников могут быть связаны с фактором потребления загрязненных продуктов питания.

Ключевые слова: риск злокачественных новообразований; поглощенная доза; работа на загрязненных радионуклидами территориях.

RISK OF MALIGNANT NEOPLASMS DEPENDING ON THE ABSORBED DOSE IN THE PERSONNEL OF THE POLESIE STATE RADIATION-ECOLOGICAL RESERVE

Yu. V. CHAIKOVA^a, I. V. VEYALKIN^a

^aThe Republican Research Centre for Radiation Medicine and Human Ecology,
290 Ilyicha Street, Gomel 246040, Belarus

Corresponding author: Yu. V. Chaikova (juli_gorbun@mai.ru)

The level and nature of the constant influence of radiation on the body remain unclear. In this regard, an analysis of cancer risk among employees of the Polesie State Radiation-Ecological Reserve was conducted. The aim of the study was to assess the risk of cancer among personnel of the Polesie State Radiation-Ecological Reserve working in radioactively contaminated areas, depending on the absorbed doses of ionising radiation. The study involved 1,838 employees (1,592 men and 246 women) engaged in various roles over the period from 1989 to 2024. The indirect standardisation method was used to assess the risk. Standardised by age, calendar period, sex, and place of residence incidence ratios (SIR) were calculated. The analysis did not indicate an increased risk of cancer among employees. No dose-response relationship was observed between the level of radiation exposure and the risk of malignant neoplasms. However, a statistically significant high risk was noted among employees with a history of exceeding an effective internal dose of 1 mSv. In this group, there was a high risk of gastrointestinal malignancies ($SIR = 1.9(1.06-3.24)$): oesophagus ($SIR = 13.8(1.67-49.88)$), small intestine ($SIR = 57.1(1.45-318.02)$), colon (in 2020–2024, $SIR = 17.5(2.12-63.21)$). A high risk of malignancies of the renal pelvis ($SIR = 20.5(2.48-73.95)$) and the brain ($SIR = 4.2(1.15-10.78)$) was also observed among workers who were liquidators of the consequences of the Chernobyl accident. A high risk of stomach and oesophageal cancer was observed in individuals with an average annual effective dose of external radiation exceeding 2.0 mSv, while patients at high risk of renal pelvis cancer had doses in the range of 1.0–1.99 mSv. Thus, it can be concluded that high risks for workers are noted for malignancies of the digestive system and may be associated with the consumption of contaminated food.

Keywords: cancer risk; absorbed dose; work in radionuclide-contaminated areas.

Введение

Известно, что одним из потенциальных факторов риска, приводящих к развитию злокачественных новообразований, является ионизирующее излучение [1]. В 1988 г. на загрязненной территории Брагинского, Хойникского и Наровлянского р-нов был организован Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ). Персонал ПГРЭЗ решает важные задачи, направленные на осуществление мероприятий по предотвращению переноса радионуклидов на прилегающие территории; контроль за изменением радиационной обстановки; радиационно-экологический мониторинг почвы, воздуха, воды, флоры и фауны; проведение радиобиологических исследований и опытно-экспериментальных работ с целью разработки технологий реабилитации загрязненных радионуклидами земель, оценки влияния радиоактивного загрязнения на животный и растительный мир и др. Вместе с тем в силу профессиональных особенностей сотрудники ПГРЭЗ подвергаются избыточным, по сравнению с населением, лучевым нагрузкам [2]. В связи с чем оценка отдаленных медицинских последствий, особенно онкологического характера, у сотрудников ПГРЭЗ является актуальной, особенно в разрезе поглощенных ими избыточных доз ионизирующего излучения.

В соответствии с существующим законодательством в области обеспечения радиационной безопасности 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 ПГРЭЗ на спектрометре излучений

человека (СИЧ), а также индивидуальных доз внешнего облучения работников (ИДК). Как отмечено в статье Р. А. Ненашева и др., 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) [3]. Следовательно, медианные значения годовой эффективной дозы невелики. Однако нельзя исключать индивидуальные особенности, которые могут существенно увеличивать величину дозы. Так, на величину дозы может влиять образ жизни, пол и возраст работника, а на величину накопленной дозы – стаж работы в условиях радиоактивного загрязнения и участие в ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС.

Необходимо отметить, что с течением времени после аварии на ЧАЭС в радиоактивно загрязненных районах существенно меняется радиологическая, социально-экономическая и демографическая обстановка. Изменяется соотношение доз внешнего и внутреннего облучений населения [4; 5]. Представленный комплекс динамичных факторов в совокупности определяет особенности дозоформирования человека на современном этапе после аварии на ЧАЭС и эффективность предпринимаемых мер по реабилитации населенных пунктов.

В связи с вышеизложенным, цель исследования – оценка риска онкологических заболеваний персонала ПГРЭЗ, выполняющего работы на территориях радиоактивного загрязнения в зависимости от поглощенных доз ионизирующего излучения.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования явились 1838 сотрудника заповедника (1592 мужчины и 246 женщин), занятых на различных должностях в период с 1989 по 2024 гг. Исходным материалом для данного исследования послужили данные Государственного регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС (Госрегистр), Государственного дозиметрического регистра, Белорусского республиканского канцер-регистра, анкеты, собранные в результате комплексного обследования сотрудников ПГРЭЗ и карточки учета индивидуальных доз облучения лиц, работающих с источниками ионизирующих излучений.

Для оценки риска онкологических заболеваний у работников ПГРЭЗ использовался метод непрямой стандартизации. Были рассчитаны стандартизованные по возрасту, календарному времени, полу и месту жительства соотношения заболеваемости (SIR), представленные отношением установленных случаев злокачественных новообразований к ожидаемому их количеству, рассчитанному на основании популяционных уровней заболеваемости. Анализ риска проводился в разрезе групп первичного учета (ГПУ), накопленных эффективных доз внешнего облучения (НВДО) за время работы и суммарно с НВДО, полученными в 1986–1987 гг. (НВДО+ЧАЭС), средних за время работы среднегодовых эффективных доз внешнего облучения (СГЭД), индивидуализированных поглощенных в щитовидной железе доз (ИДЩЖ) и красном костном мозге (ИДККМ), накопленных эффективных доз внутреннего облучения (ЭВДО). Статистическая оценка показателей проводилась с использованием 95 % доверительного интервала.

Результаты исследования и их обсуждение

За исследуемый период у сотрудников ПГРЭЗ было установлено 160 случаев злокачественных новообразований (ЗН), из них 142 – у мужчин и 18 – у женщин, при ожидаемом их значении 176,51 ($SIR = 0,9(0,77–1,06)$), что на 10 % ниже от популяционного уровня ($p > 0,05$). Все случаи ЗН были установлены после 2000 г., в связи с чем риски за 1989–1999 гг. были равны 0 несмотря на 14,3 ожидаемых чисел. Данный факт может свидетельствовать об эффекте «здоровых рабочих», когда на отдельные вредные работы привлекают потенциально здоровых лиц без хронических заболеваний.

Из 1838 сотрудников 1632 состояли на учете в Госрегистре. Из них 354 чел. (21,69 %) были участниками последствий катастрофы на ЧАЭС (ГПУ1), 46 чел. (2,82 %) эвакуированы из зоны отчуждения (ГПУ2), 292 чел. (17,89 %) являлись гражданами, постоянно проживающими в зонах первоочередного отселения и последующего отселения (ГПУ3), 57 чел. (3,49 %) рождены от лиц, отнесенных к ГПУ1-3 (ГПУ4), однако больше всего было лиц, проживающих в зоне периодического радиационного контроля (ГПУ5) – 883 чел. (54,11 %). Деление населения по ГПУ в целом можно рассматривать, как выделение групп повышенного радиационного риска, так как эти группы различаются по величине средней эффективной дозы (наибольшие дозы наблюдались в ГПУ1 и ГПУ2) и характеру облучения (доза у лиц из ГПУ2 и ГПУ1 формировалась за относительно короткий интервал времени, в то время как лица из ГПУ3 и ГПУ5 накапливали дозу в течение длительного периода), люди из ГПУ4 практически не были подвержены «чернобыльскому» облучению. В то же время люди из ГПУ1, ГПУ2 и ГПУ4 могли продолжать жить на загрязненной территории и накапливать дозу облучения, как лица из ГПУ3

и ГПУ5. Анализ по ГПУ показал, что за весь период наблюдения превышения риска ЗН в разрезе ГПУ не наблюдалось, однако в 2010–2014 гг. отмечался достоверно высокий риск развития ЗН у работников, которые были ликвидаторами (22 случая ЗН, $SIR = 1,6(1,02–2,46)$) (рис. 1). За весь период наблюдения у ликвидаторов, работников ПГРЭЗ, достоверно высокий риск отмечался для ЗН головного мозга (4 случая, $SIR = 4,2(1,15–10,78)$), рака почечной лоханки (2 случая, $SIR = 20,5(2,48–73,95)$), все случаи отмечались у ликвидаторов 1986 г., которые имели контакт с ^{137}Cs и ^{90}Sr . Доза внешнего облучения в 1986 г. у них была относительно небольшая (10 мЗв). При этом ликвидаторы с раком почечной лоханки в 1986 г. работали на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs более 40 Ки/км² и ^{90}Sr свыше 5 Ки/км² ($SIR = 80,1(9,7–289,22)$), стаж работы в заповеднике у них превышал 8 лет, при этом суммарная накопленная доза внешнего облучения превышала 20 мЗв. Работники же с ЗН головного мозга имели небольшой стаж работы в ПГРЭЗ. Превышение дозы внутреннего облучения ни у кого не наблюдалось. У лиц, которые проживали на территории с радиационным загрязнением (ГПУ3 и ГПУ5), отмечалось 2 случая рака тонкого кишечника ($SIR = 11,8(1,42–42,5)$). У потомков лиц, пострадавших от катастрофы на ЧАЭС, из ГПУ4 было отмечено всего 2 случая, что недостаточно для оценки риска.

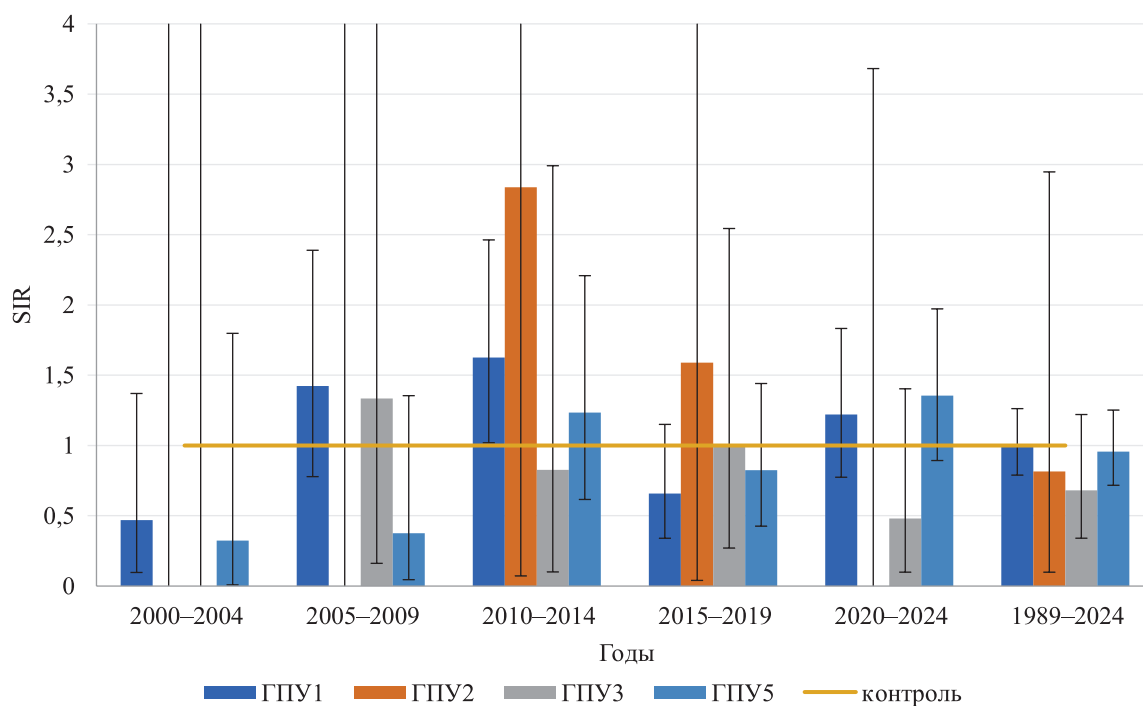


Рис. 1. Распределение SIR показателей у работников ПГРЭЗ в зависимости от ГПУ

Fig. 1. Distribution of SIR among PSRER employees by primary accounting groups

На рис. 2 и 3 приведено распределение SIR показателя в зависимости от нахождения на территориях с разной плотностью загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr в 1986 г. Как следует из рис. 2, 3, отсутствует корреляция между нахождением на территории с высокой плотностью загрязнения и риском. В то же время у лиц, работавших на территориях с плотностью ^{137}Cs свыше 40 Ки/км² и ^{90}Sr свыше 5 Ки/км², отмечался высокий риск рака почечной лоханки (2 случая, $SIR = 80,1(9,7–289,22)$), желчевыводящих путей (1 случай, $SIR = 64,7(1,64–360,39)$) и нижней части глотки (1 случай, $SIR = 48,4(1,23–269,69)$). Из 5 случаев рака пищевода 3 были отмечены у работников-ликвидаторов на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs 15,0–39,99 Ки/км² и ^{90}Sr свыше 2,0–4,99 Ки/км², ($SIR = 5,5(1,12–15,94)$). Из 8 случаев рака прямой кишки 2 были отмечены у работников ликвидаторов на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs 15,0–39,99 Ки/км² и ^{90}Sr свыше 1,0–1,99 Ки/км², ($SIR = 15,3(1,86–55,4)$).

Индивидуализированные эффективные поглощенные дозы облучения на красный костный и щитовидную железу были реконструированы только для работников, состоящих на учете в Госреестре. ИДККМ была рассчитана для 341 работника. Дозу свыше 300 мЗв не получил ни один сотрудник, ИДККМ свыше 100 мЗв была отмечена только у 7 % работников, 75 % работников имели величину ИДККМ до 50 мЗв. Как следует из рис. 4, не наблюдается ни значимой корреляции между SIR показателем и ИДККМ, ни значимого превышения риска. В то же время достоверно высокий риск отмечался для рака почечной лоханки у людей с ИДККМ 150,0–299,99 мЗв ($SIR = 332,0(8,4–1849,6)$). Среди работников с реконструированной ИДККМ было отмечено только 2 случая лейкоза, поэтому определить корреляционную связь не пред-

ставляется возможным. В то же время 1 случай лимфолейкоза был отмечен в 2015–2019 гг. у мужчины с ИДККМ 150,0–299,99 мЗв ($SIR = 136,6(3,46-761,1)$).

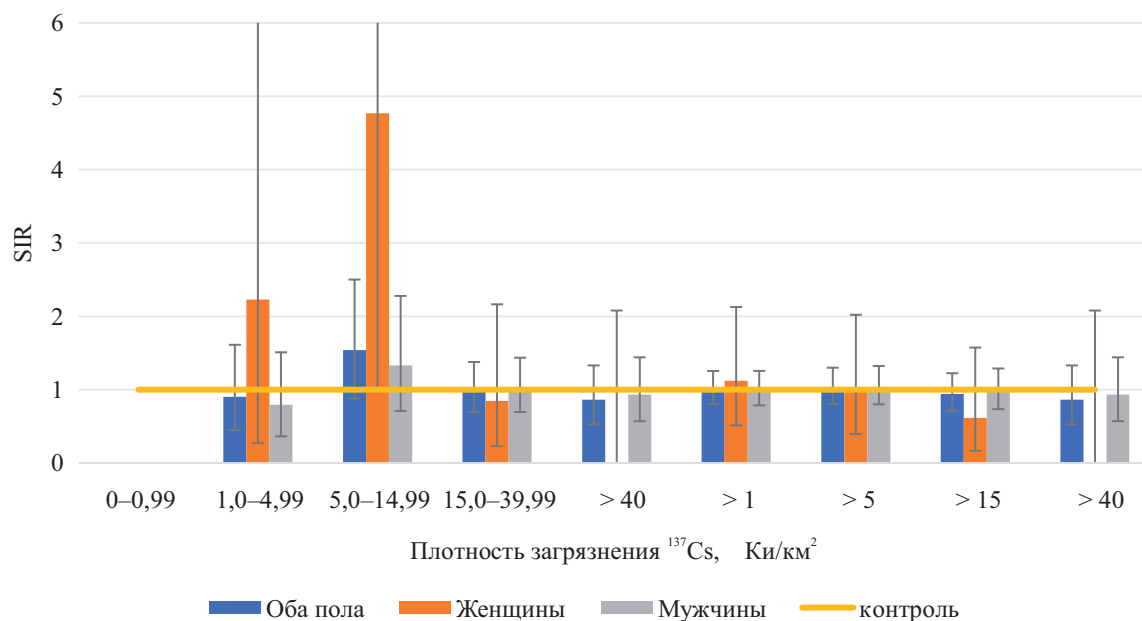


Рис. 2. Распределение SIR показателей у работников ПГРЭЗ в зависимости от нахождения на территории с разной плотностью загрязнения ^{137}Cs в 1986–1989 гг.

Fig. 2. Distribution of SIR among SPRER workers depending on their presence in areas with different levels of ^{137}Cs contamination in 1986–1989

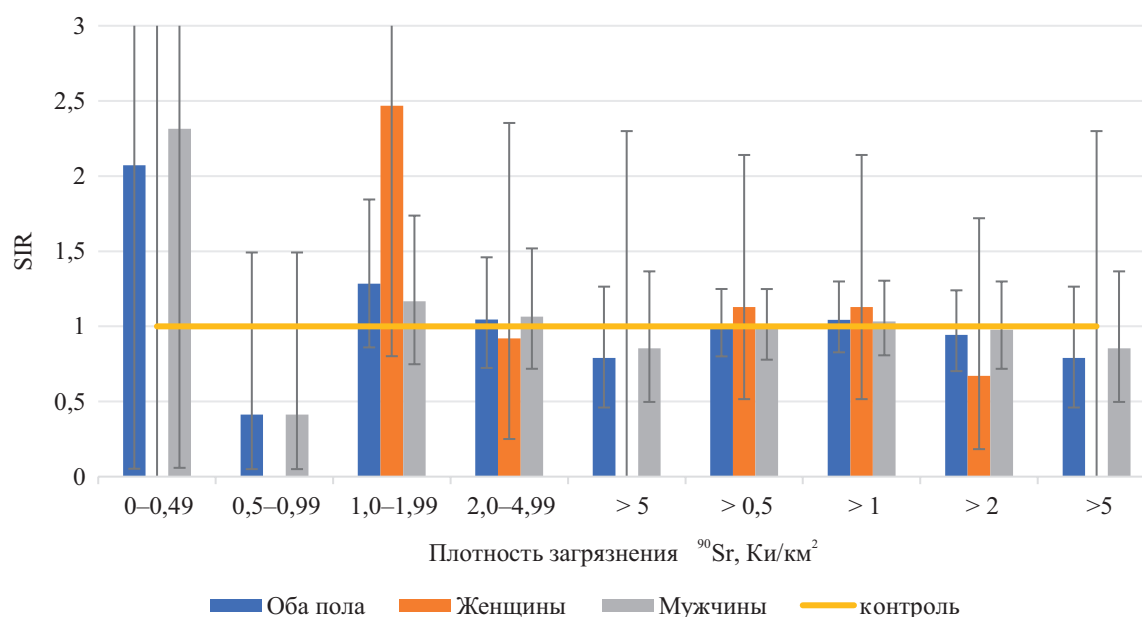


Рис. 3. Распределение SIR показателей у работников ПГРЭЗ в зависимости от нахождения на территории с разной плотностью загрязнения ^{90}Sr в 1986–1989 гг.

Fig. 3. Distribution of SIR among SPRER workers depending on their presence in areas with different levels of ^{90}Sr contamination in 1986–1989

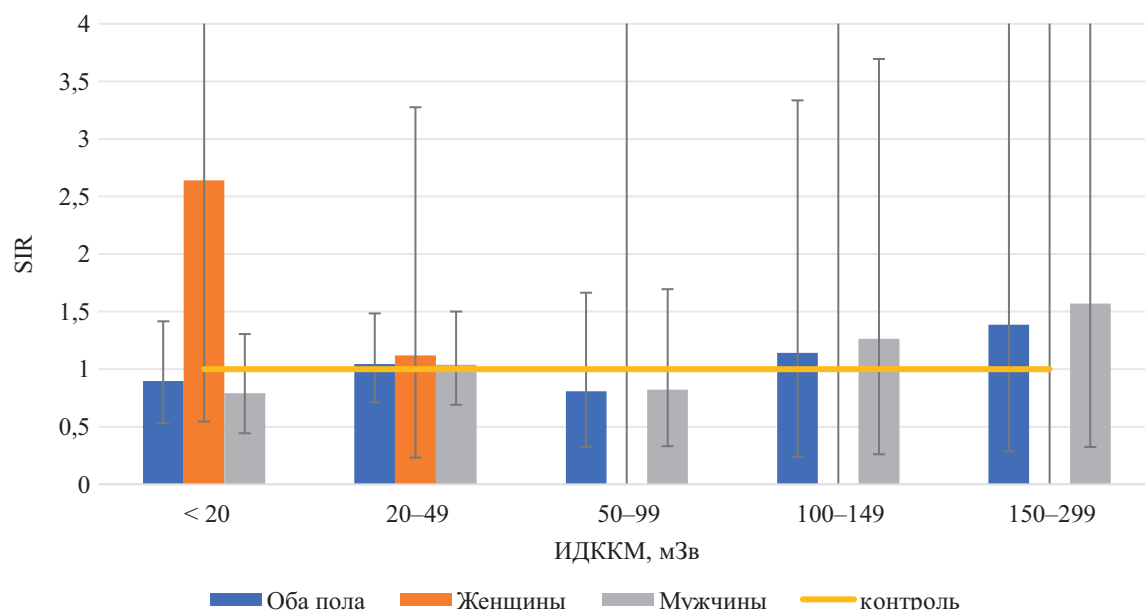


Рис. 4. Распределение SIR показателей у работников ПГРЭЗ в зависимости от ИДККМ

Fig. 4. Distribution of SIR among SPRER workers depending on their individualized red bone marrow doses

У лиц, для которых была рассчитана ИДЦЖ (344 чел.) не было отмечено ни одного случая рака щитовидной железы. Среди них ИДЦЖ свыше 1 Гр была отмечена у 36 %, а свыше 5 Гр только у 1 %.

НВДО за время работы в заповеднике медианное значение было 12,6[5,76;21,66] мЗв (максимальное значение 41,1 мЗв), при медиане СГЭД 1,5[1,28;1,73] мЗв. Наиболее высокие значения отмечались у работников леса (26,0[15,38;32,31] мЗв), спасателей-пожарных (25,8 [20,2;30,92] мЗв) и водителей (22,6 [14,18;28,37] мЗв), минимальные значения у работников АУП (6,4 [0,41;22,7] мЗв). Анализ между группами меньше 20 мЗв и больше не выявил достоверных различий (рис. 5).

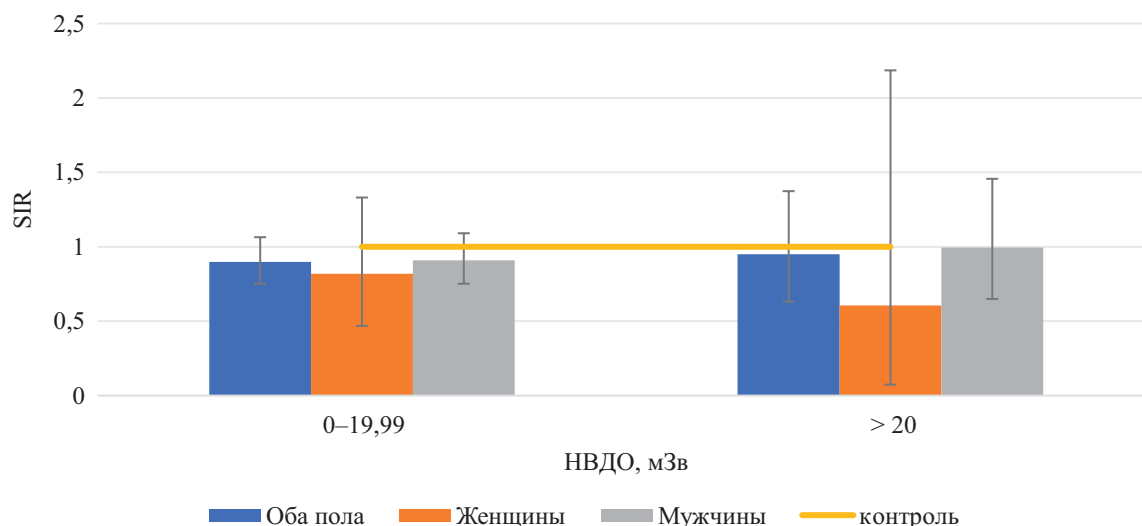


Рис. 5. Распределение SIR показателей у работников ПГРЭЗ в зависимости от накопленной внешней эффективной дозы облучения

Fig. 5. Distribution of SIR among SPRER workers depending on their accumulated external doses

У сотрудников с высоким риском рака почки (3 случая, SIR = 5,3 (1,09–15,43)) и почечной лоханки (1 случай, SIR = 94,3(2,39–525,52)) НВДО была выше 20 мЗв. При этом необходимо отметить, что НВДО коррелировала со стажем работы, в связи с чем результаты примерно соответствуют для работников с большим стажем. У 477 работников кроме НВДО была отмечена и накопленная в период с 1986–1989 гг. эффективная доза внешнего облучения. Медианное значение НВДО+ЧАЭС было 24,5 [15,91;38,83] мЗв, только 10 % работников имели дозу свыше 50 мЗв. При анализе связи риска ЗН с НВДО+ЧАЭС не было

отмечено ни корреляции, ни статистически значимого превышения (рис. 6). У одного работника заповедника с высоким риском рака неба суммарная НВДО была выше 50 мЗв ($SIR = 41,7(1,05-232,14)$). У лиц, получивших НВДО+ЧАЭС в диапазоне 20,0–49,99 мЗв, достоверный риск был отмечен для рака почечной лоханки ($SIR = 37,7(4,57-136,23)$), яичника ($SIR = 12,0(1,45-43,4)$) и ЗН головного мозга ($SIR = 5,4(1,11-15,7)$).

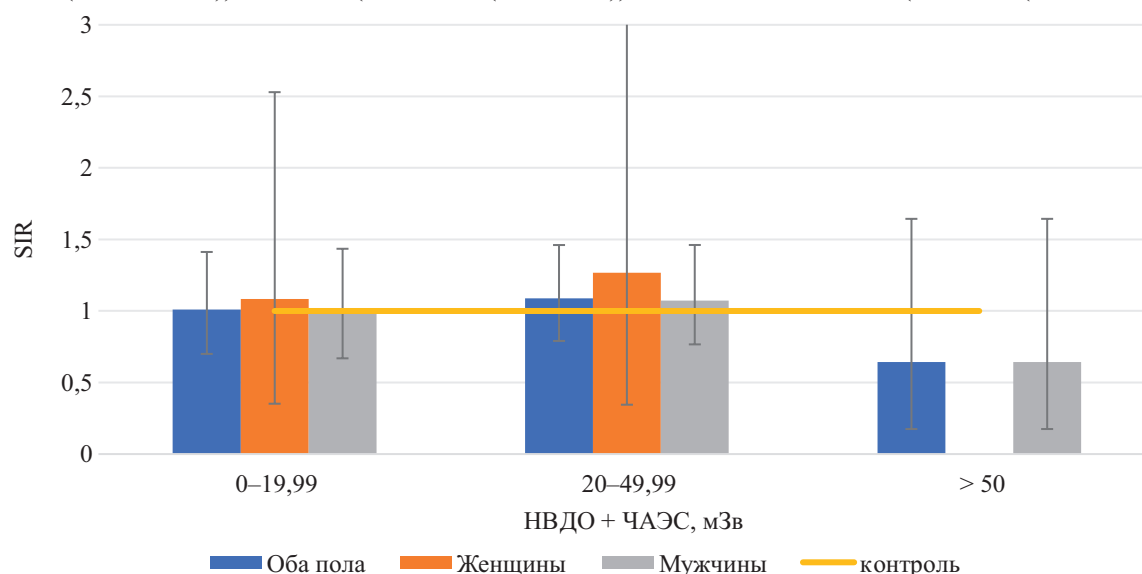


Рис. 6. Распределение SIR показателей у работников ППРЭЗ в зависимости от суммарной накопленной внешней эффективной дозы облучения (НВДО + ЧАЭС)

Fig. 6. Distribution of SIR among SPRER workers depending on their accumulated external doses plus «Chernobyl» accumulated dose

С течением времени вклад дозы внутреннего облучения в суммарную среднегодовую дозу растет. Измерить реально полученную человеком дозу внутреннего облучения достаточно сложная задача, поскольку измерения, проводимые на СИЧ, носят периодический характер, и за время перерыва между измерениями реальные дозы могут значительно варьировать. Медианное значение ЭДВО у работников было 0,08[0;0,3] мЗв, максимальное – у работников леса (0,22[0;0,86] мЗв). При этом у 15 % из 948 работников отмечалось хоть раз превышение ЭДВО величины в 1 мЗв, максимальное значение было 3,9 мЗв. На рис. 7 приведено распределение SIR показателей у работников ППРЭЗ в зависимости от наличия факта превышения ЭДВО величины в 1 мЗв. Для лиц, у которых в истории наблюдается превышение ЭДВО, отмечается достоверно высокий риск развития ЗН только у мужчин (13 случаев, $SIR = 2,0(1,08-3,46)$).

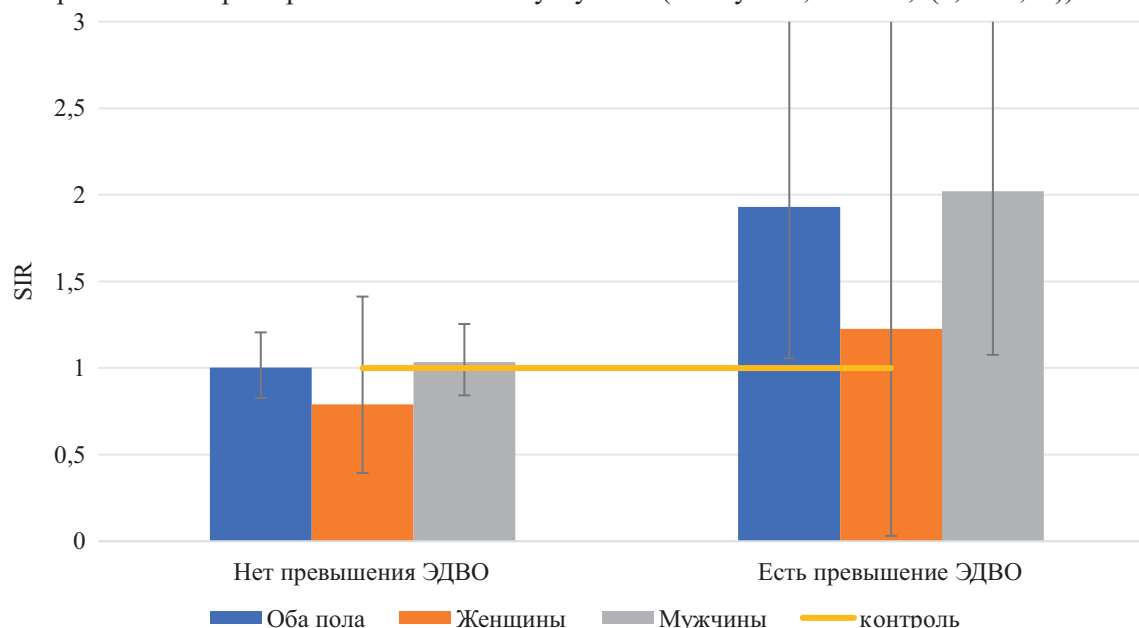


Рис. 7. Распределение SIR показателей у работников ППРЭЗ в зависимости от ЭДВО

Fig. 7. Distribution of SIR among SPRER workers depending on their effective internal doses

Анализ по локализациям показал, что это происходит за счет вклада ЗН пищеварительного тракта (пищевода ($SIR = 13,8(1,67-49,88)$), тонкого кишечника ($SIR = 57,1(1,45-318,02)$), ободочной кишки (2 случая в 2020–2024 гг. ($SIR = 17,5(2,12-63,21)$))) и кожи (3 случая, $SIR = 5,2(1,07-15,14)$). Более детальное исследование этих пациентов показало у них неоднократное превышение ЭДВО. Сама по себе величина ЭДВО выше 1 мЗв не является достаточно большой для развития серьезных повреждений в клетках, однако может свидетельствовать о низкой культуре поведения в условиях радиационной опасности.

Среднегодовая эффективная доза внешнего облучения за время работы в заповеднике имела медианное значение 1,15[0,88;1,63] мЗв (максимальное значение 13,4 мЗв). Наиболее высокие значения СГЭД отмечались у работников леса (1,23[0,93;1,78] мЗв), а минимальные у работников АУП (1,03[0,82;1,46] мЗв) и рабочих (1,08[0,85;1,48] мЗв). В то же время у 28,8 % сотрудников средние значения СГЭД не превышали величину в 1 мЗв, и только у 5,1 % были выше 2 мЗв. Анализ между группами показал, что риск незначимо выше у лиц, которые имели среднегодовую внешнюю эффективную дозу свыше 2,0 мЗв, однако в целом статистически значимого превышения риска не отмечено (рис. 8). Высокий риск рака желудка (4 случая, $SIR = 4,1(1,12-10,55)$) и пищевода (3 случая, $SIR = 11,9(2,45-34,67)$) был отмечен у лиц со средней СГЭД выше 2,0 мЗв, у пациентов с высоким риском рака почечной лоханки (2 случая, $SIR = 12,7(1,53-45,76)$) средняя СГЭД была в диапазоне 1,0–1,99 мЗв.

Таким образом, можно заключить, что высокие риски у работников ППРЭЗ отмечаются для ЗН пищеварительной системы и могут быть связаны с фактором неосторожного потребления загрязненных продуктов питания. Схожий результат был отмечен в статье С. В. Жаворонка и др. [6]

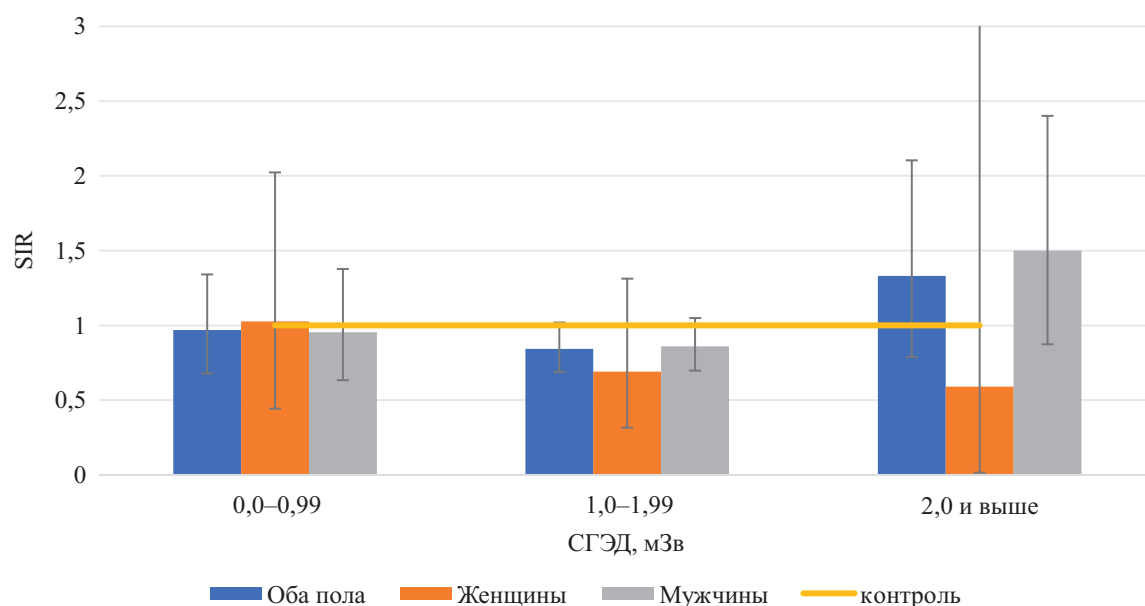


Рис. 8. Распределение SIR показателей у работников ППРЭЗ в зависимости от СГЭД облучения

Fig. 8. Distribution of SIR among SPRER workers depending on their average annual effective dose

Заключение

Проведенный анализ не отметил повышенного риска развития злокачественных новообразований у сотрудников ППРЭЗ. Доза-эффект зависимость между уровнем радиационного воздействия и риском ЗН не наблюдалась. В то же время отмечался статистически значимо высокий риск в группе работников, у которых в истории наблюдалось превышение эффективной дозы внутреннего облучения 1 мЗв. В этой группе наблюдался высокий риск ЗН пищеварительного тракта (14 случаев, $SIR = 1,9(1,06-3,24)$): пищевода (2 случая, $SIR = 13,8(1,67-49,88)$), тонкого кишечника (1 случай, $SIR = 57,1(1,45-318,02)$), ободочной кишки (2 случая в 2020–2024 гг. ($SIR = 17,5(2,12-63,21)$))). Высокий риск ЗН почечной лоханки (2 случая, $SIR = 20,5(2,48-73,95)$) и головного мозга (4 случая, $SIR = 4,2(1,15-10,78)$) был отмечен у работников, которые были участниками ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС. Высокий риск рака желудка и пищевода был отмечен у лиц со средней СГЭД выше 2,0 мЗв, у пациентов с высоким риском рака почечной лоханки средняя СГЭД была в диапазоне 1,0–1,99 мЗв. Таким образом, высокие риски у работников ППРЭЗ отмечаются для ЗН пищеварительной системы и могут быть с фактором потребления загрязненных продуктов питания.

Библиографические ссылки

1. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 100. A Review of Human Carcinogens. Part D: Radiation. Lyon: IARC; 2012.
2. Веялкин ИВ, Чайкова ЮВ, Никонович СН и др. Оценка рисков для здоровья у работников Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. *Медико-биологические проблемы жизнедеятельности*. 2020;1:59–65.
3. Ненашев РА, Шабалева МА, Деменковец НН. Изучение годовых эффективных доз облучения персонала Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. *Проблемы здоровья и экологии*. 2025;1:94–101.
4. Романович ИК, Брук ГЯ, Барковский АН и др. Обоснование концепции перехода населенных пунктов, отнесенных в результате аварии на Чернобыльской АЭС к зонам радиоактивного загрязнения, к условиям нормальной жизнедеятельности населения. *Радиационная гигиена*. 2016;1:6–18.
5. Панов АВ. Возвращение радиоактивно загрязненных территорий к нормальной жизнедеятельности: современные проблемы и пути решения (к 35-летию аварии на Чернобыльской АЭС). *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2021;1:5–13.
6. Жаворонок СВ, Калинин ЛА, Платошкин ЭН, и др. Некоторые аспекты оценки состояния органов пищеварения у работников Полесского государственного радиационного экологического заповедника. *Проблемы здоровья и экологии*. 2004;2:16–22.

References

1. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 100. A Review of Human Carcinogens. Part D: Radiation. Lyon: IARC; 2012.
2. Vejal'kin IV, Chajkova JuV, Nikonovich SN i dr. *Ocenka riskov dlja zdorov'ja u rabotnikov Poles'skogo gosudarstvennogo radiacionno-jekologicheskogo zapovednika* [Health risk assessment for employees of the Poles'sky State Radiation-Ecological Reserve]. *Medical and Biological Problems of Life Activity*. 2020;1:59–65. Russian.
3. Nenashev RA, Shabaleva MA, Demenkovec NN. *Izuchenie godovyh effektivnyh doz obluchenija personala Poles'skogo gosudarstvennogo radiacionno-jekologicheskogo zapovednika* [Study of annual effective radiation doses of Polesie State Radiation and Ecological Reserve staff]. *Health and Ecology Issues*. 2025;1:94–101. Russian.
4. Romanovich IK, Bruk GJa, Barkovskij AN, et al. *Obosnovanie koncepcii perehoda naselennyh punktov, otnesennyh v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoj AJeS k zonam radioaktivnogo zagrjaznenija, k uslovijam normal'noj zhiznedejatel'nosti naselenija* [Substantiation of the concept of transfer to conditions of normal population activity of the settlements considered to be zones of radioactive contamination after the Chernobyl NPP accident]. *Radiation Hygiene*. 2016;1:6–18. Russian.
5. Panov AV. *Vozvrashhenie radioaktivno zagrjaznennyh territorij k normal'noj zhiznedejatel'nosti: sovremennye problemy i puti reshenija (k 35-letiju avarii na Chernobyl'skoj AJeS)* [Returning radioactively contaminated territories to normal life: current problems and ways for solution (35 years after the Chernobyl NPP accident)]. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2021;1:5–13. Russian.
6. Zhavoronok SV, Kalinin LA, Platoshkin JeN, et al. *Nekotorye aspekty ocenki sostojanija organov pishhevarenija u rabotnikov Poles'skogo gosudarstvennogo radiacionnogo jekologicheskogo zapovednika* [Aspects of digestive apparatus state in Polesie State Radioecological Reserve personnel]. *Health and Ecology Issues*. 2004;2:16–22. Russian.

Статья поступила в редколлегию 02.03.2026.
Received by editorial board 02.03.2026.