

2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность

Методические рекомендации МР 2.6.1.0431-26 "Расчет показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий, для обеспечения комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерации" (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 12 октября 2026 г.)

Взамен МР 2.6.1.0145-19

I. Область применения

1.1. Настоящие методические рекомендации (далее - МР) описывают подход к оценке радиационного риска на основании данных радиационно-гигиенической паспортизации территорий (далее - РГПТ) для повышения эффективности комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерации ¹.

¹ Статья 13 Федерального закона от 09.01.1996 № 3-ФЗ "О радиационной безопасности населения"; постановление Правительства Российской Федерации от 28.01.1997 № 93 "О порядке разработки радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий".

1.2. МР предназначены для специалистов органов, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический контроль (надзор) и учреждений, обеспечивающих их деятельность, осуществляющих анализ основных показателей радиационной безопасности, в том числе при подготовке государственных докладов о санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации ², а также могут быть использованы специалистами органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в сфере охраны здоровья, научно-исследовательских, образовательных и иных организаций, занимающихся вопросами оценки воздействия факторов среды обитания на здоровье населения.

² Статья 5 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".

II. Общие положения

2.1. РГПТ является документом, характеризующим уровни облучения персонала и населения в различных ситуациях облучения, а также систему обеспечения радиационной безопасности на территории субъекта Российской Федерации.

2.2. Повышение достоверности сведений о дозах облучения, собираемых в РГПТ, а также появление новых сведений о зависимости частоты стохастических эффектов облучения от доз облучения и иных факторов делают целесообразным постепенный отход от использования коллективной дозы как меры риска для отдельных ситуаций облучения к количественной оценке радиационных рисков.

2.3. Для повышения эффективности комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерации рекомендуется использовать единообразный подход к анализу показателей, содержащихся в РГПТ, изложенный в настоящих МР.

2.4. При оценке радиационного риска от медицинского облучения учет различий возрастного состава пациентов при различных видах медицинского облучения от возрастного состава населения позволяет более точно оценить последствия проведения рентгенорадиологических исследований для здоровья.

2.5. При оценке радиационного риска, связанного с облучением радоном и его короткоживущими дочерними продуктами распада (далее - ДПР), учет распространенности табакокурения существенно влияет на значения показателей риска. Для детального анализа риска для здоровья населения при облучении радоном и его ДПР рекомендуется руководствоваться методическими документами³.

³ МР 2.6.1.0172-20 "Оценка радиационного риска для здоровья населения за счет внутреннего облучения радоном и его дочерними продуктами распада", утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 10.04.2020.

2.6. При оценке риска от других источников ионизирующего излучения природного происхождения принимается во внимание возможность и целесообразность влияния на снижение доз облучения при данном виде облучения. Например, на территориях, не подвергавшихся аварийному радиоактивному загрязнению, внешнее облучение на открытой местности не рассматривается в качестве источника опасности, для которого необходимо выполнять оценку риска.

III. Количественная оценка радиационных рисков для здоровья населения для различных видов облучения по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий

3.1. Для характеристики радиационного риска в зависимости от ситуации облучения рекомендуется использовать два вида показателей риска: средний индивидуальный пожизненный риск в качестве меры индивидуального риска для здоровья населения территории и число потерянных лет здоровой жизни (DALY⁴) за счет воздействия источника, как меру группового риска для здоровья населения территории в целом.

⁴ Примечание: показатель DALY (англ. disability-adjusted life years - годы жизни, взвешенные по нетрудоспособности) представляет собой сумму среднего числа лет, потерянных вследствие преждевременной смерти, и взвешенную по степени тяжести сумму среднего числа лет, прожитых в состоянии неполного здоровья по причине заболевания. Аббревиатура DALY используется как название интегрального показателя бремени болезни, а также как единица выражения его численного значения. Поскольку один DALY соответствует одному потерянному году здоровой жизни, на практике возможны две эквивалентные формы записи: "значение DALY составляет N лет" и "бремя болезни составляет N DALY", то есть N потерянных лет здоровой жизни.

3.2. Оценка радиационных рисков за счет медицинского облучения пациентов.

Оценка радиационного риска от медицинского облучения пациентов с коррекцией на половозрастную зависимость коэффициентов радиационного ущерба выполняется в четыре этапа. На первом этапе вычисляется взвешенное значение коллективной эффективной дозы медицинского облучения ($E_{\text{мед}}^{\text{колл}}$) по формуле (1):

$$E_{\text{мед}}^{\text{колл}} = 0,7 \times E_{\text{ф}}^{\text{колл}} + 0,8 \times E_{\text{РГ}}^{\text{колл}} + 0,7 \times E_{\text{РС}}^{\text{колл}} + 0,7 \times E_{\text{КТ}}^{\text{колл}} + 0,7 \times E_{\text{РИ}}^{\text{колл}} + 0,7 \times E_{\text{спец.}}^{\text{колл}} + 0,7 \times E_{\text{проч.}}^{\text{колл}}, \text{ чел.-Зв},$$

(1)

где: $E_{\text{ф}}^{\text{колл}}$, $E_{\text{РГ}}^{\text{колл}}$, $E_{\text{РС}}^{\text{колл}}$, $E_{\text{КТ}}^{\text{колл}}$, $E_{\text{РИ}}^{\text{колл}}$, $E_{\text{спец.}}^{\text{колл}}$, $E_{\text{проч.}}^{\text{колл}}$, чел.-Зв - значения коллективных эффективных доз за счет различных медицинских процедур по данным 5 раздела РГПТ. Нижние индексы соответствуют следующим видам процедур: "Ф" - флюорографические, "РГ" -

рентгенографические, "РС" - рентгеноскопические, "КТ" - компьютерные томографии, "РИ" - радионуклидные исследования, "спец." - специальные процедуры, "проч." - прочие процедуры;

0,7 и 0,8, отн. ед., - взвешивающие коэффициенты к значениям эффективной дозы при выполнении различных медицинских процедур для учета зависимости радиационного риска от пола и возраста пациентов.

На втором этапе вычисляется пожизненный коллективный риск для возникновения стохастических эффектов у пациентов за счет медицинского облучения (Риск_{МЕД}) по формуле (2):

$$\text{Риск}_{\text{МЕД}} = 0,057 \times E_{\text{мед}}^{\text{колл}}, \text{ отн. ед.}, \quad (2)$$

где: 0,057, Зв⁻¹ - коэффициент номинального радиационного риска для когорты "все население", в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями⁵;

⁵ Пункт 2.3 СанПиН 2.6.1.2523-09 "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)", утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 07.07.2009 № 47 (зарегистрировано Минюстом России 14.08.2009, регистрационный № 14534) (далее - НРБ-99/2009).

$E_{\text{мед}}^{\text{колл}}$, чел.-Зв - взвешенное значение коллективной эффективной дозы медицинского облучения, рассчитанное по формуле (1).

На третьем этапе вычисляется среднее значение индивидуального пожизненного радиационного риска на жителя субъекта Российской Федерации за счет медицинских процедур $\text{Риск}_{\text{МЕД}}^{\text{средн.}}$ по формуле (3):

$$\text{Риск}_{\text{МЕД}}^{\text{средн.}} = \frac{\text{Риск}_{\text{МЕД}}}{N}, \text{ отн. ед.}, \quad (3)$$

где: N, чел. - общее число жителей региона, указанное в пункте 01 РГПТ.

На четвертом этапе вычисляется суммарное число потерянных лет здоровой жизни за счет медицинского облучения пациентов DALY_{МЕД} формуле (4):

$$\text{DALY}_{\text{МЕД}} = K_{\text{DALY}} \times E_{\text{мед}}^{\text{колл}}, \text{ лет}, \quad (4)$$

где: K_{DALY}=0,5 лет/чел.-Зв - коэффициент, отражающий среднее число потерянных лет здоровой жизни на один Зв коллективной эффективной дозы облучения, рассчитанный для популяции Российской Федерации;

$E_{\text{мед}}^{\text{колл}}$, чел.-Зв - взвешенное значение коллективной эффективной дозы медицинского облучения, рассчитанное по формуле (1).

3.3. Оценка радиационных рисков за счет природных источников ионизирующего излучения.

Оценку радиационного риска за счет воздействия природных источников ионизирующего излучения в течение отчетного года рекомендуется приводить по трем факторам: внутреннее облучение радоном и его ДПР; внутреннее облучение за счет природных радионуклидов, содержащихся в пище и питьевой воде; внешнее гамма-излучение. Проводить оценку риска для источников, управление которыми невозможно или нецелесообразно (к таковым относятся внутреннее облучение за счет содержащегося в организме изотопа калия ⁴⁰K; внутреннее облучение за счет ингаляции долгоживущих природных радионуклидов с атмосферным воздухом; внешнее

облучение за счет космического излучения на поверхности Земли), не рекомендуется. Результаты такой оценки будут основаны на линейной беспороговой гипотезе, но достоверно атрибутировать конкретные смертельные случаи или число потерянных лет здоровой жизни воздействию перечисленных природных источников невозможно.

Значение среднего индивидуального пожизненного риска за счет внешнего гамма-излучения рассчитывается по формуле (5):

$$\text{Риск}_{\text{Внешн.}} = 0,057 \times D_{\text{Внешн.}}^{\text{средн.}}, \text{ отн. ед.}, \quad (5)$$

где: 0,057, Зв⁻¹ - коэффициент номинального радиационного риска для когорты "все население", в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями⁶;

⁶ Пункт 2.3 НРБ-99/2009.

$D_{\text{ПиПВ}}^{\text{средн.}}$, Зв - средняя доза природного облучения на жителя от внешнего гамма-излучения по данным раздела 6.3 РГПТ.

Значение среднего индивидуального пожизненного риска за счет природных радионуклидов, содержащихся в пище и питьевой воде, рассчитывается по формуле (6):

$$\text{Риск}_{\text{ПиПВ}} = 0,057 \times D_{\text{ПиПВ}}^{\text{средн.}}, \text{ отн. ед.}, \quad (6)$$

где: 0,057, Зв⁻¹ - коэффициент номинального радиационного риска для когорты "все население", в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями⁷;

⁷ Пункт 2.3 НРБ-99/2009.

$D_{\text{ПиПВ}}^{\text{средн.}}$, Зв - средняя доза природного облучения на жителя от пищи и питьевой воды по данным раздела 6.3 РГПТ.

Значение индивидуального пожизненного риска смерти от рака легкого для смешанной популяции (оба пола, все возраста) курильщиков и некурящих (то есть индуцированного при синергическом взаимодействии факторов облучения радоном и его ДПР и табакокурения) в течение одного календарного года, рассчитывается по формуле (7):

$$\text{Риск}_{\text{Rn}} = 8800 \times 8 \times 10^{-10} \left(A_{\text{Rn}}^{\text{здания}} \times \Omega + A_{\text{Rn}}^{\text{улица}} \times [1 - \Omega] \right), \text{ отн. ед.}, \quad (7)$$

где: 8800, ч/год - стандартное количество часов в году;

8×10^{-10} , м³/(Бк × ч) - рекомендованный коэффициент номинального риска;

$A_{\text{Rn}}^{\text{здания}}$, Бк/м³ - объемная активность радона в воздухе помещений, которая рассчитывается по формуле (8);

$A_{\text{Rn}}^{\text{улица}}$, Бк/м³ - объемная активность радона в воздухе на открытой территории населенных пунктов которая принимается равной 10 Бк/м³ при отсутствии измерительных данных о среднегодовом значении эквивалентной равновесной объемной активности (далее - ЭРОА) изотопов радона в воздухе на открытой территории населенных пунктов и о значении коэффициента равновесия F_{Rn} или рассчитывается по формуле (8):

$$A_{Rn}^{\text{здания/улица}} = \frac{C_{Rn}^{\text{здания/улица}}}{F_{Rn}}, \text{ Бк/м}^3, \quad (8)$$

где: F_{Rn} , отн. ед. - коэффициент равновесия между радоном и его ДПР. При отсутствии измерительных данных значение F_{Rn} , принимается равным 0,5 в соответствии с методическими документами⁸ для зданий и 0,65 для открытой территории населенных пунктов;

⁸ Пункт 2.5 МР 2.6.1.0333-23 "Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений по показателям радиационной безопасности", утвержденных руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 01.12.2023.

Ω , отн. ед. - доля времени нахождения людей в помещениях, принимаемая в соответствии с методическими документами⁹ для населения Российской Федерации равной 0,8. При наличии достоверной информации о существенном отличии этого значения для населения конкретного субъекта Российской Федерации, может быть использовано реальное значение коэффициента Ω .

⁹ Подпункт 4.4.4 МР 2.6.1.0088-14 "Форма федерального статистического наблюдения № 4-ДОЗ. Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона", утвержденных врио руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 18.03.2014 (далее - МР 2.6.1.0088-14).

Расчет среднегодового средневзвешенного по числу зданий разных типов значения ЭРОА изотопов радона в субъекте Российской Федерации по значению средней дозы облучения за счет радона и его ДПР производится по формуле (9):

$$C_{Rn}^{\text{здания}} = \frac{E_{Rn} / (9,0 \times 10^{-6} \times 8800 \times 1,05) - 0,2 \times C_{Rn}^{\text{улица}}}{0,8}, \text{ Бк/м}^3, \quad (9)$$

где: E_{Rn} , мЗв - средняя на жителя доза облучения населения за счет радона и его ДПР из раздела 6.3 РГПТ;

$9,0 \times 10^{-6}$, мЗв/(ч $\times$ Бк/м³) - дозовый коэффициент в соответствии с методическими документами¹⁰;

¹⁰ Пункт 6.1 МУ 2.6.1.1088-02 "Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения", утвержденных Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 04.01.2002.

8800, ч/год - стандартное количество часов в году;

1,05, отн. ед. - коэффициент, учитывающий дозу, получаемую за счет растворения газообразных материнских радионуклидов радона и торона (²²²Rn и ²²⁰Rn) в крови и дальнейшего облучения других тканей и органов, кроме легких, составляющую около 5% от дозы облучения за счет ДПР радона и торона, в соответствии с методическими документами¹¹;

¹¹ Подпункт 4.4.5 МР 2.6.1.0088-14.

0,8 и 0,2, отн. ед. - доли времени нахождения людей в помещениях и на улице соответственно, принимаемые в соответствии с методическими документами¹²,

$C_{Rn}^{здания}$, Бк/м³ - среднегодовое значение ЭРОА изотопов радона в воздухе на открытой территории населенных пунктов, принимаемое равным 6,5 Бк/м³ в соответствии с методическими документами¹³.

Расчет суммарного числа потерянных лет здоровой жизни за счет облучения радоном и его ДПР $DALY_{Rn}$ осуществляется по формуле (10):

$$DALY_{Rn} = K_{DALY} \times D_{Rn}^{колл.}, \text{ лет}, \quad (10)$$

где: $D_{Rn}^{колл.}$, чел.-Зв - коллективная доза природного облучения за счет облучения радоном и его короткоживущими ДПР по данным раздела 6.3 РГПТ;

$K_{DALY}=0,5$ лет/чел.-Зв. - коэффициент, отражающий среднее число потерянных лет здоровой жизни на один Зв коллективной эффективной дозы облучения, рассчитанный для популяции Российской Федерации;

Расчет суммарного числа потерянных лет здоровой жизни за счет употребления пищи и питьевой воды, содержащих природные радионуклиды, $DALY_{ПВП}$ осуществляется по формуле (11):

$$DALY_{ПВП} = K_{DALY} \times D_{ПВП}^{колл.}, \text{ лет}, \quad (11)$$

где: $D_{ПВП}^{колл.}$, чел.-Зв - коллективная доза природного облучения за счет употребления пищи и питьевой воды, содержащих природные радионуклиды по данным раздела 6.3 РГПТ;

$K_{DALY}=0,5$ лет/чел.-Зв. - коэффициент, отражающий среднее число потерянных лет здоровой жизни на один Зв коллективной эффективной дозы облучения, рассчитанный для популяции Российской Федерации;

3.4. Оценка радиационных рисков за счет техногенного облучения населения и персонала.

Оценка радиационного риска за счет техногенного облучения производится для следующих категорий облучаемых лиц: население, проживающее в зонах наблюдения радиационных объектов (далее - 1 категория лиц); население, проживающее на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате прошлой хозяйственной деятельности и радиационных аварий (далее - 2 категория лиц); персонал радиационных объектов (далее - 3 категория лиц).

Для всех трех категорий облучаемых лиц оценка риска представляется в виде среднего значения индивидуального пожизненного риска от воздействия техногенного излучения в течение одного календарного года и в виде коллективного риска, выраженного в общем числе потерянных лет здоровой жизни за один календарный год.

Значение индивидуального пожизненного риска от воздействия техногенного излучения в течение одного календарного года вычисляется по формуле (12):

$$Риск_{ТЕХН} = \frac{K_{НОМ} \times D^{колл.}}{N}, \text{ отн. ед.}, \quad (12)$$

где: $K_{\text{ном}}$, Зв^{-1} - коэффициент номинального риска, значение которого принимается равным 0,057 для населения и 0,042 для персонала в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями¹⁴.

¹⁴ Подпункт 3.1.1 пункта 3.1 НРБ-99/2009.

$D_{\text{колл}}$, чел.-Зв - коллективная доза населения по данным раздела 6.3 РГПТ. Для первой категории облучаемых лиц используется значение коллективной дозы из п. 6.2.1 РГПТ. Для второй категории используется значение коллективной дозы из п. 6.2.2 РГПТ, строка "Всего". Для персонала используется сумма значений коллективной дозы персонала групп А и Б¹⁵ из п. 6.1 РГПТ;

¹⁵ Подпункт 3.1.1 пункта 3.1 НРБ-99/2009.

N , чел. - общая численность группы риска. Для первой категории облучаемых лиц используется значение "Численность населения зон наблюдения" из п. 6.2.1 РГПТ. Для второй категории используется значение "Численность населения" из п. 6.2.2 РГПТ, строка "Всего". Для персонала используется сумма значений "Численность, чел." персонала групп А и Б из п. 6.1 РГПТ.

Расчет суммарного числа потерянных лет здоровой жизни за счет воздействия техногенного излучения в течение одного календарного года $DALY_{\text{техн.}}$ вычисляется по формуле (13):

$$DALY_{\text{техн.}} = D_{\text{колл.}} \times K_{DALY, \text{лет}}, \quad (13)$$

где: $K_{DALY, \text{лет/чел.-Зв}}$ - коэффициент, отражающий среднее число потерянных лет здоровой жизни на один Зв коллективной эффективной дозы облучения, рассчитанный для популяции Российской Федерации (равен 0,5 для населения и 0,45 для персонала);

$D_{\text{колл.}}$, чел.-Зв - коллективная доза населения по данным раздела 6.3 РГПТ. Для первой категории облучаемых лиц используется значение Коллективной дозы из п. 6.2.1 РГПТ. Для второй категории используется значение Коллективной дозы из п. 6.2.2 РГПТ, строка "Всего". Для персонала используется сумма значений коллективной дозы персонала групп А и Б из п. 6.1 РГПТ.

3.5. Результаты оценки радиационных рисков по данным РГПТ представляются в табличной форме (таблица 1). Пример расчетов показателей радиационного риска по данным, содержащимся в РГПТ, представлен в приложении к настоящим МР.

Таблица 1

Оценка радиационных рисков по данным РГПТ за счет различных видов облучения

Вид облучения и категория облучаемых лиц	Показатель риска	Значение показателя риска
Медицинское облучение пациентов	Средний индивидуальный пожизненный риск на одного жителя за счет медицинских процедур	-
Суммарное число потерянных лет здоровой жизни за счет воздействия медицинского облучения	-	-
Природное облучение от пищи и питьевой воды	Средний индивидуальный пожизненный риск от употребления пищи и питьевой воды, содержащих природные радионуклиды	

Суммарное число потерянных лет здоровой жизни за счет природных радионуклидов, содержащихся в пище и питьевой воде	-	
Природное облучение от радона	Средний индивидуальный пожизненный риск за счет облучения радоном и его ДПР	-
Суммарное число потерянных лет здоровой жизни за счет облучения радоном и его ДПР	-	
Природное облучение от внешнего гамма-излучения	Средний индивидуальный пожизненный риск за счет внешнего гамма-излучения	-
Техногенное облучение - деятельность предприятий (1 категория лиц)	Средний индивидуальный пожизненный риск для населения зон наблюдения	-
Суммарное число потерянных лет здоровой жизни от воздействия техногенного излучения у населения зон наблюдения	-	
Техногенное облучение - радиоактивное загрязнение территорий (2 категория лиц)	Средний индивидуальный пожизненный риск для населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях	-
Суммарное число потерянных лет здоровой жизни от воздействия техногенного излучения у населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях		
Техногенное облучение - персонал радиационных объектов (3 категория лиц)	Средний индивидуальный пожизненный риск от воздействия техногенного излучения для персонала групп А и Б ¹⁶	-
Суммарное число потерянных лет здоровой жизни от воздействия техногенного излучения у персонала групп А и Б ¹⁷	-	

¹⁶ Подпункт 3.1.1 пункта 3.1 НРБ-99/2009.

¹⁷ Подпункт 3.1.1 пункта 3.1 НРБ-99/2009.

Пример расчета показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиеническом паспорте территории

1. Для вычисления значений показателей риска будут использоваться данные РГПТ одного из субъектов Российской Федерации за один календарный год (таблицы 2-6 приложения к настоящим МР). Население субъекта - 1 242,6 тыс. чел.

Таблица 2

Структура облучения населения при медицинских процедурах

Виды процедур	Количество процедур за отчетный год, шт./год	Средняя индивидуальная доза, мЗв/процедуру	Коллективная доза, чел.-Зв/год
Флюорографические	603120	0,05	31,2*
Рентгенографические	1284605	0,13	169*
Рентгеноскопические	6711	3,3	22,2*
Компьютерная томография	33948	4,6	156*
Радионуклидные исследования	5286	2,87	15,2*
Специальные исследования	12429	4,1	51*
Прочие	2786	6,24	17*
ВСЕГО:	1 948 885	0,24	462

Примечание: * - значения показателей, используемые для расчетов.

Таблица 3

Структура годовой эффективной дозы облучения населения (чел.-Зв)

Облучения населения территории за счет	Коллективная доза, чел.-Зв	Коллективная доза, %	Средняя на жителя, мЗв/чел.
природных источников, в том числе:	3161,17	80,53	2,54
- от радона	1205,32	30,71	0,97*
- от внешнего гамма-излучения	424,76	11,90	0,34*
- от пищи и питьевой воды	223,67	5,70	0,18*

Примечание: * - значения показателей, используемые для расчетов.

Таблица 4

Численность и годовые эффективные дозы населения, проживающего в зонах наблюдения

Численность населения зон наблюдения	Средняя индивидуальная доза	Коллективная доза	Число лиц с превышением годовой дозы 1 мЗв	Число лиц с превышением дозовой квоты
тыс. чел.	мЗв/год	чел.-Зв/год	чел.	чел.
0,53*	0,08	0,04*		

Примечание: * - значения показателей, используемые для расчетов.

Таблица 5

Численность и годовые эффективные дозы техногенного облучения населения, проживающего на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате радиационных аварий прошлых лет или предшествующей деятельности

Плотность загрязнения почвы Cs137, кБк/м ² (Ки/км ²)	Численность населения, тыс. чел.	Средняя индивидуальная доза, мЗв/год	Коллективная доза, чел.-Зв/год
Всего	324,5*	1,06	345,1*

Примечание: * - значения показателей, используемые для расчетов.

Таблица 6

Годовые дозы облучения персонала

Группа персонала	Числе нност ь чел.	0-1 мЗв/год	1-2 мЗв/г од	2-5 мЗв/год	5-12,5 мЗв/г од	12,5-20 мЗв/год	20-50 мЗв/г од	>50 мЗв/г од	Средняя индивидуаль ная доза, мЗв/год	Коллективна я доза, чел.- Зв/год
Группа А	939*	594	323	22					0,88	0,8*
Группа Б	19*	18		1					0,53	0*

Примечание: * - значения показателей, используемые для расчетов.

2. Расчет риска от медицинского облучения пациентов.

Взвешенное значение коллективной эффективной дозы медицинского облучения $E_{\text{мед}}^{\text{колл}}$ рассчитывается по формуле (1) с использованием данных из таблицы 2 приложения к настоящим МР:

$$E_{\text{мед}}^{\text{колл}} = (0,7 \times 31,154 \times 0,8 \times 169,401 \times 0,7 \times 22,15 \times 0,7 \times 156,181 \times 0,7 \times 15,196 + 50,978 + 0,7 \times 17,386) \approx 340,7 \text{ чел.-Зв}$$

Коллективный риск для здоровья пациентов за счет медицинского облучения Риск_{мед} вычисляется по формуле (2):

$$\text{Риск}_{\text{мед}} = 0,057 \times 340,7 \approx 19,4, \text{ отн. ед.}$$

Среднее значение индивидуального пожизненного радиационного риска на жителя субъекта Российской Федерации за счет медицинских процедур с учетом численности населения, составляющего 1 242,6 тыс. чел. за отчетный год, вычисляется по формуле (3):

$$19,4 / 1\,242\,600 \approx 1,6 \times 10^{-5}, \text{ отн. ед.,}$$

Суммарное число потерянных лет здоровой жизни за счет воздействия медицинского облучения рассчитывается по формуле (4):

$$\text{DALY}_{\text{мед}} = 0,5 \times 340,7 \approx 170,4 \text{ лет}$$

3. Расчет риска за счет природного облучения.

Значение среднего индивидуального пожизненного риска за счет внешнего гамма-излучения рассчитывается по формуле (5) с использованием данных из таблицы 3 приложения к настоящим МР (для перевода 0,18 мЗв в Зв значение делится на 1000):

$$\text{Риск}_{\text{Внешн.}} = 0,057 \times 0,34/1000 = 1,93 \times 10^{-5}, \text{ отн. ед.}$$

Значение среднего индивидуального пожизненного риска за счет природных радионуклидов, содержащихся в пище и питьевой воде, рассчитывается по формуле (6) с использованием данных из таблицы 3 приложения к настоящим МР (для перевода 0,18 мЗв в Зв значение делится на 1000):

$$\text{Риск}_{\text{ПиПВ}} = 0,057 \times 0,18/1000 \approx 1,03 \times 10^{-5}, \text{ отн. ед.}$$

Значение среднего индивидуального пожизненного риска у населения за счет облучения радоном и его ДПР Риск_{Rn} рассчитывается по формуле (7) с использованием данных из таблицы 3 настоящего Приложения. Для этого предварительно рассчитывается $A_{\text{Rn}}^{\text{здания}}$ по формулам (9) и (8):

$$C_{\text{Rn}}^{\text{здания}} = \frac{0,97 / (9,0 \times 10^{-6} \times 8800 \times 1,05) - 0,2 \times 6,5}{0,8} \approx 12,96 \text{ Бк/м}^2$$

$$A_{\text{Rn}}^{\text{здания}} = \frac{12,96}{0,5} = 25,92 \text{ Бк/м}^2$$

Подставляя полученные значения $A_{\text{Rn}}^{\text{здания}}$ в формулу (7), получается следующее значение Риск_{Rn} :

$$\text{Риск}_{\text{Rn}} = 8800 \times 8 \times 10^{-10} \times (25,92 \times 0,8 + 10 \times [1 - 0,8]) \approx 1,6 \times 10^{-4} \text{ отн. ед.}$$

Значение суммарного числа потерянных лет здоровой жизни за счет облучения радоном и его ДПР DALY_{Rn} рассчитывается по формуле (10):

$$\text{DALY}_{\text{Rn}} = 0,5 \times 1205,32 \approx 602,66 \text{ лет}$$

Значение суммарного числа потерянных лет здоровой жизни за счет употребления пищи и питьевой воды, содержащих природные радионуклиды, $\text{DALY}_{\text{ПиПВ}}$ рассчитывается по формуле (11):

$$\text{DALY}_{\text{ПиПВ}} = 0,5 \times 223,67 \approx 111,84 \text{ лет}$$

4. Расчет риска за счет техногенного облучения.

С использованием данных из таблиц 4, 5 и 6 приложения к настоящим МР по формуле (12) рассчитываются средние индивидуальные пожизненные риски для населения зон наблюдения; для населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях; для персонала радиационных объектов групп А и Б.

Средний индивидуальный пожизненный риск для населения зон наблюдения, рассчитанный по формуле (12), составит:

$$\text{Риск}_{\text{ТЕХН}}^{\text{Нас.ЗН}} = \frac{0,057 \times 0,04}{0,53} \times 1000 \approx 4,3 \times 10^{-6} \quad \text{отн. ед.}$$

Средний индивидуальный пожизненный риск для населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях, рассчитанный по формуле (12), составит:

$$\text{Риск}_{\text{ТЕХН}}^{\text{Нас.Загр.терр.}} = \frac{0,057 \times 345,1}{324,5 \times 1000} \approx 6,06 \times 10^{-5} \quad \text{отн. ед.}$$

Средний индивидуальный пожизненный риск для персонала радиационных объектов групп А и Б, рассчитанный по формуле (12), составит:

$$\text{Риск}_{\text{ТЕХН}}^{\text{Перс.}} = \frac{0,042 \times (0,8 + 0)}{(939 + 19)} \approx 3,51 \times 10^{-5} \quad \text{отн. ед.}$$

Значения общего числа потерянных лет здоровой жизни от воздействия техногенного излучения в течение одного календарного года $\text{DALY}_{\text{техн.}}$ рассчитывается по формуле (13).

Значение $\text{DALY}_{\text{техн.}}$ у населения зон наблюдения составит:

$$\text{DALY}_{\text{техн.}}^{\text{Нас.ЗН}} = 0,04 \times 0,5 \approx 0,02 \quad \text{года}$$

Значение $\text{DALY}_{\text{техн.}}$ у населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях, составит:

$$\text{DALY}_{\text{техн.}}^{\text{Нас.Загр.терр.}} = 345,1 \times 0,5 \approx 172,55 \quad \text{года}$$

Значение $\text{DALY}_{\text{техн.}}$ у персонала радиационных объектов групп А и Б составит:

$$\text{DALY}_{\text{техн.}}^{\text{Перс.}} = (0,8 + 0) \times 0,45 \approx 0,36 \quad \text{года}$$

5. Результаты количественной оценки радиационных рисков по данным РГПТ представляются в табличной форме (таблица 7 приложения к настоящему МР).

Таблица 7

Оценка радиационных рисков по данным РГПТ за счет различных видов облучения

Вид облучения и категория облучаемых лиц	Показатель риска	Значение показателя риска
Медицинское облучение пациентов	Средний индивидуальный пожизненный риск на одного жителя за счет медицинских процедур	$1,6 \times 10^{-5}$
Суммарное число потерянных лет здоровой жизни за счет воздействия медицинского облучения	170,4	

Природное облучение от пищи и питьевой воды	Средний индивидуальный пожизненный риск от употребления пищи и питьевой воды, содержащих природные радионуклиды	$1,0 \times 10^{-5}$
Суммарное число потерянных лет здоровой жизни за счет природных радионуклидов, содержащихся в пище и питьевой воде	111,8	
Природное облучение от радона	Средний индивидуальный пожизненный риск за счет облучения радоном и его ДПР	$1,6 \times 10^{-4}$
Суммарное число потерянных лет здоровой жизни за счет облучения радоном и его ДПР	602,7	
Природное облучение от внешнего гамма-излучения	Средний индивидуальный пожизненный риск за счет внешнего гамма-излучения	$1,9 \times 10^{-5}$
Техногенное облучение - деятельность предприятий (1 категория лиц)	Средний индивидуальный пожизненный риск для населения зон наблюдения	$4,3 \times 10^{-6}$
Суммарное число потерянных лет здоровой жизни от воздействия техногенного излучения у населения зон наблюдения	0,02	
Техногенное облучение - радиоактивное загрязнение территорий (2 категория лиц)	Средний индивидуальный пожизненный риск для населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях	$6,1 \times 10^{-5}$
Суммарное число потерянных лет здоровой жизни от воздействия техногенного излучения у населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях	172,55	
Техногенное облучение - персонал радиационных объектов (3 категория лиц)	Средний индивидуальный пожизненный риск от воздействия техногенного излучения для персонала групп А и Б	$3,5 \times 10^{-5}$
Суммарное число потерянных лет здоровой жизни от воздействия техногенного излучения у персонала групп А и Б	0,36	

Нормативные и методические документы

1. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ "О радиационной безопасности населения".
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.01.1997 № 93 "О порядке разработки радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий".
3. СанПиН 2.6.1.2523-09 "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)".

4. МУ 2.6.1.1088-02 "Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения".
5. МР 2.6.1.0088-14 "Форма федерального статистического наблюдения № 4-ДОЗ. Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона".
6. МР 2.6.1.0172-20 "Оценка радиационного риска для здоровья населения за счет внутреннего облучения радоном и его дочерними продуктами распада".
7. МР 2.6.1.0333-23 "Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений по показателям радиационной безопасности".

Библиографические ссылки

1. Международная комиссия по радиологической защите. Радиологическая защита от облучения радоном. Перевод публикации 126 МКРЗ/под ред. М.В. Жуковского, И.В. Ярмошенко, С.М. Киселева. - М.: Изд-во "ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России", 2015. - 92 с.
2. World Health Organization. WHO methods and data sources for global burden of disease estimates 2000-2021. - Geneva: World Health Organization, 2024. - 47 p.
3. Публикация 103 МКРЗ Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Пер. с англ. / под общей ред. М.Ф. Киселева и Н.К. Шандалы. - М.: ООО ПКФ "Алана", 2009. - 344 с.
4. International Commission on Radiological Protection. Radiation detriment calculation methodology. ICRP Publication 152 // Annals of the ICRP. - 2022. - Vol. 51, №. 3.-103 p.
5. Shimada K., Kai M. Calculating disability-adjusted life years (DALY) as a measure of excess cancer risk following radiation exposure I I Journal of Radiological Protection. - 2015. - Vol. 35, No. 4. - P. 763-775.
6. Кононенко Д.В., Кормановская Т.А. Оценка риска при облучении радоном для населения субъектов Российской Федерации на основе данных радиационно-гигиенического паспорта территории // Радиационная гигиена. - 2015. - Т. 8, № 4. - С. 15-22.
7. Репин Л.В., Чипига Л.А., Библин А.М. и др. Характеристика радиационного риска, связанного с проведением радионуклидной диагностики для российских пациентов путем оценки числа потерянных лет здоровой жизни // Российский электронный журнал лучевой диагностики. - 2024. - Т. 14, № 4. - С. 189-203.
8. Репин Л.В., Ахматдинов Р.Р., Библин А.М. и др. Характеристика радиационного риска от рентгеноскопических исследований путем оценки числа потерянных лет здоровой жизни // Радиационная гигиена. - 2024. - Т. 17, № 1. - С. 7-17.
9. Репин Л.В., Ахматдинов Р.Р., Библин А.М. и др. Характеристика радиационного риска, связанного с проведением компьютерной томографии, для российских пациентов, путем оценки числа потерянных лет здоровой жизни // Радиационная гигиена. - 2023. - Т. 16, № 3. - С. 37-45.
10. Репин Л.В., Ахматдинов Р.Р., Библин А.М. и др. О гармонизации показателей радиационного риска для здоровья и риска от воздействия иных вредных факторов на основе оценки числа потерянных лет здоровой жизни // Анализ риска здоровью. - 2022. - № 1. - С. 170-183.