Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации

2.6.1. ГИГИЕНА. РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА.
ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Расчет показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий, для обеспечения комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерации

Методические рекомендации
МР 2.6.1.0145—19

Издание официальное

Москва • 2019

gost.e-ecolog.ru

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

2.6.1. ГИГИЕНА. РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА.
ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Расчет показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий, для обеспечения комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерации

Методические рекомендации
МР 2.6.1.0145—19

ББК 51.26
Р24

Р24 **Расчет** показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий, для обеспечения комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерации: Методические рекомендации.—М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019.—14 с.

ISBN 978–5–7508–1701–6

1. Разработаны ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева (Л. В. Репин, Р. Р. Ахматдинов, А. М. Библин, В. Ю. Голиков, Д. В. Кононенко, Т. А. Кормановская, В. С. Репин).

2. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой 23 апреля 2019 г.

3. Введены впервые.

ББК 51.26

ISBN 978–5–7508–1701–6

© Роспотребнадзор, 2019

Содержание

I. Область применения 4

II. Общие положения 5

III. Количественная оценка радиационных рисков у населения для различных ситуаций облучения по данным радиационно-гигиенической паспортизации территорий 5

Приложение. Пример расчета показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий 11

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации

А. Ю. Попова

23 апреля 2019 г.

2.6.1. ГИГИЕНА. РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА.
ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Расчет показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий, для обеспечения комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерации

Методические рекомендации
МР 2.6.1.0145—19

I. Область применения

1.1. Настоящие методические рекомендации разработаны с целью повышения эффективности комплексной сравнительной оценки воздействия радиационного фактора на население Российской Федерации для планирования и проведения мероприятий по совершенствованию радиационной безопасности.

1.2. Настоящие методические рекомендации предназначены для специалистов органов и организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, осуществляющих анализ основных показателей радиационной безопасности, а также могут быть использованы иными заинтересованными организациями и лицами.

II. Общие положения

2.1. Радиационно-гигиенический паспорт территории (далее – РГПТ) является документом, характеризующим радиационную безопасность территории.

2.2. Оценка состояния радиационной безопасности осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации[1].

2.3. Анализ состояния радиационной безопасности конкретной территории требует детального изучения каждого из основных показателей и формирования конкретного перечня ключевых показателей радиационной безопасности.

2.4. Для повышения эффективности комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерации рекомендуется использовать единообразный подход к анализу показателей, содержащихся в радиационно-гигиенических паспортах территорий.

III. Количественная оценка радиационных рисков у населения для различных ситуаций облучения по данным радиационно-гигиенической паспортизации территорий

3.1. Повышение достоверности сведений о дозах облучения, собираемых в радиационно-гигиенических паспортах территорий, а также появление новых сведений о зависимости частоты стохастических эффектов облучения от доз облучения и иных факторов делают целесообразным постепенный уход от использования коллективной дозы как меры риска для отдельных ситуаций облучения.

3.2. Номинальные коэффициенты риска, приведенные в СанПиН 2.6.1.2523—09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» (далее – НРБ-99/2009), не предполагают учета значимого отличия возрастного состава пациентов при различных видах медицинского облучения от возрастного состава населения в целом, что приводит к переоценке риска за счет медицинского облучения.

3.3. При оценке радиационного риска, связанного с облучением радоном и дочерними продуктами его распада (далее – ДПР), использование номинального коэффициента риска не дает возможности учитывать данные о распространенности курения, которые существенным образом влияют на значения показателей риска для здоровья.

---

[1] Ст.13 Федерального закона от 09.01.96 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».

3.4. При оценке риска от других источников ионизирующих излучений природного происхождения следует принимать во внимание возможность и целесообразность влияния на снижение доз облучения при данном сценарии облучения. Так, на территориях, не подвергавшихся аварийному радиоактивному загрязнению, не следует рассматривать внешнее терригенное облучение на улице в качестве источника опасности, для которого необходимо выполнять оценку риска.

3.5. Оценка радиационных рисков за счет медицинского облучения пациентов.

Расчет риска от медицинского облучения пациентов с коррекцией на возрастную зависимость коэффициентов риска радиогенного рака рекомендуется выполнять в два этапа. На первом этапе по формуле 1 вычисляется коллективный риск у пациентов за счет медицинского облучения:

$$Риск_{МЕД} = 0{,}057 \times (0{,}9 \times E_{Ф}^{колл} + 0{,}8 \times E_{РГ}^{колл} + 0{,}7 \times E_{РС}^{колл} + 0{,}7 \times E_{КТ}^{колл} + E_{РИ}^{колл} + E_{проч.}^{колл}), \text{ где} \quad (1)$$

$Риск_{МЕД}$ – пожизненный коллективный риск возникновения стохастических эффектов за счет медицинского облучения пациентов;

$E_{Ф}^{колл}$, $E_{РГ}^{колл}$, $E_{РС}^{колл}$, $E_{КТ}^{колл}$, $E_{РИ}^{колл}$, $E_{проч.}^{колл}$ – значения коллективных эффективных доз за счет различных медицинских процедур по данным 5 раздела РГПТ, чел.-Зв. Нижние индексы соответствуют следующим видам процедур: «Ф» – флюорографические, «РГ» – рентгенографические, «РС» – рентгеноскопические, «КТ» – компьютерные томографии, «РИ» – радионуклидные исследования, «проч.» – прочие процедуры;

0,057 $Зв^{-1}$ – номинальный коэффициент радиационного риска для когорты «все население», приведенный в НРБ-99/2009;

0,9; 0,8; 0,7 – корректирующие факторы к значениям эффективной дозы при выполнении различных медицинских процедур с целью учета зависимости радиационного риска от пола и возраста пациентов.

На втором этапе вычисляется среднее значение индивидуального пожизненного радиационного риска на жителя субъекта Российской Федерации за счет медицинских процедур путем деления значения $Риск_{МЕД}$ на общее число жителей региона, указанное в РГПТ.

3.6. 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 двум факторам: риск за счет облучения радоном (и

его ДПР) и риск за счет употребления питьевой воды и пищевых продуктов, содержащих природные радионуклиды. Приводить оценку риска для источников, управление которыми невозможно или нецелесообразно (к таковым относятся ^{40}К, внешнее природное облучение и космическое излучение), не рекомендуется.

Значение среднего индивидуального пожизненного риска за счет употребления пищи и питьевой воды, содержащих природные радионуклиды, вычисляется по формуле 2:

$$Риск_{ПиПВ} = K_{НОМ} \times D^{средн.}_{ПиПВ}, \text{ где} \quad (2)$$

$K_{НОМ}$, Зв$^{-1}$ – номинальный коэффициент риска, значение которого, согласно п. 2.3 НРБ-99/2009, равно 0,057.

$D^{средн.}_{ПиПВ}$ – средняя доза природного облучения на жителя от пищи и питьевой воды по данным раздела 6.3 РГПТ, Зв.

Значение пожизненного риска смерти от рака легкого, вызванного облучением радоном и его ДПР в течение одного календарного года, вычисляется по формуле 3:

$$Риск_{Rn} = 8800 \times 8 \times 10^{-10} \left(A^{здания}_{Rn} \times \Omega + A^{улица}_{Rn} \times [1 - \Omega] \right), \text{ где} \quad (3)$$

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

8×10^{-10}, м^3/(Бк×ч) – рекомендованный номинальный коэффициент риска[2];

$A^{здания}_{Rn}$ – объемная активность радона в воздухе помещений, Бк/м^3, которую вычисляют по формуле 4;

$A^{здания}_{Rn}$ – объемная активность радона в воздухе на открытой территории населенных пунктов (принимается равной 10 Бк/м^3 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; в противном случае рассчитывается по формуле 4);

$$A^{здания/улица}_{Rn} = \frac{C^{здания/улица}_{Rn}}{F}, \text{ где} \quad (4)$$

[2] Ж.-Ф. Лекомте, С. Соломон, Дж. Такала, Т. Юнг, Н. Странд, К. Мюрит, С. Киселев, В. Жуо, Ф. Шеннон, А. Янсенс Р541 Радиологическая защита от облучения радоном/ под ред. М.В. Жуковского, И.В. Ярмошенко, С.М. Киселева // Публикация 126 Международной комиссии по радиологической защите.

F – коэффициент равновесия между радоном и его ДПР. При отсутствии инструментальных данных значение F принимается равным 0,5 для зданий и 0,65 для открытой территории населенных пунктов;

Ω – относительное время пребывания человека в помещениях. Для населения Российской Федерации значение Ω принимается равным 0,8. При наличии достоверной информации о существенном отличии этого значения для населения конкретного субъекта Российской Федерации может быть использовано реальное значение коэффициента Ω.

Расчет среднегодового средневзвешенного по числу зданий разных типов значения ЭРОА изотопов радона в субъекте Российской Федерации можно произвести по значению средней дозы от радона по формуле 5:

$$C_{Rn}^{здания} = \frac{E_{Rn} / \left(9,0 \times 10^{-6} \times 8800 \times 1,05\right) - 0,2 \times C_{Rn}^{улица}}{0,8}, \text{ Бк/м}^3 \text{ где} \qquad (5)$$

E_{Rn}, мЗв – средняя на жителя доза облучения населения за счет радона из раздела 6.3 РГПТ;

$9,0 \times 10^{-6}$, мЗв/(ч×Бк/м^3) – дозовый коэффициент, принимаемый в соответствии с МУ 2.6.1.1088—02 «Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения».

8 800, ч/год – стандартное количество часов в году;

1,05 – коэффициент, учитывающий вклад в дозу материнских радионуклидов (^{222}Rn и ^{220}Rn), составляющий примерно 5 % от дозы облучения за счет короткоживущих дочерних продуктов распада радона и торона;

0,8 и 0,2 – доля времени нахождения людей в помещениях и на улице соответственно;

$C_{Rn}^{улица}$ – среднегодовое значение ЭРОА изотопов радона в воздухе на открытой территории населенных пунктов, принимаемое равным 6,5 Бк/м^3.

Подставляя полученное значение в формулу (4), находим средневзвешенную объемную активность радона в воздухе зданий разных типов, которое после подстановки в формулу (3) позволяет рассчитать средний по субъекту пожизненный риск смерти от рака легкого, вызванного облучением радоном и его ДПР в течение одного календарного года.

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

Оценка радиационного риска за счет техногенного облучения приводится 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 производится по формуле:

$$Риск_{ТЕХН} = K_{НОМ} \times D^{колл} / N, \text{ где} \quad (6)$$

$K_{НОМ}$, $Зв^{-1}$ – номинальный коэффициент риска, значение которого, согласно п. 2.3 НРБ-99/2009, принимается равным 0,057 для населения и 0,042 для персонала.

$D^{колл}$ – коллективная доза населения по данным раздела 6.3 РГПТ, чел.-Зв. 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.

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

3.8. Представление результатов оценки.

Результаты количественной оценки радиационных рисков в РГПТ рекомендуется представлять по форме, предложенной в таблице 1. Пример расчетов показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий, представлен в приложении к настоящим методическим рекомендациям.

Таблица 1

Расчет показателей радиационных рисков в РГПТ за счет различных ситуаций облучения

Ситуация облучения и категория облучаемых лиц	Показатель риска, включаемый в РГПТ
Медицинское облучение пациентов	Средний индивидуальный пожизненный риск на одного жителя, полученный в течение года
Природное облучение от пищи и питьевой воды	Средний индивидуальный пожизненный риск у населения от употребления пищи и питьевой воды, содержащих природные радионуклиды
Природное облучение от радона	Средний индивидуальный пожизненный риск у населения от воздействия радона и его ДПР
Техногенное облучение – деятельность предприятий (1 категория лиц)	Средний индивидуальный риск у населения зон наблюдения
Техногенное облучение – радиоактивное загрязнение территорий (2 категория лиц)	Средний индивидуальный пожизненный радиационный риск у населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях
Техногенное облучение – персонал радиационных объектов (3 категория лиц)	Средний индивидуальный риск у персонала групп А и Б

Приложение
к МР 2.6.1.0145—19

Пример расчета показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий

Для вычисления значений радиационных рисков будут использованы следующие данные РГПТ одного из регионов Российской Федерации за один календарный год (таблицы П1, П2, П3, П4 и П5). Число жителей 1 242,6 тыс. чел.

Таблица П1

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	603 120	0,05	**31,154**
Рентгенографические	1 284 605	0,13	**169,401**
Рентгеноскопические	6 711	3,3	**22,15**
Компьютерная томография	33 948	4,6	**156,181**
Радионуклидные исследования	5 286	2,87	**15,196**
Прочие	2 786	6,24	**17,386**
ВСЕГО:	1 936 456	0,21	411,468

*здесь и далее жирным шрифтом выделены значения показателей, использующиеся для расчетов.

Таблица П2

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:	3 161,17	80,53	2,54
– от радона	1 205,32	30,71	**0,97**
– от пищи и питьевой воды	223,67	5,7	**0,18**

Таблица П3

Численность и годовые эффективные дозы населения, проживающего в зонах наблюдения

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

Таблица П4

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**

Таблица П5

Годовые дозы облучения персонала

Группа персонала	Численность, чел.	0—1 мЗв/год	1—2 мЗв/год	2—5 мЗв/год	5—12,5 мЗв/год	12,5—20 мЗв/год	20—50 мЗв/год	>50 мЗв/год	Средняя индивидуальная доза, мЗв/год	Коллективная доза, чел.-Зв/год
Группа А	**939**	594	323	22					0,88	**0,8**
Группа Б	**19**	18		1					0,53	**0**

Расчет риска от медицинского облучения пациентов

Подставляя в формулу 1 значения из п. 5, получают:

$$Риск_{МЕД} = 0{,}057 \times (0{,}9 \times 31{,}154 + 0{,}8 \times 169{,}401 + 0{,}7 \times 22{,}15 + \\ + 0{,}7 \times 156{,}181 + 15{,}196 + 17{,}386) \approx 18{,}3$$

С учетом численности населения, составляющего 1 242,6 тыс. чел. за отчетный год, получают, что значение среднего индивидуального

риска на одного жителя субъекта Российской Федерации составило приблизительно:

$$18{,}3 / 1\,242\,600 \approx 1{,}47 \times 10^{-5}.$$

Расчет риска за счет природного облучения

По формуле 3 вычисляем значение дополнительного риска, связанного с внешним облучением за счет проживания в домах.

Значение $Риск_{ПиПВ}$ получают, умножая значение номинального коэффициента риска на Среднюю дозу на жителя от пищи и питьевой воды из раздела 6.3 (для перевода 0,18 мЗв в Зв делим значение на 1000):

$$Риск_{ПиПВ} = 0{,}057 \times 0{,}18/1000 \approx 1{,}03 \times 10^{-5}$$

Далее вычисляют значения $Риск_{Rn}$ по формуле 2. Для этого вычисляют $A_{Rn}^{здания}$ по формулам 3 и 4:

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

$$A_{Rn}^{средн.здания} = \frac{12{,}96}{0{,}5} = 25{,}92$$

Подставляя полученные значения $A_{Rn}^{здания}$ в формулу 2, получают следующие значения $Риск_{Rn}$:

$$Риск_{Rn} = 8800 \times 8 \times 10^{-10} \times (25{,}92 \times 0{,}8 + 10 \times [1 - 0{,}8]) \approx 1{,}6 \times 10^{-4}$$

Расчет риска за счет техногенного облучения по формуле 6

Средний индивидуальный пожизненный риск для населения зон наблюдения составит:

$$Риск_{ТЕХН}^{Нас.ЗН} = 0{,}057 \times 0{,}04 \div 0{,}53 \times 1000 \approx 4{,}3 \times 10^{-6}$$

Средний индивидуальный пожизненный риск для населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях, составит:

$$Риск_{ТЕХН}^{Нас.Загр.терр.} = 0{,}057 \times 345{,}1 \div \left(324{,}5 \times 1000\right) \approx 6{,}06 \times 10^{-5}$$

Средний индивидуальный пожизненный риск для персонала радиационных объектов составит:

$$Риск_{ТЕХН}^{Перс.} = 0{,}042 \times \left(0{,}8 + 0\right) \div \left(939 + 19\right) \approx 3{,}51 \times 10^{-5}$$

Таким образом, в п. 12 РГПТ рекомендуется внести следующие значения радиационных рисков (таблица П6).

Таблица П6

Радиационные риски за счет различных ситуаций облучения в отчетном году

Ситуация облучения и категория облучаемых лиц	Показатель риска	Значение показателя риска
Медицинское облучение пациентов	Средний риск на условную медицинскую процедуру	$1{,}47 \times 10^{-5}$
Природное облучение от пищи и питьевой воды	Средний индивидуальный пожизненный риск у населения от употребления пищи и питьевой воды, содержащих природные радионуклиды	$1{,}03 \times 10^{-5}$
Природное облучение от радона	Средний индивидуальный пожизненный риск у населения от воздействия радона	$1{,}6 \times 10^{-4}$
Техногенное облучение – деятельность предприятий	Средний индивидуальный риск у населения зон наблюдения	$4{,}3 \times 10^{-6}$
Техногенное облучение – радиоактивное загрязнение территорий	Средний индивидуальный риск у населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях	$6{,}06 \times 10^{-5}$
Техногенное облучение – персонал радиационных объектов	Средний индивидуальный риск у персонала групп А и Б	$3{,}51 \times 10^{-5}$

Расчет показателей радиационного риска по данным, содержащимся в радиационно-гигиенических паспортах территорий, для обеспечения комплексной сравнительной оценки состояния радиационной безопасности населения субъектов Российской Федерациии

Методические рекомендации
МР 2.6.1.0145—19

Компьютерная верстка Е. В. Ломановой

Подписано в печать 25.12.19

Формат 60x84/16

Печ. л. 1,0

Тираж 100 экз.

Заказ 24

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18, стр. 5, 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
ФБУЗ ФЦГиЭ Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а

Реализация печатных изданий, тел./факс: 8 (495) 633-86-59

gost.e-ecolog.ru