2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения

Методические указания
МУ 2.6.1.1088—02

gost.e-ecolog.ru

ББК 51.26
О93

О93 **Оценка** индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения: Методические указания —М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002.—22 с.

ISBN 5—7508—0392—9

1. Настоящие методические указания разработаны авторским коллективом: Стамат И. П., Барковский А. Н., Крисюк Э. М. (Федеральный радиологический Центр при Санкт-Петербургском НИИ радиационной гигиены), Иванов С. И., Перминова Г. С., Липатова О. В. (Департамент госсанэпиднадзора Минздрава России).

2. Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 4 января 2002 года. Введены в действие 1 марта 2002 года.

3. Введены впервые.

ББК 51.26

ISBN 5—7508—0392—9

© Минздрав России, 2002
© Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002

УТВЕРЖДАЮ
Главный государственный
санитарный врач Российской
Федерации – Первый заместитель
Министра здравоохранения
Российской Федерации

Г. Г. Онищенко
4 января 2002 г.
МУ 2.6.1.1088—02
Дата введения: 1 марта 2002 г.

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения

Методические указания

1. Область применения

1.1. Настоящие методические указания предназначены для определения индивидуальных годовых эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения в коммунальной сфере для заполнения формы государственного статистического наблюдения «№ 4-ДОЗ».

Для населения, проживающего на территориях с техногенно измененным радиационным фоном, вклад радиоактивного загрязнения территории в суммарные дозы облучения населения должен определяться в соответствии с требованиями специальных методических указаний.

1.2. Требованиями настоящих методических указаний следует руководствоваться организациям и предприятиям любой ведомственной принадлежности и формы собственности, выполняющим измерения уровней облучения населения природными источниками излучения

1.3. Настоящими методическими указаниями должны руководствоваться органы государственной санитарно-эпидемиологичес-

кой службы в субъектах Российской Федерации, осуществляющие сбор первичной измерительной информации об уровнях облучения населения природными источниками излучения, их обработку, внесение в форму «№ 4-ДОЗ» и передачу в Федеральный банк данных.

2. Термины и определения

В дополнение к принятым в НРБ-99 и ОСПОРБ-99 в настоящих методических указаниях использованы следующие термины и определения:

2.1. ***Параметры радиационной обстановки*** – комплекс факторов, определяющих эффективные дозы облучения населения в условиях проживания.

2.2. ***Природные радионуклиды*** – радиоактивные элементы рядов урана-238 (^{238}U) и тория-232 (^{232}Th) и калий-40 (^{40}K).

2.3. ***Природные источники излучения*** – источники излучения, происхождение которых связано с присутствием природных радионуклидов в объектах среды обитания и окружающей среды, а также космическое излучение.

2.4. ***Техногенно измененный радиационный фон*** – изменение параметров радиационной обстановки в результате аварий прошлых лет

2.5. ***Изотопы радона*** – ^{222}Rn (радон) и ^{220}Rn – торон.

2.6. ***Короткоживущие дочерние продукты радона (ДПР) и торона (ДПТ)*** – изотопы RaA (^{218}Po), RaB (^{214}Pb), RaC (^{214}Bi) и ThB (^{212}Pb), ThC (^{212}Bi), соответственно.

2.7. ***Эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) изотопов радона*** $A_{экв} = A_{экв\,Rn} + 4{,}6 \cdot A_{экв\,Tn}$ – взвешенная сумма объемных активностей смеси ДПР и ДПТ в воздухе, которая создает такую же эффективную дозу внутреннего облучения, что и смесь ДПР и ДПТ, находящихся в радиоактивном равновесии с материнскими равновесия с материнскими радионуклидами ^{222}Rn и ^{220}Rn.

2.8. ***Среднегодовое значение ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений*** ($\overline{A}_{экв}$) – среднее за год значение ЭРОА изотопов радона Наилучшим приближением к действительному среднегодовому значению ЭРОА является его среднее значение по данным двух интегральных измерений с экспозицией не менее двух месяцев, выполненных в холодный и теплый периоды года.

2.9. ***Мощность дозы гамма-излучения в помещении*** – мощность дозы гамма-излучения, измеренная в центре помещения на высоте 1 м от пола. При условии отсутствия в ограждающих конструкциях помещения радиационных аномалий она характеризует среднее значение мощности дозы гамма-излучения в помещении.

2.10. ***Мощность дозы гамма-излучения на открытой местности*** – мощность дозы гамма-излучения на высоте 1 м от поверхности земли на достаточном удалении от радиационных аномалий и зданий.

3. Нормативные ссылки

В настоящих методических указаниях использованы ссылки на следующие законодательные и нормативные документы:

- Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 09.01.96.
- Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.99.
- Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758—99.
- Приказ МЗ РФ № 219 от 24.07.97. «О создании единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан».

4. Общие положения

4.1. Наибольший вклад в дозу облучения населения вносят природные источники ионизирующих излучений – обычно от 50 до более чем 90 % суммарной годовой эффективной дозы облучения.

При этом основная доля в структуре облучения населения приходится на внутреннее облучение за счет ингаляции изотопов радона (^{222}Rn – радон и ^{220}Rn – торон) и их короткоживущих дочерних продуктов (ДПР и ДПТ), содержащихся в воздухе жилых и общественных зданий и производственных помещений, а также в приземном слое атмосферы на территории населенных пунктов.

Следующим по значимости в облучении населения, как правило, является гамма-излучение природных радионуклидов, содержащихся в строительных материалах и конструкциях зданий, а также рассеянных в окружающей среде.

В некоторых случаях существенным может быть внутреннее облучение населения за счет перорального поступления долгоживущих природных радионуклидов, содержащихся в воде источников питьевого водоснабжения и продуктах питания, а также ингаляционного поступления аэрозолей долгоживущих природных радионуклидов из атмосферного воздуха.

4.2. Перечисленные природные источники излучения в основном и определяют радиационную обстановку на территории населенного пункта (района и т. д.).

Уровни облучения населения изотопами радона, а также гамма-излучением природных радионуклидов определяют радиационную обстановку в жилых, общественных и других зданиях, в которых люди проводят большую часть времени (по оценке НКДАР ООН – около 80 %).

4.3. Достаточно надежная информация об уровнях облучения населения может быть получена по результатам обследования репрезентативной выборки жилых и общественных зданий, организацию и проведение которого следует осуществлять в соответствии с методическими рекомендациями «Выборочное обследование жилых зданий для оценки доз облучения населения.—М.: Минздрав России. Утв. 29.08.00 № 11-2/206—09» [1].

Рекомендации по формированию представительной выборки объектов обследования для получения репрезентативных данных об уровнях облучения населения природными источниками излучения приведены в [1].

4.4. Настоящие методические указания устанавливают требования к определению индивидуальных годовых эффективных доз облучения взрослого населения, включая также и критические группы населения*, за счет всех основных природных источников ионизирующего излучения в коммунальной сфере.

Дозы облучения природными источниками излучений работников предприятий и организаций, включая и персонал, в производственных условиях определяются другими документами.

4.5. Для населения, проживающего на территории с техногенно измененным радиационным фоном, вклад радиоактивного загрязнения территории в суммарные дозы облучения населения должен определяться в соответствии с требованиями специальных методических указаний**.

---

* Для облучения природными источниками излучения людей характерным является более или менее равномерное облучение в течение всей жизни. При стандартной продолжительности жизни 70 лет, оценка средней годовой эффективной дозы внутреннего облучения взрослых людей, полученная на основе дозовых коэффициентов для взрослых, и рассчитанная с учетом изменения численных значений этих коэффициентов с возрастом человека, отличаются незначительно даже в предположении одинакового потребления продуктов питания и питьевой воды. С учетом возрастных изменений потребления продуктов питания и питьевой воды, эта разница оказывается существенно меньше.

** Далее в методических указаниях, если это не требуется по контексту, под эффективными дозами облучения населения понимается суммарная доза облучения за счет всех природных источников излучения.

Для населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, дозы облучения за счет техногенного загрязнения территории следует определять в соответствии с МУ 2.6.1.784—99 «Зонирование населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения» [2].

Для населенных пунктов, оказавшихся в зоне влияния ПО «Маяк», дозы облучения за счет техногенного загрязнения территории следует определять в соответствии с МУ 2.6.016—93 «Определение годовой эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии в 1957 г. на ПО «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча» [3].

4.6. Эффективная доза – это величина, которая используется как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности.

Исходные данные для расчета индивидуальных годовых эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения должны включать:

- Данные о среднегодовых значениях эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона в воздухе жилых и общественных зданий, а также в атмосферном воздухе на территории населенного пункта (района и т. п.).
- Данные о средних значениях мощности дозы гамма-излучения в жилых и общественных зданиях, а также на территории населенного пункта (района и т. п.).
- Информацию о содержании природных радионуклидов в воде источников питьевого водоснабжения населения.
- Данные об основных компонентах рациона питания населения, годовом потреблении продуктов питания и значениях удельной активности природных радионуклидов в них.
- Данные о среднегодовом содержании пыли (аэрозолей) в приземном слое атмосферного воздуха и удельной активности долгоживущих природных радионуклидов в пыли.

4.7. По характеру получаемой измерительной информации при выборочном обследовании уровней облучения населения природными источниками излучений индивидуальные годовые эффективные дозы облучения населения являются «среднегрупповыми индивиду-

альными дозами» группы граждан (средние по населенному пункту, критической группе населения и т. д.), имеющей сходные условия облучения, производственные и/или территориальные признаки.

Однако в соответствии с Инструкцией по заполнению Формы № 4-ДОЗ «Форма государственного статистического наблюдения № 4-ДОЗ. Инструкция по заполнению.—М.: Минздрав России. Утв. 28.11.01 № 11-2/283-09» [3], первичная измерительная информация, включающая данные об объектах контроля и уровнях радиационных факторов, при необходимости, позволяет получить оценку индивидуальных (персональных) годовых эффективных доз облучения населения (конкретного человека, критической группы и т. п.).

5. Определение индивидуальных эффективных доз внешнего облучения населения

5.1. Значение индивидуальной годовой эффективной дозы внешнего облучения взрослых жителей населенного пункта (района и т. п.) определяется по результатам измерений мощности дозы гамма-излучения в жилых и общественных зданиях и на открытой местности на территории населенного пункта (района и т. п.) и рассчитывается по формуле:

$$\overline{E}^{внешн.} = d \cdot 8800 \cdot 10^{-3} \cdot (0{,}2 \cdot \overline{H}_{ул.} + 0{,}8 \cdot \overline{H}_{здан.}) = \\ = d \cdot 1{,}760 \cdot (\overline{H}_{ул.} + 4 \cdot \overline{H}_{здан.}), \text{мЗв/год}, \quad (1)$$

в которой приняты следующие обозначения:

8800 – стандартное число часов в году;

10^{-3} – коэффициент перевода мкЗв в мЗв;

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

$\overline{H}_i$ – среднее значение мощности дозы гамма-излучения на открытой территории населенного пункта (индекс «*ул.*») и в жилых и общественных зданиях (индекс «*здан.*») соответственно;

d – дозовый коэффициент, численное значение которого принимается равным:

---

* При наличии достоверной информации о существенном отличии этого соотношения для населения конкретной территории, коэффициенты 0,8 и 0,2 могут быть заменены на их реальные значения.

1,0 мЗв/мкЗв, если H_i – мощность эквивалентной (амбиентной) дозы гамма-излучения, выраженная в мкЗв/час;

0,7 мЗв/мкГр, если H_i – мощность поглощенной дозы гамма-излучения, выраженная в мкГр/час;

0,0061 мЗв/мкР, если H_i –мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, выраженная в мкР/час.*

5.2. При оценке доз внешнего облучения по формуле (1) для населения, проживающего на территории с техногенно измененным радиационным фоном, вклад техногенного загрязнения учитывается автоматически в показаниях дозиметров H_I.

5.3. Для расчетов эффективных доз внешнего облучения жителей мощность дозы гамма-излучения (H_i) в помещениях и на открытой территории должна определяться с учетом уровня собственного фона дозиметра ($H_ф$) и отклика его на космическое излучение ($H_к$) по формуле:

$$H_i = H_I - (H_ф + H_к), \text{ где} \qquad (2)$$

H_I – показания дозиметра в точке измерений.

Численное значение параметра ($H_ф$ + $H_к$) определяется для каждого дозиметра индивидуально путем многократных измерений, выполненных над водной поверхностью при глубине воды не менее 5 м на расстоянии от берега 50 м или более.

5.4. При оценке доз внешнего облучения населения, проживающего на территории с техногенно измененным радиационным фоном в результате аварий прошлых лет или иным причинам, в показания дозиметров может вносить вклад излучение искусственных радионуклидов. При оценке доз внешнего облучения населения на этих территориях этот вклад, определяемый по специальным методическим указаниям, должен быть вычтен из показаний дозиметров. Это необходимо делать в тех случаях, когда вклад искусственных радионуклидов во внешнее облучение населения превышает 10 % от эффективных доз внешнего облучения населения природными источниками.

5.5. К расчетному значению дозы внешнего облучения, полученной по формуле (1), необходимо добавить составляющую космического излучения, вклад которого в эффективную дозу внешнего облучения населения составляет 0,40 мЗв/год (принимается одинаковой для всех регионов страны).

---

* Численные значения этих коэффициентов рассчитаны для спектров гамма-излучения природных радионуклидов для случая изотропного облучения людей.

6. Определение индивидуальных эффективных доз внутреннего облучения населения за счет изотопов радона и их короткоживущих дочерних продуктов в воздухе

6.1. Значение индивидуальной годовой эффективной дозы внутреннего облучения взрослых жителей населенного пункта (района и т. п.) за счет короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона в воздухе рассчитывается по данным измерений ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений и атмосферном воздухе на территории населенного пункта (района и т. п.) по формуле:

$$E^{вн.Rn} = 9{,}0 \cdot 10^{-6} \cdot 8800 \cdot (0{,}2 \cdot \overline{A}_{экв.ул.} + 0{,}8 \cdot \overline{A}_{экв.здан.}) = \\ = 0{,}01584 \cdot (\overline{A}_{экв.ул.} + 4 \cdot \overline{A}_{экв.здан.}), \text{ мЗв/год} \qquad (3)$$

в которой приняты следующие обозначения:

$9{,}0 \cdot 10^{-6}$ – дозовый коэффициент [в единицах *мЗв/(час·Бк/м³)*], принимаемый в соответствии с докладом НК ДАР ООН за 2000 г. [4].

$\overline{A}_{экв.i}$ – среднее значение ЭРОА изотопов радона в воздухе на открытой территории населенного пункта (индекс «*ул.*») и жилых и общественных зданиях (*«здан.»*) соответственно.

Остальные обозначения в (3) те же, что и в формуле (1).

6.2. Значение $E^{вн.Rn}$, полученное по формуле (3), характеризует эффективную дозу внутреннего облучения населения за счет ингаляции короткоживущих дочерних продуктов изотопов радона.

Материнские радионуклиды, – ^{220}Rn и ^{222}Rn вносят дополнительный вклад в эту дозу, составляющую примерно 5 % от дозы облучения за счет короткоживущих дочерних продуктов радона и торона. Этот вклад при расчете доз облучения населения за счет изотопов радона в воздухе помещений следует учитывать введением численного коэффициента 1,05 в формуле (8).

6.3. Если для атмосферного воздуха на территории данного населенного пункта (района и т. п.) данные о значениях $\overline{A}_{экв.ул.}$ отсутствуют, то для расчетов доз облучения населения за счет этого фактора следует принимать $\overline{A}_{экв.ул.} = 6{,}5$ Бк/м³ в соответствии с данными [4] о среднемировых значениях ЭРОА изотопов радона в приземном слое атмосферного воздуха.

6.4. Среднегодовое значение ЭРОА изотопов радона в воздухе рассчитывается по формуле:

$$A_{экв} = A_{экв.Rn} + 4{,}6 \cdot A_{экв.Tn}, \qquad (4)$$

в которой $A_{экв.Rn}$ и $A_{экв.Tn}$ – среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность радона и торона в воздухе соответственно.

6.5. Требования по определению среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений приведены в [1].

7. Определение индивидуальных эффективных доз внутреннего облучения населения за счет долгоживущих природных радионуклидов в продуктах питания и питьевой воде

7.1. Значение индивидуальной годовой эффективной дозы внутреннего облучения жителей за счет долгоживущих природных радионуклидов в продуктах питания и питьевой воде зависит от годового рациона питания населения и водопотребления, содержания природных радионуклидов в компонентах рациона питания и воде источников питьевого водоснабжения.

7.2. Среднее значение индивидуальной годовой эффективной дозы внутреннего облучения взрослых жителей за счет долгоживущих природных радионуклидов в продуктах питания ($\overline{E}_{вн.,пп}$) рассчитывается по формуле:

$$\overline{E}_{вн.,пп} = \sum_{i,j} d_{p,i} \cdot m_i \cdot \overline{C}_{i,j}, \text{ мЗв/год}, \qquad (5)$$

в которой приняты следующие обозначения:

m_i – среднее годовое потребление i-го продукта, кг/год;

$\overline{C}_{i,j}$ – средняя удельная активность j-го радионуклида в i-ом компоненте рациона питания жителей населенного пункта (района и т. п.), Бк/кг;

d_{pi} – дозовый коэффициент для i-го радионуклида при его пероральном поступлении в организм с продуктами питания.

Численные значения дозовых коэффициентов для основных радионуклидов рядов урана и тория приведены в прилож. 1.

7.3. Среднее значение индивидуальной годовой эффективной дозы внутреннего облучения взрослых жителей за счет долгоживущих природных радионуклидов в питьевой воде ($\overline{E}_{вн.,пв}$) рассчитывается по формуле*:

$$\overline{E}_{вн.,пв} = \sum_{i} d_{p,i} \cdot m_{пв} \cdot \overline{C}_i, \text{ мЗв/год}, \qquad (6)$$

* По формуле (6) рассчитывается вклад всех природных радионуклидов в облучение населения за счет питьевой воды, кроме ^{222}Rn. Критическим путем облучения населения за счет радона, содержащегося в питьевой воде, является переход его в воздух помещений и последующее ингаляционное поступление дочерних продуктов радона в организм. Поэтому вклад радона учитывается при определении уровней облучения населения за счет изотопов радона в воздухе помещений.

в которой приняты следующие обозначения:

$m_{пв}$ – среднее годовое потребление питьевой воды, кг/год;

$\overline{C}_i$ – среднее значение удельной активности i-го радионуклида в воде источников питьевого водоснабжения жителей населенного пункта (района и т. п.), Бк/кг;

$d_{p,i}$ – дозовые коэффициенты, численные значения которых принимаются в соответствии с данными в прилож. 1.

7.4. При наличии достоверной информации об основных компонентах рациона питания населения и годовом потреблении продуктов питания и питьевой воды, средние значения индивидуальной годовой эффективной дозы внутреннего облучения взрослых жителей за счет долгоживущих природных радионуклидов следует определять по формулам пп. 7.2—7.3.

При отсутствии данных о рационе питания и годовом потреблении продуктов питания и питьевой воды, расчеты допускается проводить исходя из данных по стандартному рациону питания, характерному для населения региона, и годовому потреблению питьевой воды 730 кг/год.

7.5. Среднемировое значение эффективной дозы облучения за счет поступления долгоживущих природных радионуклидов уранового и ториевого рядов с продуктами питания и питьевой водой составляет 0,12 мЗв/год.

Этой дозе облучения соответствует среднемировой рацион питания и содержание радионуклидов по табл. 1 [4].

Таблица 1

Среднемировые значения содержания природных радионуклидов в основных компонентах рациона питания, мБк/кг

Продукт (потребление, кг/год)	$^{238}U+^{234}U$	^{226}Ra	^{228}Ra	^{210}Pb	^{210}Po
Молоко (105)	1	5	5	40	60
Мясо (50)	2	15	10	80	60
Хлеб (140)	20	80	60	100	100
Листовые овощи (60)	20	50	40	30	30
Корнеплоды, фрукты (170)	3	30	–	25	30
Рыба (15)	30	100	10	200	2000
Вода (500)*	1	0,5	0,5	10	5
Примечание: **При годовом потреблении питьевой воды 730 кг/год доза внутреннего облучения людей по п. 7.6 составит 0,125 мЗв/год.*					

7.6. К дозе внутреннего облучения радионуклидами уранового и ториевого семейств за счет содержания их в продуктах питания и питьевой воде необходимо прибавить вклад в эффективную дозу внутреннего облучения за счет ^{40}К, который составляет в среднем 0,17 мЗв/год.

7.7. Для населения, проживающего на территории с техногенно измененным радиационным фоном, эффективная доза внутреннего облучения за счет техногенных радионуклидов в продуктах питания и питьевой воде должна определяться в соответствии с указаниями [2].

8. Определение индивидуальных эффективных доз внутреннего облучения населения за счет долгоживущих природных радионуклидов в атмосферном воздухе

8.1. Эффективная доза внутреннего облучения населения за счет ингаляционного поступления природных радионуклидов с пылью определяется среднегодовым содержанием пыли в приземном слое атмосферного воздуха и удельной активностью радионуклидов в пыли.

8.2. Среднемировое значение годовой эффективной дозы внутреннего облучения населения за счет этого фактора достаточно мало и составляет 0,006 мЗв/год при среднегодовом содержании пыли в атмосферном воздухе около 50 мкг/м^3.

8.3. При наличии информации о том, что в данном населенном пункте эта доза может существенно превышать среднемировое значение и достоверной информации о запыленности воздуха на территории населенного пункта (района и т. п.), средние значения индивидуальной годовой эффективной дозы внутреннего облучения взрослых жителей за счет ингаляции долгоживущих природных радионуклидов следует рассчитывать по формуле:

$$\overline{E}_{ин.,инг.} = 1{,}2 \cdot 0{,}2 \cdot 8800 \cdot \overline{f} \cdot \sum_j d_{inh,j} \cdot \overline{C}_j \text{, мЗв/год,} \qquad (7)$$

в которой приняты следующие обозначения:

1,2 – стандартный объем дыхания для взрослого человека, м^3/час;

0,2 и 8800 – то же, что и в формулах (1) и (3);

$\overline{C}_j$ – удельная активность j-го радионуклида в пыли, содержащейся в приземном слое атмосферного воздуха, кБк/кг;

$\overline{f}$ – средняя запыленность воздуха на территории населенного пункта (района и т. п.), мг/м^3;

$d_{inh,j}$ – дозовый коэффициент для j-го радионуклида, Зв/Бк.

8.4. Численные значения дозовых коэффициентов для основных радионуклидов рядов ^{238}U и ^{232}Th, дающих существенный вклад в дозу внутреннего облучения населения при их ингаляционном поступлении в организм взрослого населения, приведены в прилож. 2

При неизвестном типе соединения радионуклида в воздухе для расчета доз внутреннего облучения следует принимать максимальные значения дозовых коэффициентов по прилож. 2.

8.5. При оценке эффективных доз внутреннего облучения критической группы населения при ингаляционном поступлении долгоживущих природных радионуклидов в организм, дозовые коэффициенты принимаются в соответствии с данными прилож. 3

9. Определение суммарной индивидуальной годовой эффективной дозы облучения населения за счет всех природных источников ионизирующего излучения

9.1. Среднее значение суммарной индивидуальной годовой эффективной дозы облучения взрослых жителей населенного пункта (района и т. п.) за счет всех природных источников ионизирующего излучения определяется суммой всех ее составляющих:

$$\overline{E}_{пр.} = 0{,}57 + \overline{E}^{внешн.} + 1{,}05 \cdot \overline{E}^{вн.,\,Rn} + \overline{E}_{вн.,\,пп} + \overline{E}_{вн.,\,пв} + \overline{E}_{вн.,\,инг.}\ , \text{мЗв/год}, \quad (8)$$

в которой численный коэффициент 1,05 введен для учета вклада в дозу облучения населения материнских радионуклидов, – ^{220}Rn и ^{222}Rn в воздухе помещений.

Слагаемое 0,57 в формуле (8) учитывает вклад в эффективные дозы облучения населения ионизирующей компоненты космического излучения (0,40 мЗв/год) и внутреннее облучение за счет ^{40}K (0,17 мЗв/год).

9.2. Наряду с суммарными дозами облучения населения за счет природных источников излучения важнейшей характеристикой является относительный вклад в нее отдельных составляющих, информация о котором является основой для планирования оптимальных мероприятий по снижению уровней облучения населения.

10. Библиографические данные

1. Выборочное обследование жилых зданий для оценки доз облучения населения. Методические рекомендации.—М.: Минздрав России. Утв. 29.08.00 № 11—2/206—09.

2. Зонирование населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, по критерию годовой дозы облучения населения. МУ 2.6.1.784—99

3. Определение годовой эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии в 1957 г. на ПО «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча. МУ 2.6.016—93.

4. Форма государственного статистического наблюдения № 4-ДОЗ. Инструкция по заполнению.—М.: Минздрав России. Утв. 28.11.01 № 11-2/283-09.

5. Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR Report to the General Assembly, VI: Sources.—UN, NY, 2000.—654 p.

6. Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения.—Вена: МАГАТЭ, 1997.

7. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758—99: Минздрав России, 1999.

Приложение 1

Дозовые коэффициенты для отдельных радионуклидов рядов урана и тория при их пероральном поступлении в организм взрослых жителей [5]

Таблица П 1.1

Дозовые коэффициенты для основных* радионуклидов ряда ^{238}U

Радионуклид	Период полураспада	Тип распада	Дозовый коэффициент при пероральном поступлении, Зв/Бк
^{238}U	$4,77 \cdot 10^9$ лет	α	$4,5 \cdot 10^{-8}$
^{234}Th	24,10 дней	β	$3,4 \cdot 10^{9}$
^{234}U	$2,45 \cdot 10^5$ лет	α	$4,9 \cdot 10^{-8}$
^{230}Th	$7,70 \cdot 10^4$ лет	α	$2,1 \cdot 10^{-7}$
^{226}Ra	1600 лет	α	$2,8 \cdot 10^{-7}$
^{210}Pb	22,3 года	β	$6,9 \cdot 10^{-7}$
^{210}Bi	5,013 дня	β	$1,3 \cdot 10^{-9}$
^{210}Po	138,4 дня	α	$1,2 \cdot 10^{-6}$
Сумма			$\mathbf{2,48 \cdot 10^{-6}}$

Таблица П 1.2

Дозовые коэффициенты для основных радионуклидов ряда ^{232}Th

Радионуклид	Период полураспада	Тип распада	Дозовый коэффициент при пероральном поступлении, Зв/Бк
^{232}Th	$1,405 \cdot 10^{10}$ лет	α	$2,3 \cdot 10^{-7}$
^{228}Ra	5,75 лет	β	$6,9 \cdot 10^{-7}$
^{228}Th	1,913 лет	α	$7,2 \cdot 10^{-8}$
^{224}Ra	3,66 дней	α	$6,5 \cdot 10^{-8}$
Сумма			$\mathbf{1,06 \cdot 10^{-6}}$

* Численные значения дозовых коэффициентов для остальных радионуклидов семейства меньше минимального из приведенных в таблице в 10 и более раз.

Приложение 1а

Дозовые коэффициенты для отдельных радионуклидов рядов урана и тория при их пероральном поступлении в организм критической группы населения [6]

Таблица П 1.1а

Дозовые коэффициенты для основных* радионуклидов ряда ^{238}U

Радионуклид	Критическая группа*	Дозовый коэффициент при пероральном поступлении, Зв/Бк
^{238}U	2	$1,2 \cdot 10^{-7}$
^{234}Th	2	$2,5 \cdot 10^{-8}$
^{234}U	2	$1,3 \cdot 10^{-7}$
^{230}Th	2	$4,1 \cdot 10^{-7}$
^{226}Ra	5	$1,5 \cdot 10^{-6}$
^{210}Pb	2	$3,6 \cdot 10^{-6}$
^{210}Bi	2	$9,7 \cdot 10^{-9}$
^{210}Po	2	$8,8 \cdot 10^{-6}$
Примечание.* *Критические группы приняты в соответствие с НРБ-99.*		

Таблица П1.2а

Дозовые коэффициенты для основных радионуклидов ряда ^{232}Th

Радионуклид	Критическая группа*	Дозовый коэффициент при пероральном поступлении, Зв/Бк
^{232}Th	2	$4,5 \cdot 10^{-7}$
^{228}Ra	5	$5,3 \cdot 10^{-6}$
^{228}Th	2	$3,7 \cdot 10^{-7}$
^{224}Ra	2	$6,6 \cdot 10^{-7}$
Примечание.* *Критические группы приняты в соответствие с НРБ-99.*		

* Численные значения дозовых коэффициентов для остальных радионуклидов семейства меньше минимального из приведенных в таблице в 10 и более раз.

Приложение 2

Дозовые коэффициенты для радионуклидов рядов урана и тория при их ингаляционном поступлении в организм взрослых жителей [6]

Таблица П 2.1

Дозовые коэффициенты для отдельных радионуклидов ряда ^{238}U

Радионуклид	Период полураспада	Тип распада	Дозовый коэффициент при ингаляционном поступлении, Зв/Бк	
			Тип соединения – П	Максимальный
^{238}U	$4{,}77 \cdot 10^{9}$ лет	α	$2{,}9 \cdot 10^{-6}$	$8{,}0 \cdot 10^{-6}$
^{234}Th	24,10 дней	β	$6{,}6 \cdot 10^{-9}$	$7{,}7 \cdot 10^{-9}$
^{234}Pa	1,17 мин	β	$3{,}8 \cdot 10^{-10}$	$4{,}0 \cdot 10^{-10}$
^{234}U	$2{,}45 \cdot 10^{5}$ лет	α	$3{,}5 \cdot 10^{-6}$	$9{,}4 \cdot 10^{-6}$
^{230}Th	$7{,}70 \cdot 10^{4}$ лет	α	$4{,}3 \cdot 10^{-5}$	$1{,}0 \cdot 10^{-4}$
^{226}Ra	1600 лет	α	$3{,}5 \cdot 10^{-6}$	$9{,}5 \cdot 10^{-6}$
^{214}Pb	26,8 мин	β	$1{,}4 \cdot 10^{-8}$	$1{,}5 \cdot 10^{-8}$
^{214}Bi	19,9 мин	β	$1{,}4 \cdot 10^{-8}$	$1{,}4 \cdot 10^{-8}$
^{210}Pb	22,3 года	β	$1{,}1 \cdot 10^{-6}$	$5{,}6 \cdot 10^{-6}$
^{210}Bi	5,013 дня	β	$9{,}3 \cdot 10^{-8}$	$9{,}3 \cdot 10^{-8}$
^{210}Po	138,4 дня	α	$3{,}3 \cdot 10^{-6}$	$4{,}3 \cdot 10^{-6}$
Сумма			$\mathbf{5{,}74 \cdot 10^{-5}}$	$\mathbf{13{,}70 \cdot 10^{-5}}$

Таблица П 2.2

Дозовые коэффициенты для отдельных радионуклидов ряда ^{232}Th

Радионуклид	Период полураспада	Тип распада	Дозовый коэффициент при ингаляционном поступлении, Зв/Бк	
			Тип соединения – П	**Максимальный**
^{232}Th	$1{,}405 \cdot 10^{10}$ лет	α	$4{,}5 \cdot 10^{-5}$	$4{,}5 \cdot 10^{-5}$
^{228}Ra	5,75 лет	β	$2{,}6 \cdot 10^{-6}$	$1{,}6 \cdot 10^{-5}$
^{228}Ac	6,15 час	β	$1{,}7 \cdot 10^{-8}$	$1{,}7 \cdot 10^{-8}$
^{228}Th	1,913 лет	α	$3{,}2 \cdot 10^{-5}$	$4{,}0 \cdot 10^{-5}$
^{224}Ra	3,66 дней	α	$3{,}0 \cdot 10^{-6}$	$3{,}4 \cdot 10^{-6}$
^{212}Pb	10,64 час	β	$1{,}7 \cdot 10^{-7}$	$1{,}9 \cdot 10^{-7}$
^{212}Bi	60,55 мин	α(36 %);β(64 %)	$3{,}1 \cdot 10^{-8}$	$3{,}1 \cdot 10^{-8}$
Сумма			$\mathbf{8{,}28 \cdot 10^{-5}}$	$\mathbf{10{,}46 \cdot 10^{-5}}$

Приложение 3
(справочное)

Дозовые коэффициенты для радионуклидов рядов урана и тория при их ингаляционном поступлении в организм критической группы [6]

Таблица П 3.1

Дозовые коэффициенты для отдельных радионуклидов ряда ^{238}U

Радионуклид	Критическая группа*	Дозовый коэффициент при ингаляционном поступлении, Зв/Бк
^{238}U	5	$3,4 \cdot 10^{-6}$
^{234}Th	5	$9,1 \cdot 10^{-9}$
^{234}Pa	4	$6,8 \cdot 10^{-10}$
^{234}U	5	$4,2 \cdot 10^{-6}$
^{230}Th	6	$4,3 \cdot 10^{-5}$
^{226}Ra	5	$4,5 \cdot 10^{-6}$
^{214}Pb	6	$1,4 \cdot 10^{-8}$
^{214}Bi	5	$1,7 \cdot 10^{-8}$
^{210}Pb	5	$1,3 \cdot 10^{-6}$
^{210}Bi	5	$1,1 \cdot 10^{-7}$
^{210}Po	5	$4,0 \cdot 10^{-6}$
Примечание.* *Критические группы приняты в соответствии с НРБ-99.*		

Таблица П 3.2

Дозовые коэффициенты для отдельных радионуклидов ряда ^{232}Th

Радионуклид	Критическая группа*	Дозовый коэффициент при ингаляционном поступлении, Зв/Бк
^{232}Th	6	$4,5*10^{-5}$
^{228}Ra	5	$4,4*10^{-6}$
^{228}Ac	4	$2,9*10^{-8}$
^{228}Th	5	$4,7*10^{-5}$
^{224}Ra	5	$3,7*10^{-6}$
^{212}Pb	5	$2,2*10^{-7}$
^{212}Bi	5	$3,8*10^{-8}$
Примечание.* *Критические группы приняты в соответствии с НРБ-99.*		

Приложение 4
(справочное)

Составление представительной выборки обследуемых жилых зданий

Достоверность оценки уровней облучения населения в значительной мере зависит от степени представительности (репрезентативности) выборки обследуемых зданий. Поскольку содержание радона в воздухе помещений и мощность дозы гамма-излучения в них зависит как от геолого-геофизических характеристик мест застройки, так и от строительных и конструктивных характеристик зданий, представительность выборки, прежде всего, должна быть обеспечена именно по этим характеристикам.

Объем выборки обследуемых жилых единиц (квартир и односемейных жилых домов) следует определять из расчета не менее 1 % *от их общего числа в регионе (районе, населенном пункте). В* населенных пунктах с малым числом жителей плотность выборки следует увеличивать в кратное число раз, например, 2, 5, 10 и даже 100 %, исходя из условия, чтобы в каждом населенном пункте по возможности было обследовано не менее 20 жилых единиц.

Геолого-геофизические характеристики мест застройки, влияющие на содержание радона в воздухе помещений зданий – это объемная активность радона в воздухе пор грунта на глубине 0,5—1,0 м (кБкм$^{-3}$), поток радона с поверхности почвы (грунта) (мБк×с$^{-1}$×м$^{-2}$), зоны геологических разломов. Если такая информация имеется, то проводится оконтуривание зон с низкой, средней и высокой потенциальной радоноопасностью. Оценивается число жителей в каждой из зон. Число обследуемых жилых единиц в этих зонах принимается пропорциональным числу жителей в них.

При отсутствии или низкой достоверности информации о радиационных и геолого-геофизических характеристиках мест застройки, число обследуемых жилых единиц принимается пропорциональным числу жителей в каждом районе, микрорайоне и т. д.

Из строительных и конструктивных характеристик зданий, которые могут влиять на содержание радона в воздухе помещений, при составлении представительной выборки жилых единиц в первую очередь необходимо учитывать этажность здания, тип межэтажных перекрытий (деревянные, бетонные), наличие подвалов под зданием и др. С учетом этих характеристик в городах и населенных пунктах следует выделять несколько основных типов зданий и

оценивать число жителей в каждом типе зданий. Число обследуемых жилых единиц выбирается пропорционально числу жителей в здании данного типа. Распределение обследуемых жилых единиц по этажам многоэтажных зданий также должно быть пропорционально числу жителей, проживающих на этих этажах.

Если в населенном пункте или городе имеются здания, построенные с использованием строительных материалов с высоким содержанием природных радионуклидов, или эти материалы использовались для засыпки межэтажных перекрытий, то такие здания следует выделить в отдельный тип обследуемых объектов (зданий).

gost.e-ecolog.ru