2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Оценка средних годовых эффективных доз облучения критических групп жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС

Методические указания
МУ 2.6.1.2003—05

3-6392

gost.e-ecolog.ru

1. Разработаны: Федеральным государственным учреждением науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Г. Я. Брук, М. И. Балонов, А. Н. Барковский, В. Ю. Голиков, М. В. Кадука, О. С. Кравцова, В. С. Репин, В. Н. Шутов); Государственным унитарным предприятием «Государственный научный центр» – Институт биофизики Федерального медико-биологического агентства (М. Н. Савкин); Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии Российской академии сельскохозяйственных наук (Н. И. Санжарова, А. В. Панов); Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Г. С. Перминова, О. В. Липатова).

2. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 25 июля 2005 г.

3. Введены впервые.

4. Введены в действие с 1 октября 2005 г.

Содержание

1. Область применения 36
2. Нормативные ссылки 36
3. Общие положения 37
4. Требования к мониторингу доз внешнего облучения 39
5. Требования к мониторингу доз внутреннего облучения 40
6. Расчет средней годовой эффективной дозы внешнего облучения критической (по внешнему облучению) группы населения 42
7. Расчет средней годовой эффективной дозы внутреннего облучения критической (по внутреннему облучению) группы населения 44
Перечень используемых сокращений и терминов 48

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный врач
Российской Федерации
Г. Г. Онищенко
25 июля 2005 г.
Дата введения: 1 октября 2005 г.

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Оценка средних годовых эффективных доз облучения критических групп жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС

Exposure doses estimation for critical groups of inhabitants living in the settlements of Russian Federation affected by radioactive contamination after the accident on the Chernobyl NPP

Методические указания
МУ 2.6.1.2003—05

1. Область применения

1.1. Настоящие методические указания (далее – *МУ*) предназначены для использования органами, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор (госсанэпиднадзор) и учреждениями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека при проведении мониторинга, сбора необходимой информации и проведении расчетов текущих средних годовых эффективных доз (СГЭД) облучения* критических (наиболее облучаемых) групп населения, проживающих в населенных пунктах (НП) Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС).

1.2. Полученные в соответствии с МУ численные значения СГЭД облучения критических групп населения ($СГЭД_{КГр}$) могут быть использованы для контроля выполнений требований норм радиационной безопасности (НРБ-99) в отношении жителей НП, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на ЧАЭС, для разработки целенаправленных адресных мер по снижению доз облучения населения.

2. Нормативные ссылки

- Нормы радиационной безопасности (НРБ-99), СП 2.6.1.758—99.
- Концепция радиационной, медицинской, социальной защиты и реабилитации населения Российской Федерации, подвергшегося аварийному облучению. РНКРЗ, 1995.

* Здесь и далее под дозами облучения следует понимать дозы, обусловленные радиоактивными выпадениями вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Под средней годовой эффективной дозой облучения понимается эффективная годовая доза, средняя у жителей данного НП или у критической группы населения.

• Закон РФ от 18 июня 1992 г. № 3061-I «О внесении изменений и дополнений в Закон РСФСР «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» (с изменениями от 24 декабря 1993 г., 24 ноября 1995 г., 11 декабря 1996 г., 16 ноября 1997 г., 17 апреля, 5 июля 1999 г.).

• Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ.

• Публикации Международной Комиссии по радиологической защите № 43, 60, 67, 74 и 82.

В МУ используются следующие радиационные и дозиметрические величины, измеряемые в единицах СИ.

Величина	Символ	Размерность в единицах СИ
Средняя годовая эффективная доза (СГЭД) облучения жителей населенного пункта	$E_{НП}$	мЗв/год
СГЭД облучения критической группы жителей населенного пункта ($СГЭД_{КГр}$)	$E_{КГр}$	мЗв/год
Поверхностная активность ^{137}Cs в почве	σ_{137}	кБк/м^2 (Ки/км^2)*
Удельная активность радионуклида в пищевом продукте	A	Бк/кг
Коэффициент перехода радионуклида из почвы в пищевой продукт	$КП$	м^2/кг
* 1 Ки/км^2 = 37 кБк/м^2		

3. Общие положения

3.1. В настоящее время на территориях, загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, население подвергается хроническому техногенному облучению. В соответствии с требованиями НРБ-99 и положениями «Концепции радиационной, медицинской, социальной защиты и реабилитации населения Российской Федерации, подвергшегося аварийному облучению» (РНКРЗ, 1995), на этих территориях должна проводиться оценка доз облучения населения и его критических групп. Данные МУ предназначены для оценки текущих доз облучения критических групп населения в условиях проживания на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на ЧАЭС.

3.2. Основой для создания моделей формирования СГЭД облучения населения и его критических групп послужили как результаты многолетних исследований, так и данные текущего радиационного мониторинга на загрязненных территориях. В рамках настоящего документа, задачами радиационного мониторинга, проводимого на территориях, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, являются:

• получение информации о дозах облучения критических групп населения;

• получение данных для корректировки параметров моделей формирования доз;

• обеспечение информацией населения, органов власти и заинтересованных организаций.

3.3. В настоящих МУ определены требования к исходным данным и описана процедура выполнения расчета средней годовой эффективной дозы облучения жителей населенного пункта $E_{НП}$ и критической группы населения – $E_{КГр}$.

3.4. Критическая группа формируется преимущественно из взрослых жителей, т. к. в отдаленный период после аварии на ЧАЭС дозы облучения детей ниже, чем у взрослых.

3.5. Базовой административной структурой для оценки дозы является отдельный населенный пункт.

В настоящем документе используется следующая градация НП по типам:

• **ТИП I** (село или поселок городского типа): населенный пункт с числом жителей не более 10 тыс. человек, в котором большинство домов одноэтажные с личными подсобными хозяйствами (ЛПХ);

• **ТИП II** (поселок городского типа или город): населенный пункт с числом жителей не более 100 тыс. человек, в котором наряду с одноэтажными имеются многоэтажные дома без ЛПХ и значительная часть дозообразующих пищевых продуктов приобретается в торговой сети;

• **ТИП III** (город): населенный пункт, в котором большая часть жителей проживает в многоэтажных домах без ЛПХ, приобретает пищевые продукты в торговой сети и большая часть улиц и дорог имеет твердое покрытие.

3.6. Содержание и объем текущего радиационного мониторинга, а также выбор способа расчета доз (пп. 7.1, 7.1.1, 7.1.2) определяются уровнями облучения критических групп жителей населенных пунктов. В соответствии с этим, все НП, расположенные на загрязненных территориях, подразделяются на две группы:

• **НП группы 1:** населенные пункты, где предварительная оценка* $E_{КГр}$ составляет величину менее 1,0 мЗв/год;

• **НП группы 2:** населенные пункты, где предварительная оценка $E_{КГр}$ составляет величину, равную или большую 1,0 мЗв/год.

3.7. В связи с медленным изменением во времени параметров моделей, используемых для проведения дозовых оценок в отдаленный период после аварии на ЧАЭС, эти параметры определяются (пересматриваются) один раз в три года по результатам выборочных радиационно-гигиенических обследований НП за предшествующий 3-летний период времени, включающий календарный год оценки дозы (*период усреднения*).

3.8. По данным многолетнего изучения закономерностей формирования доз облучения населения загрязненных территорий, наибольшие дозы облучения в отдаленный период времени после аварии на ЧАЭС получают следующие категории населения:

по внешнему облучению – лица, по роду занятий или особенностям поведения значительную часть времени проводящие вне помещений и/или проживающие в домах с наименьшими защитными свойствами, к которым, в первую очередь, относятся деревянные одноэтажные жилые дома;

---

* Предварительная оценка $E_{КГр}$ может быть выполнена на основании данных радиационного мониторинга, имеющихся за предшествующий период усреднения (см. определение в п. 3.7). При отсутствии этой информации предварительную оценку дозы внешнего облучения критической (по внешнему облучению) группы населения $E^{ext}_{КГр}$, выполняют в соответствии с п. 6.1 настоящего документа, а предварительную оценку дозы внутреннего облучения критической (по внутреннему облучению) группы населения $E^{int}_{КГр}$, – в соответствии с п. 7.2. Из консервативных соображений, принимают $E_{КГр} = E^{ext}_{КГр} + E^{int}_{КГр}$.

по внутреннему облучению – лица, у которых индивидуальное потребление местных пищевых продуктов и/или содержание в них техногенных радионуклидов «чернобыльского» происхождения выше, чем в среднем по НП;

по суммарному (внешнему и внутреннему) облучению – лица, которые подвергаются наибольшему внешнему и/или внутреннему облучению, и в связи с этим имеют наибольшие (максимальные) индивидуальные суммарные дозы облучения.

3.9. Применительно к условиям проживания населения на загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС территориях, под средней дозой облучения критической группы жителей населенного пункта следует понимать среднюю дозу у 10 % жителей данного НП, имеющих наибольшие (максимальные), по сравнению с остальными, индивидуальные дозы облучения.

3.10. В настоящее время дозы облучения населения преимущественно определяются цезием-137. Вклад других радионуклидов в формирование дозы невелик – доли и единицы процентов. В связи с этим в настоящем документе изложены требования к проведению радиационного мониторинга и описана процедура выполнения дозовых расчетов в отношении только этого радионуклида. При необходимости расчет доз можно проводить с учетом содержания ^{90}Sr в пищевых продуктах.

4. Требования к мониторингу доз внешнего облучения

4.1. В НП группы 1 инструментальные измерения доз внешнего излучения проводить не требуется. Оценку СГЭД внешнего облучения жителей НП ($E_{НП}^{ext}$) и критической (по внешнему облучению) группы населения ($E_{КГр}^{ext}$), выполняют в соответствии с п. 6.1 настоящего документа.

4.2. В НП группы 2 следует проводить:

- выборочные (т. е. не во всех НП, а в отдельных: по 3—4 НП типов I и II, а также во всех НП типа III) измерения мощностей доз гамма-излучения на территории НП и вне его – в местах, где осуществляется хозяйственная и иная деятельность населения, а также производится сбор природных пищевых продуктов;
- и/или выборочный индивидуальный дозиметрический контроль внешнего облучения жителей.

4.2.1. Выборочные измерения мощностей доз гамма-излучения

4.2.1.1. При проведении выборочных измерений мощности дозы гамма-излучения следует определять компонент, обусловленный «чернобыльскими» выпадениями.

4.2.1.2. Мощность дозы измеряют в тех местах (локациях) обследуемого НП и территорий, где осуществляется хозяйственная и иная деятельность населения, а также производится сбор природных пищевых продуктов. Эти локации наиболее значимы по вкладу в формирование дозы внешнего облучения и учитываются при определении режимов поведения отдельных групп населения.

К наиболее значимым локациям, в которых измеряют мощность дозы, рекомендуется относить:

- жилые и общественные здания, типичные для обследуемого НП;
- приусадебные участки;
- улицы;
- производственные помещения;
- рабочие места вне помещений на территории НП;

- целинные участки;
- пахотные земли;
- окружающие лесные массивы;
- зоны отдыха (луг, берег реки и др.).

4.2.2. Выборочный индивидуальный дозиметрический контроль внешнего облучения

Объектом индивидуального дозиметрического контроля внешнего облучения являются жители обследуемого НП. Измерение индивидуальных доз внешнего облучения проводится, как правило, с использованием термолюминесцентных дозиметров. Для оценки компонента дозы внешнего облучения, обусловленного «чернобыльскими» выпадениями, необходимо из полученных результатов вычесть вклад природных источников.

5. Требования к мониторингу доз внутреннего облучения

5.1. В НП группы 1 инструментальные измерения содержания ^{137}Cs в организме жителей с помощью счетчиков излучения человека (СИЧ-измерения) и измерения содержания ^{137}Cs в пищевых продуктах не являются обязательными. Оценку СГЭД внутреннего облучения жителей НП ($E^{int}_{НП}$) и критической (по внутреннему облучению) группы населения ($E^{int}_{КГр}$), выполняют в соответствии с п. 7.2 настоящего документа.

5.2. В НП группы 2 осуществляется обязательный (т. е. во всех, без исключения, НП) радиационный мониторинг содержания ^{137}Cs в основных дозообразующих пищевых продуктах, потребляемых населением. В настоящее время в большинстве радиоактивно загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС регионах России к ним относятся молоко и лесные грибы. Проводятся также выборочные (т. е. не во всех НП, а в отдельных: по 3—4 НП типов I и II, а также во всех НП типа III) СИЧ-измерения, результаты которых используются для выполнения дозовых расчетов по этим НП.

5.2.1. Радиационный мониторинг пищевых продуктов

5.2.1.1. Минимальное количество проб пищевых продуктов, отбираемых ежегодно в населенном пункте группы 2 для определения содержания в них ^{137}Cs, зависит от его типа и от группы почв, преобладающих на сельхозугодьях этого НП и в лесных массивах, используемых населением для сбора грибов (табл. 5.1 и 5.2).

Таблица 5.1

Минимальное количество проб пищевых продуктов, отбираемых ежегодно в НП группы 2, расположенных на территориях с преобладанием песчаных и супесчаных или торфяно-болотных почв

Пищевые продукты	Тип населенного пункта	
	I	II, III
Молоко	5	15
Грибы	7	20

Таблица 5.2

Минимальное количество проб пищевых продуктов, отбираемых ежегодно в НП группы 2, расположенных на территориях с преобладанием легко- и среднесуглинистых или тяжелосуглинистых и глинистых почв

Пищевые продукты	Тип населенного пункта	
	I	II, III
Молоко	3	10
Грибы	5	15

Указанное в данных таблицах количество отбираемых проб может включать в себя пробы, отбираемые для целей социально-гигиенического мониторинга и/или иных целей, если в результате их лабораторных исследований получены достоверные данные об уровнях содержания цезия-137 в данном продукте.

Пробы молока и грибов должны быть отобраны от различных поставщиков (источников) этого вида продукта; при выполнении расчетов средней годовой дозы могут использоваться результаты исследований не более 2 проб от одного поставщика.

5.2.1.2. Пробы молока отбирают равномерно (например, ежеквартально) в течение всего года как в торговой сети, в т. ч. на рынках, так и в личных подсобных хозяйствах, с учетом реальной структуры его потребления из указанных источников. Объем каждой пробы должен быть не менее 0,5 л.

5.2.1.3. Пробы грибов отбирают в лесных массивах, обычно используемых местными жителями для их сбора. Возможен также отбор проб грибов на анализ у местных жителей (с указанием лесного массива, где эти грибы были собраны). Отбор проб грибов осуществляется отдельно по видам. Предпочтение следует отдавать тем видам, которые преимущественно собираются и потребляются местными жителями. На анализ отбирают не менее 1 кг сырых (либо 0,1 кг сухих) грибов.

Для последующих дозовых оценок используют средневзвешенные (по объему потребления разных видов грибов) значения удельной активности ^{137}Cs в этих природных продуктах. Структура потребления разных видов грибов устанавливается путем проведения анкетных опросов жителей во время выборочных обследований НП.

5.2.1.4. Для определения удельной активности ^{137}Cs (а при необходимости, и ^{90}Sr) в пробах пищевых продуктов используют гамма-спектрометрические и радиохимические методы анализа.

Анализ проб на содержание ^{137}Cs выполняют на метрологически аттестованных гамма-спектрометрах со сцинтилляционным или полупроводниковым детектором. Минимальная детектируемая активность (МДА) для таких приборов должна обеспечивать возможность определения удельной активности ^{137}Cs в пробах на уровне от 10 Бк/кг и ниже. Статистическая погрешность отдельного измерения не должна превышать 20 %.

Если активность радионуклида в пробе меньше требуемой МДА, необходимо выполнить отбор пробы в объеме, большем, чем рекомендованный в п. 5.2.1.3, и провести предварительное концентрирование пробы (выпаривание, сушка, озоление при температуре не выше 450 °С) до объема измерительной емкости с последующим повторным гамма-спектрометрическим анализом.

При невозможности получения статистически достоверного результата на гамма-спектрометре, выполняют радиохимический анализ пробы. Содержание ^{90}Sr в пробах определяют только радиохимическим методом. Радиохимическое определение содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробах производят по стандартным методикам с использованием метрологически аттестованной низкофоновой радиометрической аппаратуры.

5.2.1.5. При выполнении расчетов используют средние для данного НП значения удельной активности ^{137}Cs в пробах пищевых продуктов за весь предшествующий период усреднения. Для грибов допускается использовать результаты измерений удельной активности в них ^{137}Cs за предшествующие 5 лет, включая год оценки дозы.

5.2.2. Мониторинг содержания ^{137}Cs в теле человека.

5.2.2.1. В населенных пунктах группы 2 проводят выборочные (т. е. не во всех НП, а в отдельных: по 3—4 НП типов I и II, а также во всех НП типа III) измерения содержания ^{137}Cs в теле человека. При этом, по возможности, выбирают НП, которые расположены на территориях с существенно разными уровнями поверхностного загрязнения почвы цезием-137. Эти измерения в каждом из выбранных НП следует проводить, как минимум, 1 раз за период усреднения.

5.2.2.2. Минимальное необходимое количество СИЧ-измерений, выполненных в течение периода усреднения в каждом обследуемом НП, приведено в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Минимальное количество СИЧ-измерений, выполненных в течение периода усреднения в одном НП, необходимое для определения среднего содержания ^{137}Cs в организме жителей

Тип населенного пункта	
I	II и III
30*	300
* Для НП с количеством жителей менее 100 человек количество СИЧ-измерений за период усреднения должно быть не меньше 30 % от общего числа жителей в этом НП.	

6. Расчет средней годовой эффективной дозы внешнего облучения критической (по внешнему облучению) группы населения

6.1. Оценку СГЭД внешнего облучения критической (по внешнему облучению) группы населения для НП группы 1 выполняют путем модельных расчетов. Исходными данными для расчета являются средняя величина поверхностной активности ^{137}Cs в почве на территории НП (по данным Росгидромета) и структура жилого фонда, характерная для НП данного типа.

Сначала определяют среднюю годовую эффективную дозу внешнего облучения жителей НП ($E_{НП}^{ext}$) по формуле:

$$E_{НП}^{ext} = k_\gamma \cdot \sigma_{137}, \text{ мЗв/год, где} \qquad (6.1)$$

σ_{137} – среднее значение поверхностной активности ^{137}Cs в почве на территории данного НП в рассматриваемом году (по данным Росгидромета), кБк/м^2;

k_γ – коэффициент, мЗв · м^2/кБк · год.

В табл. 6.1 приведены численные значения коэффициентов k_γ на период 2004—2009 гг. Они определены для усредненной структуры жилого фонда, характерной для средней полосы Российской Федерации:

- *НП типа I*: 60 % населения проживает в одноэтажных деревянных домах, 40 % – в одноэтажных каменных домах;
- *НП типа II и III*: 20 % населения проживает в одноэтажных деревянных домах, 40 % – в одноэтажных каменных домах, 40 % – в многоэтажных домах.

Таблица 6.1

Численные значения коэффициента k_γ на период 2004—2009 гг., мЗв · м^2/кБк · год

Тип населенного пункта		
I	II	III
$1{,}2 \cdot 10^{-3}$	$0{,}68 \cdot 10^{-3}$	$0{,}58 \cdot 10^{-3}$

Результаты, полученные с использованием формулы (6.1), могут быть также использованы при выполнении предварительных оценок СГЭД$_{КГр}$.

Если структура жилого фонда в населенном пункте существенно отличается от приведенной выше, то для выполнения дозовых расчетов используют данные о фактической структуре жилого фонда в этом НП. В этом случае $E_{НП}^{ext}$ определяют согласно формуле:

$$E_{НП}^{ext} = \sigma_{137} \cdot \sum_{k=1}^{3} w_k \cdot k_{\gamma k} \text{ , мЗв/год, где} \qquad (6.2)$$

w_k – доля населения, проживающего в домах k-го типа (одноэтажных деревянных, одноэтажных каменных, многоэтажных), отн. ед.;

$k_{\gamma k}$ – коэффициент, мЗв · м^2/кБк · год.

В табл. 6.2 приведены численные значения коэффициентов $k_{\gamma k}$ на период 2004—2009 гг.

Таблица 6.2

Численные значения коэффициента $k_{\gamma k}$ на период 2004—2009 гг., мЗв · м^2/кБк · год

Тип жилого дома	Тип населенного пункта		
	I	II	III
Одноэтажный деревянный	$1{,}3 \cdot 10^{-3}$	$0{,}79 \cdot 10^{-3}$	$0{,}67 \cdot 10^{-3}$
Одноэтажный каменный	$1{,}1 \cdot 10^{-3}$	$0{,}73 \cdot 10^{-3}$	$0{,}62 \cdot 10^{-3}$
Многоэтажный	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$	$0{,}58 \cdot 10^{-3}$	$0{,}50 \cdot 10^{-3}$

6.2. В НП группы 2 величину $E_{НП}^{ext}$ рассчитывают по формуле (6.2), с использованием фактических данных о структуре жилого фонда в населенном пункте.

6.3. СГЭД внешнего облучения критической (по внешнему облучению) группы населения ($E_{КГр}^{ext}$) для населенных пунктов типа I определяют согласно выражению:

$$E_{КГр}^{ext} = 1{,}8 \cdot E_{НП}^{ext}, \qquad (6.3)$$

а для населенных пунктов типов II или III – согласно выражению:

$$E_{КГр}^{ext} = 2{,}0 \cdot E_{НП}^{ext} \qquad (6.4)$$

7. Расчет средней годовой эффективной дозы внутреннего облучения критической (по внутреннему облучению) группы населения

7.1. Для оценки СГЭД внутреннего облучения критической (по внутреннему облучению) группы населения предварительно определяют среднюю годовую эффективную дозу внутреннего облучения жителей НП в целом ($E_{НП}^{int}$). Расчет величины $E_{НП}^{int}$ выполняют одним из двух способов:

7.1.1. С использованием результатов СИЧ-измерений жителей данного НП – по формуле:

$$E_{НП}^{int} = k_d \cdot \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} (Q_i / M_i), \text{ мЗв/год, где} \qquad (7.1)$$

k_d – дозовый коэффициент; $k_d = 2{,}3$ мЗв · кг/кБк · год;

Q_i – содержание ^{137}Cs в организме i-го человека по данным СИЧ-измерения, кБк;

M_i – масса тела одного человека, кг;

n – количество обследованных на СИЧ жителей.

В связи с существующей сезонной зависимостью содержания ^{137}Cs в организме, для корректной оценки среднего за год содержания при однократном (один раз в течение года) измерении на СИЧ, необходимо полученные результаты умножить на поправочные коэффициенты, учитывающие эту зависимость. Поправочные коэффициенты должны быть получены из результатов СИЧ-измерений, проведенных в разные сезоны года в течение периода усреднения в 2—3 НП каждого типа.

7.1.2. С использованием результатов измерений удельной активности ^{137}Cs в потребляемых населением данного НП пищевых продуктах – по формуле:

$$E_{НП}^{int} = d_k \cdot \sum_i A_i \cdot V_i^{эфф} \cdot K_i, \text{ мЗв/год, где} \qquad (7.2)$$

A_i – средняя удельная активность ^{137}Cs в i-м пищевом продукте, Бк/кг;

$V_i^{эфф}$ – эффективное годовое потребление i-го пищевого продукта, учитывающее вклад в дозу других компонентов рациона питания, кг/год;

K_i – коэффициент снижения содержания ^{137}Cs в готовом i-м пищевом продукте по сравнению с исходным, вследствие его кулинарной обработки, отн. ед.; $K_i = 1{,}0$ для молока, $K_i = 0{,}5$ для грибов;

d_k – дозовый коэффициент для пищевого пути поступления ^{137}Cs в организм человека; для взрослых мужчин и женщин принято среднее значение $d_k = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ мЗв · Бк$^{-1}$ (с учетом разной мышечной массы у мужчин и женщин и разных периодов полувыведения ^{137}Cs из организма, составляющих, в среднем, для взрослых жителей средней полосы европейской части России 97 суток у мужчин и 72 суток – у женщин).

При расчете величины $E_{H\Pi}^{int}$ следует использовать численные значения $V_i^{эфф}$, соответствующие рациону питания взрослого человека.

Расчеты ведут по данным о содержании ^{137}Cs в двух основных дозообразующих пищевых продуктах – молоке и лесных грибах. Численные значения $V_i^{эфф}$ для этих продуктов на период 2004—2006 гг. приведены в табл. 7.1. При этом, поступление ^{137}Cs с молоком, указанное в данной таблице, эквивалентно (по формируемой дозе) поступлению ^{137}Cs и ^{90}Sr со всеми продуктами местного сельскохозяйственного производства, а с грибами – поступлению со всеми продуктами природного происхождения.

Таблица 7.1

Эффективное годовое потребление молока и лесных грибов (дозовые эквиваленты потребления сельскохозяйственных и природных пищевых продуктов) взрослыми жителями средней полосы европейской части России в 2004—2006 гг., кг/год

Продукт	Тип населенного пункта		
	I	II	III
Молоко	300	250	200
Грибы	10	8	5

На последующие периоды усреднения этот рацион может корректироваться.

7.2. При выполнении дозовых расчетов для НП группы 1 допускается использовать оценочные значения величины A_i, полученные по формуле:

$$A_i = КП_i \cdot \sigma_{137}, \text{ Бк/кг, где} \qquad (7.3)$$

$КП_i$ – коэффициент перехода ^{137}Cs из почвы в i-й пищевой продукт, 10^{-3} м^2/кг; численные значения этого параметра на период 2004—2009 гг. для молока и различных групп (видов) грибов, производимых и произрастающих на почвах разных групп, приведены в табл. 7.2 и 7.3;

σ_{137} – поверхностная активность ^{137}Cs в почве на территории НП в рассматриваемом году (по данным Росгидромета), кБк/м^2.

Если почвенный покров на территории хозяйства или в лесных массивах сформирован различными группами почв, то для расчетов по формуле (7.3) используют средневзвешенное по площадям, занимаемым этими почвами, численное значение коэффициента перехода – $\overline{КП_i}$. Величину $\overline{КП_i}$ определяют отдельно для каждого продукта по формуле:

$$\overline{КП}_i = \sum_n r_{in} \cdot КП_{in}, \ 10^{-3} \text{ м}^2/\text{кг, где} \qquad (7.4)$$

r_{in} – отношение площади почв n-й группы к суммарной площади земель, используемых для производства или сбора i-го пищевого продукта;

$КП_{in}$ – коэффициент перехода ^{137}Cs из почвы n-й группы в i-й пищевой продукт (молоко, грибы разных видов), 10^{-3} м^2/кг.

Таблица 7.2

Коэффициенты перехода ^{137}Cs из почв разных групп в молоко, 10^{-3} м^2/кг (на период 2004—2009 гг.)

Группа почв (тип, подтип почв)	*КП*
Торфяно-болотные	0,6
Песчаные и супесчаные (дерново-подзолистые, дерново-глеевые, дерновые, светло-серые и серые лесные)	0,2
Легко- и среднесуглинистые (дерново-подзолистые; дерновые; серые и темно-серые лесные; выщелоченные и оподзоленные черноземы)	0,07
Тяжелосуглинистые и глинистые (темно-серые лесные; черноземы: выщелоченные, оподзоленные, типичные, обыкновенные, южные; каштановые)	0,03

Таблица 7.3

Коэффициенты перехода ^{137}Cs из почв разных групп в лесные грибы, 10^{-3} м^2/кг (на период 2004—2009 гг.)

Группы (виды) грибов по накоплению ^{137}Cs	Группа почв			
	торфяно-болотные	песчаные и супесчаные	легко- и средне-суглинистые	Тяжело-суглинистые и глинистые
1	2	3	4	5
Сильнонакапливающие группы: - болетовые (моховик, польский гриб, козляк, масленок); - млечники (все виды млечников: груздь, горькушка, волнушка, рыжик, зеленка, серушка, скрипица, белянка и др.)	40	30	10	2
Средненакапливающие группы: - болетовые (подберезовик, подосиновик, белый гриб); - лисичка; - сыроежки (все виды); - рядовки	20	15	4	1

Продолжение табл. 7.3

1	2	3	4	5
Слабонакапливающие группы: - опенки (опенок осенний, опенок летний, опенок зимний, опенок луговой); - сморчки и строчки; - шампиньоны (все виды шампиньонов) - гриб-зонтик; - дождевики	4	3	1	0,3
«Средний гриб» *	20	13	4	1
* В последней строке таблицы приведены численные значения КП «среднего гриба» – средневзвешенные величины КП по уровням потребления разных групп (видов) грибов населением средней полосы Европейской части России.				

Если «грибная корзина» в населенном пункте или регионе состоит из нескольких групп (видов) грибов, то для проведения расчетов по формуле (7.3) следует использовать *средневзвешенное по уровням потребления* населением разных видов грибов численное значение коэффициента перехода цезия-137 из почвы в грибы $\overline{КП}_{гр}$, которое определяют по формуле:

$$\overline{КП}_{гр} = \sum_{k} r_k \cdot \overline{КП}_k \text{ , } 10^{-3} \text{ м}^2/\text{кг, где} \qquad (7.5)$$

r_k – весовая доля грибов k-го вида в полной «грибной корзине», потребляемой населением, отн. ед.;

$\overline{КП}_k$ – средневзвешенный по группам почв коэффициент перехода ^{137}Cs из почвы в грибы k-го вида, 10^{-3} м^2/кг; определяется по формуле (7.4).

В последней строке табл. 7.3 приведены численные значения $\overline{КП}_{гр}$ для *«среднего гриба»* – средневзвешенные величины КП по уровням потребления разных групп (видов) грибов населением средней полосы Европейской части России. При отсутствии более детальной информации о «грибной корзине» в конкретном НП или регионе для выполнения оценок дозы допускается использовать приведенные в табл. 7.3 численные значения $\overline{КП}_{гр}$ для *«среднего гриба»*.

7.3. Результаты, полученные с использованием формулы (7.3), могут быть также использованы для выполнения предварительных оценок СГЭД$_{КГр}$ (см. п. 3.6).

7.4. СГЭД внутреннего облучения критической (по внутреннему облучению) группы населения ($E^{int}_{КГр}$) определяют согласно следующим выражениям:

$$E^{int}_{КГр} = 3 \cdot E^{int}_{НП} \text{ – для населенных пунктов типа I;} \qquad (7.6)$$

$$E^{int}_{КГр} = 4 \cdot E^{int}_{НП} \text{ – для населенных пунктов типа II или III} \qquad (7.7)$$

Расчет суммарной средней годовой эффективной дозы облучения критической группы населения

Среднюю годовую эффективную дозу суммарного (внешнего и внутреннего) облучения критической группы жителей $E_{КГр}$ определяют арифметическим сложением

СГЭД внешнего облучения критической(по внешнему облучению) группы населения и СГЭД внутреннего облучения критической (по внутреннему облучению) группы населения:

$$E_{КГр} = E^{ext}_{КГр} + E^{int}_{КГр} \quad (7.8)$$

Полученные результаты округляют до двух значащих цифр.

Перечень используемых сокращений и терминов

АЭС – атомная электростанция;
ЧАЭС – Чернобыльская АЭС;
НП – населенный пункт;
СГЭД – средняя годовая эффективная доза;
СГЭД$_{КГр}$ – СГЭД облучения критической группы населения;
СИЧ – счетчик излучения человека;
КП – коэффициент перехода – коэффициент, определяющий удельную активность радионуклида в пищевых продуктах на единицу поверхностной активности радионуклида в почве; зависит от группы почв и времени от начала радиоактивного загрязнения;
ЛПХ – личное подсобное хозяйство;
РНКРЗ – Российская научная комиссия по радиационной защите.

gost.e-ecolog.ru