Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

# РЕКОНСТРУКЦИЯ НАКОПЛЕННОЙ ДОЗЫ У ЖИТЕЛЕЙ БАССЕЙНА Р. ТЕЧА И ЗОНЫ АВАРИИ В 1957 Г. НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕДИНЕНИИ "МАЯК"

**Методические указания**
**МУ 2.6.1.024-95**

**Издание официальное**

**Госкомсанэпиднадзор России**
**Москва**
**1995**

gost.e-ecolog.ru

**Предисловие**

1) Методические указания разработаны:

Уральским научно-практическим Центром радиационной медицины Минздравмедпрома РФ (директор - к.м.н. Аклеев А.В.):
к.б.н. Дегтева М.О., Кожеуров В.П., Воробьева М.И.

Опытной научно-исследовательской станцией ПО "Маяк"
(директор - к.т.н. Романов Г.Н.):
к.т.н. Романов Г.Н., Шейн Г.П., Аксенов Г.М.

Филиалом-1 Института Биофизики Минздравмедпрома РФ
(директор - д.м.н. Любчанский Э.Р.)
д.б.н. Хохряков В.Ф.,к.б.н. Суслова К.Т., к.б.н. Меньших З.С. , Романов С.А.

НИИ радиационной гигиены ГКСЭН РФ
(директор - д.м.н. Рамзаев П.В.):
д.б.н. Балонов М.И.

Госкомсанэпиднадзором РФ
(председатель - Е.Н.Беляев):
Перминова Г.С.

2) Утверждены и введены в действие первым заместителем Председателя Госкомсанэпиднадзора России-заместителем Главного Государственного санитарного врача Российской Федерации от "28" марта 1995 года.

3) Введены впервые

Содержание

1. Область применения 4

2. Требования к методике реконструкции накопленной дозы у жителей бассейна реки Теча. 7

2.1. Характеристика населенных пунктов 7

2.2. Доза внешнего гамма-излучения 8

2.3. Доза внутреннего облучения 10

3. Требования к методике реконструкции накопленной дозы у населения зоны радиационной аварии на производственном объединении "Маяк" 29 сентября 1957 г. 14

3.1. Исходные данные 14

3.2. Доза внешнего β- и γ-излучения 15

3.3. Доза внутреннего облучения 18

4. Требования к методике реконструкции дозы облучения жителей Челябинской области инкорпорированными трансурановыми радионуклидами 22

4.1. Исходные данные 22

4.2. Методика расчета дозы от ингаляции трансурановых радионуклидов 22

4.3. Пример расчета поглощенной и эффективной дозы 23

5. Требования к определению накопленной эффективной дозы 25

5.1. Накопленная эффективная доза у жителей бассейна р.Течи 25

5.2. Накопленная эффективная доза у жителей зоны аварии ПО"Маяк" 29 сентября 1957 г. 25

Приложение

"Утверждаю"
Первый заместитель Председателя
Государственного комитета
санитарно-эпидемиологического надзора -
заместитель Главного государственного
санитарного врача Российской Федерации
_____ С.В.Семенов
"28" марта 1995 г
МУ 2.6.1.024-95
Дата введения - с момента утверждения

**2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность**

# Реконструкция накопленной дозы у жителей бассейна р.Теча и зоны аварии в 1957 г. на производственном объединении "Маяк"

## Методические указания

### 1. Область применения

1.1. Настоящие методические указания определяют требования к исходным данным и процедуру расчета накопленной дозы у жителей населенных пунктов Челябинской, Свердловской и Курганской областей, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие сброса радиоактивных отходов в реку Теча и аварии в 1957 г. на производственном объединении "Маяк". Восстанавливается значение дозы у населения, накопленной за 1949-1994 гг. или за период проживания в бассейне р.Теча, и дозы, накопленной за 1957-1994 гг. или за период проживания в зоне аварии 1957 г. (территория Восточно-Уральского радиоактивного следа*), соответственно. Значения накопленной дозы определяются для различных групп жителей каждого населенного пункта загрязненной территории с целью обоснования мер радиационной, медицинской и социальной защиты населения.

1.2. "Указания" предназначены для использования учреждениями и органами Госсанэпиднадзора России, которые несут ответственность за выполнение дозиметрических расчетов в соответствии с требованиями данного документа. Результаты расчета дозы для принятия решений должны быть согласованы с Госкомсанэпиднадзором России.

Издание официальное

© Госкомсанэпиднадзор России

Настоящие методические указания не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены без разрешения Госкомсанэпиднадзора России.

*) Далее - ВУРС

**1.3.** Согласно настоящим методическим указаниям определяются накопленные средняя поглощенная доза в наиболее облучаемых органах и тканях $D^t$, и средняя эффективная доза**) E у групп жителей населенного пункта, различающихся по факторам внешнего и внутреннего облучения: возрасту, профессии, рациону питания и др. Группирование жителей по факторам, определяющим накопленную дозу, зависит от условий облучения и представлено в разделах 2 и 3.

**1.4.** Согласно настоящим Указаниям определяется накопленная за период радиационного воздействия средняя поглощенная доза $D^t$ в органе и ткани t группы жителей населенного пункта как сумма дозы внешнего бета- и гамма-излучения $D^t_{ext}$ и дозы внутреннего облучения $D^t_{int}$:

$$D^t=D^t_{ext}+D^t_{int} \qquad (1.1)$$

Доза внешнего излучения складывается из средней дозы бета-излучения $D^t_\beta$ и гамма-излучения $D^t_\gamma$ в органе или ткани t:

$$D^t_{ext}=D^t_\beta+D^t_\gamma \qquad (1.2)$$

Доза внутреннего облучения рассматривается как коммитментная доза, обусловленная поступлением в течение рассматриваемого периода радионуклидов с вдыхаемым воздухом $D^t_{inh}$ и с пищей $D^t_{ing}$:

$$D^t_{int}=D^t_{inh}+D^t_{ing} \qquad (1.3)$$

**1.5.** Накопленная средняя эффективная доза E у группы жителей населенного пункта определяется аналогично уравнениям (1.1) - (1.3) как сумма эффективной дозы внешнего $E_{ext}$ и внутреннего $E_{int}$ облучения, причем доза внешнего излучения складывается из дозы бета- ($E_\beta$) и гамма- ($E_\gamma$) излучения, и доза внутреннего облучения - из ингаляционной $E_{inh}$ и пищевой $E_{ing}$ компонент.

**1.6.** При подготовке настоящих Указаний использованы материалы и положения отечественных и международных документов по радиационной защите:

- Норм радиационной безопасности НРБ-76/87;
- Методических указаний ГКСЭН РФ МУ-2.7.7.001-93 от 12.03.93 г. и МУ 2.6.1.016-93 от 27.12.93 г.
- Публикаций МКРЗ № 30, 43, 51, 56, 60;
- опыт дозиметрического контроля внешнего и внутреннего облучения жителей бассейна р.Течи, зоны ВУРС и Чернобыльской аварии.

**1.7.** В качестве исходной информации для реконструкции накопленной дозы у жителей необходимо использовать радиационные характеристики окружающей среды в течение рассматриваемого периода: среднюю

**) Понятие эффективной дозы и соответствующие взвешивающие факторы определены в Публикации 60 Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ, 1990 г.)

поверхностную активность долгоживущих радионулидов Cs-137 и Sr-90 на почве и изотопный состав первичного загрязнения территории населенного пункта и его ареала, мощность дозы гамма-излучения в воздухе, концентрацию радионуклидов в питьевой воде и молоке, удельную активность пищевых продуктов местного производства. Важное значение для расчета дозы внутреннего облучения жителей бассейна р.Теча и ВУРС имеют данные прижизненных и посмертных измерений содержания в теле долгоживущих радионуклидов. Официальные данные о современном загрязнении почвы представляются Роскомгидрометом; архивные данные о загрязнении окружающей среды и пищевых продуктов, мощности дозы в воздухе - Производственным Объединением "Маяк", Уральским Научно-Практическим Центром Радиационной Медицины, Филиалом-1 Института Биофизики МЗ РФ и органами Госсанэпиднадзора; о содержании радионуклидов в организме жителей региона - УНПЦРМ и Филиалом-1 ИБФ.

1.8. В документе в соответствии с установившейся практикой используются как единицы СИ, так и внесистемные единицы:

| Величина | Символ | Единицы СИ | Внесистемные единицы |
|---|---|---|---|
| Доза в органе, ткани | D | мГр | рад |
| Эффективная доза | E | мЗв | бэр |
| Мощность дозы в органе, ткани | $\dot{D}$ | мкГр/час, мкГр/сут | мрад/час, мрад/сут |
| Мощность эффективной дозы | $\dot{E}$ | мЗв/сут, мЗв/мес | мбэр/сут, мбэр/мес |
| Поверхностная активность радионуклида в почве | $\sigma$ | Бк/м$^2$ | Ки/км$^2$ мкКи/м$^2$ |
| Мощность эффективной дозы, нормированная на поверхностную активность нуклида | e | $\frac{нЗв \cdot м^2}{Бк \cdot сут}$ | $\frac{мбэр \cdot м^2}{мкКи \cdot сут}$ |
| Мощность экспозиционной дозы | P | - | мР/ч |
| Удельная активность радионуклида | S | Бк/кг | нКи/кг |
| Концентрация радионуклида | C | Бк/м$^3$, Бк/л | нКи/м$^3$, нКи/л |

## 2. Требования к методике реконструкции накопленной дозы у жителей бассейна реки Теча.

### 2.1. Характеристика населенных пунктов

Методика предназначена для расчета накопленной эффективной дозы внешнего и внутреннего облучения жителей населенных пунктов, расположенных на реке Теча, от сбросов радиоактивных отходов ПО Маяк в 1949-1956 годах. Список населенных пунктов приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Характеристика населенных пунктов по реке Теча.

| i | Населенный пункт | Растояние от точки сбросов, км | $F_i$* | Примечания |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Метлино | 7 | 0.76 | переселен |
| 2 | Теча-Брод | 18 | 0.26 | переселен |
| 3 | Асаново и Назарово | 33 | 0.76 | переселен |
| 4 | М.Таскино | 41 | 0.73 | переселен |
| 5 | Герасимовка | 43 | 0.8 | переселен |
| 6 | Геологоразведка | 45 | 0.5 | переселен |
| 7 | Надыров Мост | 48 | 0.59 | переселен |
| 8 | Надырово | 50 | 1.04 | переселен |
| 9 | Ибрагимово | 54 | 1.04 | переселен |
| 10 | Исаево | 60 | 0.73 | переселен |
| 11 | Подсобное Хозяйство | 65 | 0.95 | переселен |
| 12 | Муслюмово | 78 | 1 | |
| 13 | Курманово | 88 | 0.62 | переселен |
| 14 | Карпино | 96 | 0.82 | переселен |
| 15 | Заманиха | 100 | 0.6 | переселен |
| 16 | Ветродуйка | 105 | 0.76 | переселен |
| 17 | Бродоколмак | 109 | 0.21 | |
| 18 | Осолодка | 125 | 0.6 | переселен |
| 19 | Паново | 128 | 0.66 | переселен |
| 20 | Черепаново | 137 | 0.42 | переселен |
| 21 | Русская Теча | 138 | 0.38 | |
| 22 | Бакланово | 141 | 0.11 | переселен |
| 23 | Н.Петропавловка | 148 | 0.49 | |
| 24 | 2-Белоярка | 155 | 0.54 | переселен |
| 25 | Лобаново | 163 | 0.38 | |
| 26 | Анчугово | 170 | 0.45 | |
| 27 | В.Теча | 176 | 0.50 | |
| 28 | Скилягино | 180 | 0.71 | |
| 29 | Бугаево | 186 | 0.43 | |
| 30 | Дубасово | 200 | 0.26 | |
| 31 | Биссерово | 202 | 0.45 | |
| 32 | Шутиха | 203 | 0.12 | |
| 33 | Прогресс | 207 | 0.28 | переселен |
| 34 | Першино | 212 | 0.24 | |
| 35 | Ганино и Марково | 215 | 0.11 | переселен |
| 36 | Ключи | 223 | 0.11 | |
| 37 | Затеча | 237 | 0.29 | |

* Значения $F_i$ получены непосредственно из данных измерений Sr-90 в организме и зубах жителей НП по реке Теча и могут уточняться по мере накопления данных измерений.

**2.2. Доза внешнего гамма-излучения.**

2.2.1. Доза внешнего гамма-излучения у населения бассейна р.Течи сформировалась за счет гамма-излучающих радионуклидов (цезий-137, цирконий-95, ниобий-95, рутений-106 и т.д.) присутствовавших в сбросах и загрязнивших воду, донные отложения и пойменные земли вдоль всей реки Течи. Величину эффективной дозы внешнего гамма-излучения определяют следующие факторы:

- мощность дозы в воздухе над открытыми участками почвы в различных точках НП и в его ареале, зависящая от плотности загрязнения почвы радионуклидом, распределениия радионуклида в верхнем почвенном слое, наличия снежного покрова;
- антропогенные факторы, зависящие от типа НП, защитных свойств жилых и производственных помещений и от времени, которое человек проводит на открытой местности и в помещении;
- коэффициенты перехода от измеряемой дозы в воздухе к величине эффективной дозы.

Основным параметром, определяющим среднюю величину дозы гамма-излучения у жителей, являлось расстояние НП от места сброса радиоактивных отходов. Внутри НП максимальные мощности экспозиционной дозы наблюдались в пойме непосредственно у уреза воды.

2.2.2. Согласно настоящей "Методике" определяется средняя накопленная эффективная доза внешнего гамма-излучения у всех возрастных когорт населения, проживавшего в НП бассейна реки Течи с января 1950 по январь 1960 года.

2.2.3. Исходные данные:

- результаты прямых измерений мощности экспозиционной дозы в воздухе в пойме реки Течи и на территории НП (дома, улицы, приусадебные участки), проведенных специалистами ЦЗЛ ПО Маяк в верховьях реки с 1951 года и бригадами ИБФ на всем протяжении реки с 1952 года;
- для реконструкции гамма-полей на всем протяжении реки в 1950 и 1951 годах используются результаты измерений удельной активности речной воды и информация по суммарной активности, динамике и радионуклидному составу сбросов (данные ПО Маяк).

2.2.4. Накопленная эффективная доза внешнего гамма-излучения у возрастной когорты года рождения T жителей i-го НП определяется как сумма годовых доз:

$$E^i_{ext}(T) = \sum_J E^i_{ext}(T, J) \qquad (2.1)$$

Здесь и далее по тексту:

i - индекс населенного пункта по списку из таблицы 2.1;

J - год внешнего облучения (или поступления радионуклидов в организм) при проживании в бассейне р.Течи (J=1950,...,1959);

T - год рождения рассматриваемой возрастной когорты (T=1910,...,1959).

Годовая эффективная доза $E^i_{ext}(T,J)$ у возрастной когорты года рождения T жителей i-го НП, обусловленная гамма-излучением в году J, определяется соотношением:

$$E^i_{ext}(T,J) = f \cdot C^E \cdot K_C \cdot 8760 \cdot \sum_j F_j(J-T) \cdot P^i_y(J), \text{ мЗв}, \qquad (2.2)$$

где $K_C$ - безразмерный коэффициент, характеризующий среднегодовое влияние снежного покрова на величину мощности дозы гамма-излучения, принятый равным 0.85;

$f$ - коэффициент перехода от экспозиционной дозы к поглощенной дозе в воздухе, равный $8.75 \cdot 10^{-6}$ мГр/мкР;

$C^E$ - коэффициент перехода от поглощенной дозы в воздухе к величине эффективной дозы, принятый равным 0.7 мЗв/мГр;

8760 - количество часов в году;

$F_j(J-T)$ - доля времени, в течение которого лица возраста (J-T) находятся в j-той точке внутри НП или в его ареале, час/год (таблица 2.2);

$P^i_y(J)$ - мощность экспозиционной дозы на высоте 1м, обусловленная гамма-излучением в календарном году J в j-той типовой точке i-го НП в отсутствие снежного покрова, мкР/ч.

Таблица 2.2.

Значения режимных коэффициентов $F_j(J-T)$ для различных возрастных (J-T) групп населения и типовых мест пребывания (j).

| Возрастная группа населения | Пойма | Приусадебные уч. и улицы | Помещения | Вне загрязненных территорий |
|---|---|---|---|---|
| Дети (0-6лет) и пенсионеры (>60лет) | 0.04 | 0.25 | 0.71 | - |
| Дети и подростки (7-15лет) | 0.08 | 0.21 | 0.63 | 0.08 |
| Взрослые (16-59лет) | 0.04 | 0.13 | 0.46 | 0.38 |

2.2.5. При отсутствии данных инструментальных измерений мощностей дозы гамма-излучения на территории НП принимали следующее отношение мощности экспозиционной дозы к ее значению в пойме:

1 : 0,05 : 0,025

(урез воды) : (приусадебные участки) : (помещения)

2.2.6. При отсутствии данных измерений в пойме реки в 1951 году, мощности дозы получены из отношения средних концентраций радионуклидов в речной воде по измерениям 1951 и 1952 годов. Мощности дозы в пойме в 1950 году для всех населенных пунктов приняты равными величинам 1951 года из соображений равенства активностей сбросов в 1950 и 1951 гг.

## 2.3. Доза внутреннего облучения

2.3.1. Доза внутреннего облучения формировалась за счет поступления радионуклидов в организм с водой и пищевыми продуктами местного производства. Ведущими дозообразующими радионуклидами являются стронций-90, стронций-89 и цезий-137.

2.3.2. Согласно Методике, для каждой возрастной когорты населения, проживавшего в бассейне р. Теча в период с января 1950 по январь 1960 года, определяются ожидаемые к 70-летнему возрасту эффективные дозы от каждого года поступления радионуклидов в организм.

2.3.3. Исходные данные:

- результаты измерений выхода бета-излучения с поверхности зубов постоянных жителей бассейна р. Теча (данные УНПЦ РМ; более 29 тыс. измерений у 14 тыс. человек; период измерений - с 1959 года);
- результаты измерений содержания Sr-90 в организме на счетчике излучения человека СИЧ-9.1 постоянных жителей бассейна р. Теча (данные УНПЦ РМ; более 24 тыс. измерений у 12 тыс. человек; период измерений - с 1974 года);
- данные по составу пищевых рационов и по радионуклидному составу речной воды в период массированных сбросов радионуклидов в р.Течу (по Материалам отчетов ФИБ-4 и ИБФ).

2.3.4. Средние годовые уровни поступления радионуклидов с водой и пищевым рационом в организм жителей реперного НП (с. Муслюмово) были восстановлены на основании измерений содержания стронция-90 в зубах и всем организме. Подробное описание метода реконструкции и восстановленные годовые уровни поступления с 1950 по 1978 год представлены в Пояснительной записке. Для практических расчетов дозы используется поступление за период с 1950 по 1960 год, составляющее более 99% суммарного поступления за весь период.

2.3.5. Среднее годовое поступление I радионуклида r для возрастной когорты года рождения T в календарном году J в i-м НП определяется по формуле:

$$I_i^r(T,J) = \alpha(T,J) \cdot F_i \cdot I_0^r(J), \text{ Бк}, \quad (2.3)$$

где: $I_0^r(J)$ - среднее годовое поступление радионуклида r взрослым жителям реперного НП в J-ом календарном году;

$F_i$ - коэффициент пересчета поступления для i-го НП по отношению к реперному НП (с. Муслюмово) - см. табл.2.1.;

α(T,J) - коэффициент пересчета поступления возрастной когорте жителей реперного НП года рождения T в календарном году J по отношению к поступлению для взрослого населения.

Значения α(T,J) и $F_i$ даны в таблицах 2.3 и 2.4.

Таблица 2.3.

*Соотношение между поступлением Sr-90 с рационом и питьевой водой детям различного возраста и взрослым α(T,J).*

| Возраст | 1950 | 1951 | 1952 | 1953 | 1954 | ≥1955 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-1 | 0.11 | 0.128 | 0.146 | 0.164 | 0.182 | 0.20 |
| 1-2 | 0.24 | 0.332 | 0.424 | 0.516 | 0.608 | 0.70 |
| 2-3 | 0.36 | 0.47 | 0.584 | 0.696 | 0.808 | 0.92 |
| 3-4 | 0.47 | 0.57 | 0.670 | 0.770 | 0.870 | 0.97 |
| 4-5 | 0.57 | 0.652 | 0.734 | 0.826 | 0.898 | 0.98 |
| 5-6 | 0.66 | 0.726 | 0.792 | 0.858 | 0.924 | 0.99 |
| 6-7 | 0.75 | 0.80 | 0.850 | 0.90 | 0.950 | 1.0 |
| 7-8 | 0.83 | 0.864 | 0.898 | 0.932 | 0.966 | 1.0 |
| 8-9 | 0.91 | 0.928 | 0.948 | 0.964 | 0.982 | 1.0 |
| 9-10 | 0.97 | 0.976 | 0.982 | 0.988 | 0.9994 | 1.0 |
| >10 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

2.3.6. Расчет накопленной эффективной дозы внутреннего облучения $E_{int}$ производится для трех основных дозообразующих радионуклидов: цезия-137, стронция-90 и стронция-89. На долю этих трех радионуклидов приходится более 95% эффективной дозы внутреннего облучения. Ввиду различия в метаболизме, вклады цезия и стронция в $E_{int}$ расчитываются по отдельности:

$$E_{int} = E_{Cs} + E_{Sr} \quad (2.4)$$

### 2.3.6. Цезий-137

Накопленная эффективная доза от поступления Cs-137 рассчитывается по модели из Публикации 56 МКРЗ для возрастной когорты Т жителей i-го НП за весь период как сумма ожидаемых доз от поступления каждого года, которое рассматривается как однократное:

$$E'_{Cs,i}(T) = \sum_J E_{Cs,i}(T,J) \qquad (2.5)$$

Здесь $E_{Cs,i}(T,J)$ - эффективная доза у возрастной когорты Т жителей i-го НП за счет поступления Cs-137 в календарном году J, которая рассчитывается по формуле:

$$E_{Cs,i}(T,J) = ek^{137}(J-T)\cdot I_i^{137}(T,J), \text{ мЗв}, \qquad (2.6)$$

где $I_i^{137}(T,J)$ - годовое поступление Cs-137 возрастной когорте года рождения Т в календарном году J в i-ом НП (см. раздел 2.3.4. настоящей Методики);

$ek^{137}(J\text{-}T)$ - дозовый коэффициент (Зв/Бк), равный ожидаемой эффективной дозе при единичном однократном поступлении Cs-137 в возрасте (J-T), согласно Публикации 56 МКРЗ - таблица 2.4.

Таблица 2.4.

Дозовые коэффициенты( мГр/Бк, мЗв/Бк) для поступления Sr-89, Sr-90, Cs-137 в организм жителей разного возраста пищевым путем.

| Возраст лет | Стронций-89 | | | | | Стронций-90 | | | | | Cs-13 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | dk, $10^{-5}$ мГр/Бк | | | | ek,$10^{-5}$ мЗв/Бк | dk, $10^{-5}$ мГр/Бк | | | | ek,$10^{-5}$ мЗв/Бк | ek,$10^{-}$ мЗв/Бк |
| | ККМ | КП | ВТК | НТК | | ККМ | КП | ВТК | НТК | | |
| < 1 | 6 | 12 | 2 | 6 | 1.6 | 71 | 100 | 3.7 | 13 | 13 | 2.0 |
| 1-2 | 2 | 5 | 3.5 | 10 | 1.2 | 45 | 74 | 3.3 | 11 | 9.1 | 1.1 |
| 2-7 | 1.2 | 2.5 | 2.5 | 8 | 0.9 | 17 | 39 | 1.9 | 7 | 4.1 | 0.9 |
| 7-12 | 0.8 | 1.7 | 1.5 | 5 | 0.6 | 18 | 55 | 1.1 | 4 | 4.3 | 1.0 |
| 12-17 | 0.8 | 1.2 | 1.0 | 3 | 0.4 | 24 | 12 | 0.6 | 2.1 | 6.7 | 1.4 |
| >17 | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 2.6 | 0.3 | 18 | 38 | 0.5 | 1.9 | 3.5 | 1.3 |

**2.3.7. Стронций-89,90.**

Для радионуклидов Sr-89,90 при алиментарном поступлении 99% эффективной дозы приходится на 4 органа (ткани): красный костный мозг (КМ), поверхности кости (КП), верхний и нижний отделы толстого кишечника (ВТК и НТК). В настоящей Методике расчеты $D^t_{Sr,j}(T)$ ограничены этими 4 органами.

Накопленная средняя поглощенная доза в ткани t у возрастной когорты T жителей i-го НП рассчитывается как сумма коммитментных поглощенных доз от каждого года поступления:

$$D^t_{Sr,i}(T) = \sum_J D^t_{Sr,i}(T,J) \qquad (2.7)$$

Здесь $D^t_{Sr,i}(T,J)$ - поглощенная доза в ткани t для возрастной когорты T жителей i-го НП от поступления Sr в календарном году J, которая рассчитывается по формуле:

$$D^t_{Sr,i}(T,J) = dk^t_{89,90}(J-T)\cdot I_i^{89,90}(T,J), \text{ мГр}, \qquad (2.8)$$

где $I_i^{89,90}(T,J)$ - годовое поступление Sr-89,90 возрастной когорте T в календарном году J в i-том НП (см. раздел 2.3.4. настоящей Методики);

$dk^t_{89,90}(J-T)$ - дозовый коэффициент (мГр/Бк), равный ожидаемой поглощенной дозе в ткани t при однократном поступлении 1 Бк Sr-89,90 в организм в возрасте (J-T). Значения $dk^t_{89,90}(J-T)$ приведены в таблице 2.4 для Sr-90 согласно Публикации 56 МКРЗ, а для Sr-89 - согласно возрастной модели метаболизма радионуклидов стронция, разработанной М.Дегтевой и В.Кожеуровым на основе исследований в бассейне р.Течи.

Накопленная средняя эффективная доза от радионуклидов стронция у жителей возрастной когорты T i-го НП рассчитывается по формуле, аналогичной (2.7) и (2.8):

$$E^i_{Sr}(T) = \sum_J ek_{89,90}(J-T)\cdot I_i^{89,90}(T,J), \quad \text{мЗв}, \qquad (2.9)$$

где $ek^t_{89,90}(J-T)$ - дозовый коэффициент (мЗв/Бк), равный ожидаемой эффективной дозе при поступлении 1 Бк Sr-89, 90 в организм в возрасте J-T. Значения $ek^t_{89,90}(J-T)$ приведены в таблице 2.4.

## 3. Требования к методике реконструкции накопленной дозы у населения зоны радиационной аварии на производственном объединении "Маяк" 29 сентября 1957 г.

### 3.1. Исходные данные

3.1.1. В результате аварийного взрыва ёмкости с радиоактивными отходами на ПО "Маяк" 29 сентября 1957 г. часть территории Челябинской, Свердловской и Тюменской областей была подвергнута загрязнению смесью радионуклидов с составом, приведенным в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Радионуклидный состав аварийного выброса 1957 г, *)

| Ралионуклиды | % суммарной активности |
|---|---|
| $^{90}Sr$ + $^{90}Y$ | 5,4 |
| $^{95}Zr$ + $^{95}Nb$ | 24,9 |
| $^{106}Ru$ + $^{106}Rh$ | 3,7 |
| $^{137}Cs$ + $^{137m}Ba$ | 0,036 |
| $^{144}Ce$ + $^{144}Pr$ | 66 |

*) В следовых количествах присутствовали $^{89}Sr$, $^{147}Pr$, $^{155}Eu$, плутоний.

3.1.2. В результате осаждения радиоактивного вещества на поверхность земли при прохождении облака выброса образовался Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) с общей площадью до 20 тыс. км$^2$ в границах минимальной плотности радиоактивного загрязнения 0.1 Ku/км$^2$ по $^{90}Sr$ и 1 тыс. км$^2$ в границах 2 Ku/км$^2$ по $^{90}Sr$, при превышении которой осуществляли меры радиационной защиты населения.

3.1.3. Облучение населения на территории ВУРС обусловлено несколькими путями, в зависимости от этапов аварии:

**I этап** - (прохождение радиоактивного облака и образование ВУРС) - внешнее облучение от облака и внутреннее облучение от радионуклидов при вдыхании вещества из радиоактивного облака.

**II этап** - (начальный период существования ВУРС до практически полного распада γ-излучающих нуклидов, около 5 лет после аварии) - внешнее облучение от загрязненной почвы и среды обитания, внутреннее облучение радионуклидами, поступающими в организм с пищевым рационом.

**III этап** - (поздний, более пяти лет после аварии и до настоящего времени) - преимущественно внутреннее облучение от $^{90}Sr$, поступающего в организм с пищевым рационом.

3.1.4. На формирование дозы облучения населения повлияли меры радиационной защиты, осуществленные на территории с плотностью загрязнения свыше 2 Ku/км$^2$ по $^{90}Sr$. С этой территории было отселено

10700 жителей в течение 10 - 670 суток после аварии. Вследствие этого всё население на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа подразделяется на две основные группы:

1 группа - внешнее облучение и поступление радионуклидов в организм было прекращено в момент переселения;

2 группа - внешнее облучение и поступление радионуклидов в организм происходит в течение всей продолжительности существования Восточно-Уральского радиоактивного следа или продолжительности проживания человека на территории с плотностью загрязнения не свыше 2 Ku/км$^2$ по $^{90}$Sr.

### 3.2. Доза внешнего β- и γ-излучения

Дозы внешнего облучения человека оценивают для двух основных источников излучений:

- радиоактивное облако выброса;
- почва на территории, загрязненной радиоактивными нуклидами.

Источники излучений, представляемые загрязненными интерьерами помещений, а также загрязненными участками поверхности тела и одежды, не учитываются, поскольку их вклад в суммарную дозу внешнего облучения не превышает 10%. Для рассматриваемой ситуации аэрогенного радиоактивного загрязнения местности восстанавливаются накопленные эффективная доза $E_{ext}$ и поглощенная доза в коже $D^k_{ext}$.

*3.2.1. Облучение при прохождении радиоактивного облака.*

3.2.1.1. Эффективную дозу внешнего γ-излучения за время прохождения облака $E^0_\gamma$, пропорциональную начальной плотности загрязнения территории стронцием-90 $\sigma_{90}$, рассчитывают по формуле:

$$E^0_\gamma = \frac{10^{-3}}{\overline{V_g}} \cdot \sum_r \sigma_{r0} \cdot k_{\gamma r}, \text{ мЗв}, \qquad (3.1)$$

где $\sigma_{r0}$ - начальная плотность загрязнения территории r-ым радионуклидом, $Бк/м^2$ ; $\sigma_{r0} = R_r \cdot \sigma_{90}$ ;

$\sigma_{90}$ - начальная плотность загрязнения территории $^{90}$Sr, $Бк/м^2$

$R_r$ - отношение начальной активности r-го радионуклида и $^{90}$Sr в выпадениях на ВУРС, отн.ед., - табл. 3.2.;

$k_{\gamma r}$ - дозовый коэффициент для условий погружения тела человека в полубесконечное облако выброса r-го радионуклида, $(мкЗв \cdot м^3)/(Бк \cdot с)$, - табл. 3.2.;

$\overline{v_g}$ - средняя скорость осаждения радиоактивного вещества из облака на поверхность почвы, принятая равной 0.01 м/с для всех радионуклидов на всем пути прохождения облака.

3.2.1.2. Поглощенную дозу внешнего гамма-излучения в коже за время прохождения облака $D_\gamma^{K0}$, пропорциональную плотности загрязнения почвы стронцием-90, оценивают по аналогичной формуле:

$$D_\gamma^{K0} = \frac{10^{-3}}{\overline{V_g}} \cdot \sum_r \sigma_{r0} \cdot k^K{}_{\gamma r}, \text{ мГр}, \qquad (3.2)$$

где $k^K_{\gamma r}$ для кожи также приведены в табл.3.2.

Таблица 3.2.

Численные значения параметров формул (3.1) - (3.3)

| Радионуклид | Rr, отн. ед. | $k_{\gamma r} \cdot 10^8$, доза в коже, (мкГр·м$^3$)/(Бк·с) | $k_{\gamma r} \cdot 10^8$, эффект. доза, (мкЗв·м$^3$)/(Бк·с) | $k^K_{\beta r} \cdot 10^8$, доза в коже, (мкГр·м$^3$)/(Бк·с) |
|---|---|---|---|---|
| $^{90}Sr$ | 1.0 | - | - | 0.9 |
| $^{90}Y$ | 1.0 | - | - | 6.5 |
| $^{95}Zr$ | 4.6 | 4.3 | 3.5 | 0.4 |
| $^{95}Nb$ | 4.6 | 4.6 | 3.5 | 0.1 |
| $^{106}Ru+^{106}Rh$ | 1.4 | 0.6 | 0.5 | 9.7 |
| $^{137}Cs$ | 0.07 | 3.5 | 2.7 | 1.1 |
| $^{144}Ce+^{144}Pr$ | 24.4 | 0.15 | 0.12 | 4.8 |

3.2.1.3. Дозы внешнего β-облучения при прохождении облака рассчитывают только для единственно облучаемой при этом ткани - кожного покрова. При этом применяют формулу (3.2), подставляя в нее $k^K_{\beta r}$ вместо $k^K_{\gamma r}$, значения которых приведены в табл.3.2.

3.2.1.4. Для оценки сочетанного внешнего β+γ-облучения кожи применяют уравнение (3.3):

$$D^{K0}_{\beta+\gamma} = \frac{10^{-3}}{\overline{V_g}} \cdot \sum_r \sigma_{r0} \cdot (k^K_{\beta r} + k^K_{\gamma r}), \text{ мЗв}, \qquad (3.3)$$

*3.2.2. Облучение при нахождении на загрязненной местности*

3.2.2.1. Накопленная после радиоактивного загрязнения местности к году J эффективная доза внешнего гамма-излучения Eγ у ее жителей определяется соотношением:

$$E_\gamma(J) = K_{\text{эф}} \cdot \sum_r k^{\text{II}}_{\gamma\ r} \cdot \sigma_{r0} \cdot \int_{1957}^{J} B(\tau) \cdot e^{-\lambda_r \tau} \cdot d\tau, \quad \text{мЗв}, \qquad (3.4)$$

где : $K_{ээ}$ - коэффициент эффективного экранирования γ-излучения стенами зданий и сооружений в населенном пункте, отн.ед.- табл 3.3.

$k_{\gamma r}^{п}$ - дозовый коэффициент для условий внешнего γ-облучения тела человека при нахождении его на поверхности почвы, содержащей r-й радионуклид, $(мкЗв \cdot м^2)/(Бк \cdot с)$, - табл. 3.4;

$\sigma_{r0}$ - начальная плотность загрязнения территории r-ым радионуклидом, $Бк/м^2$; по отношению к $^{90}Sr$ выражается как $\sigma_{r0} = R_r \cdot \sigma_{90}$ - см. табл.3.2;

$\lambda_r$ - константа скорости радиоактивного распада r-го радионуклида;

B(t) - функция изменения мощности дозы γ-излучения с поверхности почвы в результате естественных процессов заглубления радиоактивного вещества в почве, отн.ед..

3.2.2.2. Среднегодовой коэффициент эффективного экранирования $K_{ээ}$ складывается из факторов экранирования γ-излучения стенами зданий при нахождении человека внутри помещений и фактора времени пребывания человека внутри и вне помещений:

$$K_{ээ} = (K_э \cdot T_п + (1 - T_п)) \cdot K_C, \text{ отн.ед.} \qquad (3.5)$$

где $K_э$ - коэффициент экранирования γ-излучения внутри помещения, отн.ед.;

$T_П$ - среднегодовая доля времени пребывания в помещении, отн.ед..

$K_C$ - среднегодовой коэффициент снижения мощности дозы в воздухе снежным покровом, равный 0.85.

Для реальных условий жизнедеятельности преимущественно сельского населения на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа $K_э$ меняется в пределах от 0.05 до 0.3, составляя в среднем около 0.1. Доля времени пребывания человека в помещении $T_П$ зависит от возраста и профессиональной занятости: от 0.4 - для лиц, непосредственно занятых на работе в поле, до 0.8 - для лиц с преимущественной профессиональной занятостью внутри помещений - табл. 3.3.

3.2.2.3. Значения B в зависимости от времени после аварии Θ определяются как

$$B(\Theta) = 0.63 \exp(-1.13\ \Theta) + 0.37 \exp(-0.075\ \Theta) \text{ , отн.ед.,} \qquad (3.6)$$

где Θ - в годах .

Численные значения интеграла в формуле (3.4) для основных радионуклидов приведены в табл.П.1. Приложения.

Таблица 3.3

Значения среднегодового коэффициента эффективного экранирования $K_{ээ}$ в зависимости от условий жизнедеятельности населения

| Параметр | Наихудшие условия | Наилучшие условия | Средние условия |
|---|---|---|---|
| Коэффициент экранирования $K_э$ | 0.3 | 0.05 | 0.1 |
| Доля времени пребывания в помещениях $T_п$ | 0.4 | 0.8 | 0.7 |
| Коэффициент эффективного экранирования $K_{ээ}$ | 0.6 | 0.2 | 0.3 |

Таблица 3.4

Дозовые коэффициенты $k_{\gamma r}^{п}$ для условий внешнего γ-облучения человека с поверхности загрязненной почвы

| Радионуклид | $k_{\gamma r}^{п} \cdot 10^{10}, (мкЗв \cdot м^2)/(Бк \cdot с)$ |
|---|---|
| $^{95}Zr$ | 6.8 |
| $^{95}Nb$ | 7.0 |
| $^{106}Ru+^{106}Rh$ | 1.0 |
| $^{137}Cs$ | 5.4 |
| $^{144}Ce+^{144}Pr$ | 0.2 |

## 3.3. Доза внутреннего облучения

*3.3.1. Исходные данные.*

3.3.1.1. Согласно данным Методическим указаниям, для населения территории ВУРС восстанавливается расчетным методом накопленная эффективная доза внутреннего облучения вследствие вдыхания радионуклидов в период прохождения радиоактивного облака, а также длительного поступления радионуклидов в организм с пищей местного производства.

3.3.1.2. Исходными данными для восстановления дозы от ингаляционного поступления радионуклидов являются средняя плотность начального загрязнения почвы в населенном пункте и его ареале радионуклидами, рассчитанная по плотности загрязнения почвы долгоживущим стронцием-90 с учетом изотопного состава выпадений.

3.3.1.3. Исходными данными для восстановления дозы от алиментарного поступления радионуклидов являются функции годового поступления основных радионуклидов с типовым рационом питания, полученные в результате длительного исследования содержания радионуклидов в основных пищевых продуктах, а также изучения рациона питания местного населения. Годовое поступление основных радионуклидов с пищей нормировано на среднюю плотность загрязнения территории НП долгоживущим стронцием-90.

*3.3.2. Внутреннее облучение*

*от поступления радионуклидов с вдыхаемым воздухом*

3.3.2.1. Для условий Восточно-Уральского радиоактивного следа учет дозы у населения, определяемой ингаляционным путем поступления, целесообразен только для периода прохождения радиоактивного облака. Ингаляционное поступление в последующий период, как показали измерения содержания радионуклидов в атмосферном воздухе под действием вторичного ветрового подъема, явилось незначительным по сравнению с поступлением с пищей.

3.3.2.2. Для оценки накопленной эффективной дозы следует применять уравнение:

$$E_{inh}(T) = \frac{V(1957-T)}{\overline{V_g}} \cdot \sum_r ek_r^{inh} \cdot \sigma_{r0}\ , \text{мЗв}, \qquad (3.7)$$

где $E_{inh}$ - эффективная доза, накопленная вследствие ингаляционного поступления r радионуклидов за время прохождения облака выброса, мЗв;

V(1957-T) - интенсивность дыхания людей в зависимости от возраста, $м^3/с$, - табл. 3.5;

$\overline{V_g}$ - средняя скорость осаждения, равная 0.01 м/с;

$ek_r^{inh}$ - дозовый коэффициент, мЗв/Бк, для ингаляционного поступления r-того радионуклида - табл.П2 Приложения:

$\sigma_{r0}$ - начальная плотность загрязнения территории r-ым радионуклидом, $Бк/м^2$ - см. пояснение к уравнению (3.1).

Таблица 3.5

Интенсивность дыхания V у людей разного возраста

| Возраст, лет | V, $м^3/с$ |
|---|---|
| Меньше 1 | 1.5E-5 |
| 1 - 2 | 4.4E-5 |
| 2 - 7 | 1.1E-4 |
| 7 - 12 | 1.7E-4 |
| 12 - 17 | 2.2E-4 |
| Взрослые (больше 17 лет) | 2.7E-4 |

*3.3.3. Внутреннее облучение от поступления радионуклидов с пищей*

3.3.3.1. Продолжительность начального поступления всей смеси радионуклидов, а затем только $^{90}Sr$ и $^{137}Cs$ в организм разных групп населения с пищей различна. У отселенных жителей это поступление было прекращено после отселения, у остального населения поступление $^{90}Sr$ и $^{137}Cs$ продолжается до настоящего времени.

3.3.3.2. Для расчета средних накопленных поглощенной в органе дозы $D^t_{ing}$ и эффективной дозы $E_{ing}$ используют уравнения (3.8) и (3.9), учитывающие среднее поступление r радионуклидов в организм когорты жителей года рождения T в течение времени от момента аварии в 1957 г. до года J:

$$D^t_{ing}(T,J) = \sigma_{90} \cdot \sum_r \sum_J i_r(T,J) \cdot dk_r^{ing}(J-T), \text{ мГр,} \qquad (3.8)$$

$$E_{ing}(T,J) = \sigma_{90} \cdot \sum_r \sum_J i_r(T,J) \cdot ek_r^{ing}(J-T), \text{ мЗв,} \qquad (3.9)$$

где $dk_r^{ing}(J-T)$ и $ek_r^{ing}(J-T)$ - дозовые коэффициенты для расчета ожидаемой поглощенной в органе или эффективной дозы от разового пищевого поступления радионуклида r в возрасте (J - T), мГр/Бк или мЗв/Бк, соответственно. Численные значения дозовых коэффициентов для Sr-90 и Cs-137 приведены в табл.2.4, а для других радионуклидов - в табл.П3 Приложения;

$i_r(T,J)$ - среднее годовое поступление r-го радионуклида с пищей в J-том году группе жителей T-го года рождения, нормированное на плотность загрязнения почвы стронцием-90, (Бк·$м^2$)/Бк$^{90}Sr$.

3.3.3.3. Значения ежегодного поступления радионуклидов $i,(T,J)$, используемые в уравнениях (3.8) и (3.9), основаны на экспериментальных данных, полученных в результате систематических исследований пищевых рационов сельского населения региона ВУРС. В зависимости от продолжительности проживания жителей до их отселения объем потребления пищи и поступление радионуклидов с пищей на протяжении периода до окончания отселения изменялись. Годовое поступление у этой группы, отнесенное к плотности загрязнения территории $^{90}Sr$, на протяжении первых двух лет было меньшим, чем у неотселенных жителей. Ежегодное годовое поступление $^{90}Sr$ и других радионуклидов с пищей для групп отселенных и неотселенных жителей разного возраста представлено в табл. П.4 Приложения.

## 4. Требования к методике реконструкции дозы облучения жителей Челябинской области инкорпорированными трансурановыми радионуклидами

### 4.1. Исходные данные

4.1.1. Методика применима для расчета средней накопленной эффективной и поглощенной дозы от трансурановых радионуклидов при ингаляционном поступлении их в организм групп жителей населенных пунктов Челябинской области в зависимости от времени проживания в этих НП. Для расчета используется полученная авторами упрощенная формула зависимости темпа формирования дозы внутреннего облучения у жителей Челябинской области с 1949 г. по 1994г.

4.1.2. В данной методике оценка средней накопленной дозы основывается на результатах посмертных исследований содержания трансурановых элементов в организме у лиц, проживавших в различных населенных пунктах области. В качестве исходной информации для реконструкции дозы используются сведения о времени и месте (населенном пункте) проживания группы лиц. Необходимые для проведения расчетов научные данные представлены в виде таблиц. Методика применяется также для населенных пунктов, в которых не проводились посмертные исследования, но уровни содержания определены путем интерполяции результатов.

### 4.2. Методика расчета дозы от ингаляции трансурановых радионуклидов

4.2.1. Дозы рассчитываются по формулам:

поглощенная доза в органе и ткани t за период от года $J_1$ до 1994 г.:

$$D^t_{inh} = d^t_{Pu} \cdot 1.18 \cdot K_i \cdot \sum_{J_1}^{J_2} V(J) \cdot (1994 - J), \text{ мГр}, \qquad (4.1)$$

а эффективная доза за тот же период:

$$E_{inh} = \dot{e}_{Pu} \cdot 1.18 \cdot K_i \cdot \sum_{J_1}^{J_2} V(J) \cdot (1994 - J), \text{ мЗв}, \qquad (4.2)$$

где $d^t_{Pu}$ - годовая поглощенная доза α-излучения в ткани t, обусловленная равновесным содержанием в организме взрослого 1 Бк *плутония*-238, -239, -240, мГр/Бк·год, - табл.4.1.;

$\dot{e}_{Pu}$ - годовая эффективная доза, обусловленная содержанием в организме взрослого 1 Бк плутония-238, -239, -240, мЗв/Бк·год, - табл.4.1.;

V(J) - годовой прирост содержания плутония в организме в J-й год проживания в г.Челябинск-65, восстановленный по данным посмертных исследований, Бк, - табл.4.2.;

1.18 - множитель, учитывающий облучение америцием-241, отн.ед.;

$K_i$ - отношение равновесного содержания плутония у жителей i-го населенного пункта к содержанию у жителей г.Челябинска-65 при совпадающих сроках проживания - табл. 4.2. ;

$J_1$ - год начала проживания в данном населенном пункте;

$J_2$ - год окончания проживания в данном населенном пункте.

Таблица 4.1.

Коэффициенты мощности дозы α-излучения для формул (4.1) и (4.2)

| $d^t_{Pu}$, мГр/Бк·год | | | | | | $\dot{e}_{Pu}$, мЗв/Бк·год |
|---|---|---|---|---|---|---|
| легкие | печень | клетки костных пов-стей | красный костный мозг | муж. гонады | другие органы | |
| $2.0 \cdot 10^{-3}$ | $3.1 \cdot 10^{-3}$ | $3.5 \cdot 10^{-2}$ | $3.1 \cdot 10^{-3}$ | $7 \cdot 10^{-4}$ | $3 \cdot 10^{-5}$ | 0.032 |

Таблица 4.2.

Средний годовой прирост содержания плутония в организме V, Бк, в различные годы проживания в городе, J

| J | V(J) | J | V(J) |
|---|---|---|---|
| 1949 | 0.20 | 1966 | 0.13 |
| 1950 | 0.14 | 1967 | 0.13 |
| 1951 | 0.16 | 1968 | 0.12 |
| 1952 | 0.15 | 1969 | 0.13 |
| 1953 | 0.16 | 1970 | 0.12 |
| 1954 | 0.15 | 1971 | 0.12 |
| 1955 | 0.15 | 1972 | 0.12 |
| 1956 | 0.14 | 1973 | 0.12 |
| 1957 | 0.15 | 1974 | 0.11 |
| 1958 | 0.14 | 1975 | 0.12 |
| 1959 | 0.14 | 1976 | 0.11 |
| 1960 | 0.14 | 1977 | 0.12 |
| 1961 | 0.14 | 1978 | 0.11 |
| 1962 | 0.13 | 1979 | 0.11 |
| 1963 | 0.14 | 1980 | 0.10 |
| 1964 | 0.13 | 1981-1994 | 0.10 |
| 1965 | 0.13 | | |

## 4.3. Пример расчета поглощенной и эффективной дозы

4.3.1. Необходимая входная информация:

- год начала проживания индивидуума в поселке Новогорный:

$$J_1 = 1949 \text{ г;}$$

- год окончания проживания в поселке Новогорный:

$$J_2 = 1994 \text{ г.}$$

4.3.2. Вычисления поглощенной и эффективной дозы:

а) Рассчитываем величину $\sum_{J_1}^{J_2} V(J)\cdot(1994-J)$. Значения V(J) берутся из табл.4.2:

$$\sum_{J_1}^{J_2} V(J)\cdot(1994-J) = V_1\cdot(1994-1949)+V_2\cdot(1994-1950)+\ldots = 0.20\cdot 45+0.14\cdot 44+\ldots = 139.84; \text{б)}$$

Согласно входным данным о пункте проживания в табл.П.5. Приложения выбираем для поселка Новогорный значения $K_i$=0.3;

в) Пользуясь данными табл.4.1. находим, например, для легкого:

$$d^{t}_{Pu} = 2.0\cdot 10^{-3} \text{ мГр/Бк·год.}$$

По формуле (4.1) вычисляем поглощенную дозу в легких:

$$D^{t}_{inh} = 2.0\cdot 10^{-3}\cdot 1.18\cdot 0.3\cdot 139.84 = 0.099 \text{ мГр.}$$

Аналогичные вычисления проводим для остальных органов и тканей, приведенных в табл.4.1;

г) Используя численное значение $\dot{e}_{Pu}$, которое приведено в табл.4.1, по формуле (4.2) вычисляем эффективную дозу:

$$E_{inh} = 0.032\cdot 1.18\cdot 0.03\cdot 139.84 = 1.58 \text{ мЗв.}$$

## 5. Требования к определению накопленной эффективной дозы

### 5.1. Накопленная эффективная доза у жителей бассейна р.Течи

5.1.1. Накопленная эффективная доза внешнего и внутреннего облучения возрастной когорты года рождения Т жителей i-го НП бассейна р.Течи, обусловленная β-, γ-излучением радионуклидов вычисляется по формуле:

$$E^i(T) = E^i_{ext}(T) + E^i_{Cs}(T) + E^i_{Sr}(T), \text{ мЗв}, \qquad (5.1)$$

где $E^i_{ext}(T)$ - определяется по формуле (2.1);

$E^i_{Cs}(T)$ - определяется по формуле (2.5);

$E^i_{Sr}(T)$ - определяется по формуле (2.9).

5.1.2. Эффективная доза у этой же когорты жителей, обусловленная α-излучением ингалированных трансурановых радионуклидов Pu-238,-239,-240 и Am-241, вычисляется по формуле (4.2) и суммируется с результатом вычисления по формуле (5.1).

### 5.2. Накопленная эффективная доза у жителей зоны аварии ПО"Маяк" 29 сентября 1957 г.

5.2.1. Накопленная эффективная доза внешнего и внутреннего облучения возрастной когорты года рождения Т жителей i-го НП не территории ВУРС, обусловленная β-, γ-излучением радионуклидов, складывается из дозы, полученной в период прохождения радиоактивного облака, и дозы, полученной за период проживания на загрязненной местности:

$$E^i(T) = E^0_\gamma + E^0_\beta + E_\gamma + E_{inh}(T) + E_{ing}(T), \text{ мЗв}, \qquad (5.2)$$

где $E^0_\gamma, E_\gamma, E_{inh}(T)$ *и* $E_{ing}(T)$ вычисляются по формулам (3.1), (3.4), (3.7) и (3.9), соответственно.

5.2.2. Эффективная доза у этой же когорты жителей, обусловленная α-излучением ингалированных трансурановых радионуклидов, определяется по формуле (4.2) и суммируется с результатами вычисления по формуле (5.2)

Приложение.

Таблица П.1

Численные значения интеграла (сек) $\int_0^{\Theta} B(\tau) \cdot \exp(-\lambda_i \cdot \tau) d\tau$ в формуле (3.4) Методики

| Время проживания после аварии Θ | Радионуклид | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $^{95}Zr$, $^{95}Nb$ | $^{106}Ru + ^{106}Rh$ | $^{137}Cs$ | $^{144}Ce + ^{144}Pr$ |
| 10 сут | 8.51E5 | 8.51E5 | 8.51E5 | 8.50E5 |
| 14 сут | 1.20E6 | 1.20E6 | 1.20E6 | 1.17E6 |
| 250 сут | 6.62E6 | 1.42E7 | 1.73E7 | 7.88E6 |
| 330 сут | 6.94E6 | 1.67E7 | 2.18E7 | 1.55E7 |
| 1 год | 6.94E6 | 1.77E7 | 2.33E7 | 1.64E7 |
| 670 сут | 6.94E6 | 2.27E7 | 3.63E7 | 2.02E7 |
| 2 года | 6.94E6 | 2.33E7 | 3.85E7 | 2.05E7 |
| 3 год | 6.94E6 | 2.59E7 | 5.05E7 | 2.21E7 |
| 4 года | 6.94E6 | 2.68E7 | 6.18E7 | 2.27E7 |
| 5 лет | 6.94E6 | 2.74E7 | 7.22E7 | 2.27E7 |
| 6 лет | 6.94E6 | 2.78E7 | 8.26E7 | 2.30E7 |
| 7 лет | 6.94E6 | 2.78E7 | 9.27E7 | 2.30E7 |
| 10 лет | 6.94E6 | 2.81E7 | 1.21E8 | 2.30E7 |
| 20 лет | 6.94E6 | 2.81E7 | 2.04E8 | 2.30E7 |
| 35 дет | 6.94E6 | 2.81E7 | 2.98E8 | 2.30E7 |
| 70 лет | 6.94E6 | 2.81E7 | 4.29E8 | 2.30E7 |

Таблица П.2.

Дозовые коэффициенты $ek_r^{inh}$, мЗв/Бк, для ингаляционного поступления радионуклидов в организм жителей разного возраста.

| Возраст, лет | $^{90}Sr$, класс D | $^{95}Zr$, класс Г | $^{95}Nb$, класс Г | $^{106}Ru$, класс Г | $^{137}Cs$, класс D | $^{144}Ce$, класс Г |
|---|---|---|---|---|---|---|
| < 1 | $1.2 \cdot 10^{-4}$ | $5.0 \cdot 10^{-5}$ | $1.2 \cdot 10^{-5}$ | $9.8 \cdot 10^{-4}$ | $1.3 \cdot 10^{-5}$ | $7.9 \cdot 10^{-4}$ |
| 1 - 2 | $1.0 \cdot 10^{-4}$ | $3.7 \cdot 10^{-5}$ | $8.7 \cdot 10^{-6}$ | $7.5 \cdot 10^{-4}$ | $7.6 \cdot 10^{-6}$ | $6.0 \cdot 10^{-4}$ |
| 2 - 7 | $6.3 \cdot 10^{-5}$ | $2.0 \cdot 10^{-5}$ | $4.9 \cdot 10^{-6}$ | $4.2 \cdot 10^{-4}$ | $6.0 \cdot 10^{-6}$ | $3.3 \cdot 10^{-4}$ |
| 7 - 12 | $6.1 \cdot 10^{-5}$ | $1.3 \cdot 10^{-5}$ | $3.3 \cdot 10^{-6}$ | $2.7 \cdot 10^{-4}$ | $6.5 \cdot 10^{-6}$ | $2.1 \cdot 10^{-4}$ |
| 12 - 17 | $8.9 \cdot 10^{-5}$ | $9.3 \cdot 10^{-6}$ | $2.3 \cdot 10^{-6}$ | $1.8 \cdot 10^{-4}$ | $8.7 \cdot 10^{-6}$ | $1.4 \cdot 10^{-4}$ |
| > 17 | $6.0 \cdot 10^{-5}$ | $6.7 \cdot 10^{-6}$ | $1.7 \cdot 10^{-6}$ | $1.3 \cdot 10^{-4}$ | $8.6 \cdot 10^{-6}$ | $1.0 \cdot 10^{-4}$ |

Таблица П.3

Дозовые коэффициенты $ek_r^{ing}$, мЗв/Бк, для поступления радионуклидов в организм жителей разного возраста пищевым путем.

| Возраст, лет | $^{95}Zr$ | $^{95}Nb$ | $^{106}Ru$ | $^{144}Ce$ |
|---|---|---|---|---|
| < 1 | $1.0 \cdot 10^{-5}$ | $5.2 \cdot 10^{-6}$ | $8.9 \cdot 10^{-5}$ | $8.0 \cdot 10^{-5}$ |
| 1 - 2 | $6.6 \cdot 10^{-6}$ | $3.7 \cdot 10^{-6}$ | $5.3 \cdot 10^{-5}$ | $4.3 \cdot 10^{-5}$ |
| 2 - 7 | $3.6 \cdot 10^{-6}$ | $2.1 \cdot 10^{-6}$ | $2.7 \cdot 10^{-5}$ | $2.1 \cdot 10^{-5}$ |
| 7 - 12 | $2.2 \cdot 10^{-6}$ | $1.3 \cdot 10^{-6}$ | $1.6 \cdot 10^{-5}$ | $1.3 \cdot 10^{-5}$ |
| 12 - 17 | $1.4 \cdot 10^{-6}$ | $8.6 \cdot 10^{-7}$ | $9.2 \cdot 10^{-6}$ | $7.2 \cdot 10^{-6}$ |
| > 17 | $1.1 \cdot 10^{-6}$ | $6.8 \cdot 10^{-7}$ | $7.5 \cdot 10^{-6}$ | $5.8 \cdot 10^{-6}$ |

Таблица П.4.

Годовое поступление радионуклидов в организм жителей с пищей $i_r$ после аварии на ПО "Маяк" в 1957 г., нормированное на плотность загрязнения территории $^{90}Sr$, $10^6$ (Бк·м$^2$)/Бк$^{90}Sr$.

| Отселение с ВУРС | Возраст на момент аварии, лет | $^{90}Sr$ | $^{90}Y$ | $^{95}Zr$ | $^{95}Nb$ | $^{106}Ru+^{106}Rh$ | $^{137}Cs$ | $^{144}Ce+^{144}Pr$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1-й год | | | | |
| Через 10 суток | < 1 | 1.5E-8 | 1.5E-8 | 8.5E-9 | 8.5E-9 | 3.1E-9 | 6.0E-9 | 2.4E-7 |
| | 1 - 2 | 2.9E-8 | 2.9E-8 | 1.7E-8 | 1.7E-8 | 6.2E-9 | 1.2E-8 | 4.9E-7 |
| | 2 - 7 | 4.5E-8 | 4.5E-8 | 2.7E-8 | 2.7E-8 | 9.6E-9 | 1.2E-8 | 7.4E-7 |
| | 7 - 12 | 6.0E-8 | 6.0E-8 | 3.7E-8 | 3.7E-8 | 1.3E-8 | 1.3E-8 | 9.8E-7 |
| | 12 - 17 | 6.0E-8 | 6.0E-8 | 1.1E-7 | 1.1E-7 | 1.8E-8 | 1.6E-8 | 1.1E-6 |
| | > 17 | 6.0E-8 | 6.0E-8 | 1.9E-7 | 1.9E-7 | 2.2E-8 | 1.8E-8 | 1.3E-6 |
| Через 14 суток | < 1 | 2.0E-8 | 2.0E-8 | 1.2E-8 | 1.2E-8 | 3.9E-9 | 8.5E-9 | 3.4E-7 |
| | 1 - 2 | 4.1E-8 | 4.1E-8 | 2.3E-8 | 2.3E-8 | 7.8E-9 | 1.7E-8 | 6.7E-7 |
| | 2 - 7 | 6.2E-8 | 6.2E-8 | 3.6E-8 | 3.6E-8 | 1.2E-8 | 1.8E-8 | 1.0E-6 |
| | 7 - 12 | 8.4E-8 | 8.4E-8 | 4.9E-8 | 4.9E-8 | 1.6E-8 | 1.8E-8 | 1.3E-6 |
| | 12 - 17 | 8.4E-8 | 8.4E-8 | 1.6E-7 | 1.6E-7 | 2.2E-8 | 2.2E-8 | 1.6E-6 |
| | > 17 | 8.4E-8 | 8.4E-8 | 2.6E-7 | 2.6E-7 | 2.8E-8 | 2.5E-8 | 1.8E-6 |
| Через 250 суток | < 1 | 3.6E-7 | 3.6E-7 | 8.0E-8 | 8.0E-8 | 6.0E-8 | 1.5E-7 | 4.5E-6 |
| | 1 - 2 | 7.2E-7 | 7.2E-7 | 1.6E-7 | 1.6E-7 | 1.2E-7 | 3.0E-7 | 8.9E-6 |
| | 2 - 7 | 1.1E-6 | 1.1E-6 | 2.5E-7 | 2.5E-7 | 1.8E-7 | 3.1E-7 | 1.4E-5 |
| | 7 - 12 | 1.5E-6 | 1.5E-6 | 3.3E-7 | 3.3E-7 | 2.4E-7 | 3.2E-7 | 1.8E-5 |
| | 12 - 17 | 1.5E-6 | 1.5E-6 | 1.0E-6 | 1.0E-6 | 3.3E-7 | 3.8E-7 | 2.0E-5 |
| | > 17 | 1.5E-6 | 1.5E-6 | 1.7E-6 | 1.7E-6 | 4.2E-7 | 4.5E-7 | 2.3E-5 |
| Через 330 суток | < 1 | 4.4E-7 | 4.4E-7 | 9.0E-8 | 9.0E-8 | 7.0E-8 | 1.7E-7 | 5.0E-6 |
| | 1 - 2 | 8.7E-7 | 8.7E-7 | 1.8E-7 | 1.8E-7 | 1.4E-7 | 3.4E-7 | 1.0E-5 |
| | 2 - 7 | 1.4E-6 | 1.4E-6 | 2.7E-7 | 2.7E-7 | 2.1E-7 | 3.6E-7 | 1.6E-5 |
| | 7 - 12 | 1.8E-6 | 1.8E-6 | 3.4E-7 | 3.4E-7 | 2.8E-7 | 3.7E-7 | 2.1E-5 |
| | 12 - 17 | 1.8E-6 | 1.8E-6 | 1.1E-6 | 1.1E-6 | 3.8E-7 | 4.4E-7 | 2.4E-5 |
| | > 17 | 1.8E-6 | 1.8E-6 | 1.8E-6 | 1.8E-6 | 4.9E-7 | 5.1E-7 | 2.7E-5 |
| Нет | < 1 | 4.6E-7 | 4.6E-7 | 9.8E-8 | 9.8E-8 | 7.1E-8 | 2.0E-7 | 5.1E-6 |
| | 1 - 2 | 9.1E-7 | 9.1E-7 | 1.9E-7 | 1.9E-7 | 1.5E-7 | 4.0E-7 | 1.2E-5 |
| | 2 - 7 | 1.4E-6 | 1.4E-6 | 2.9E-7 | 2.9E-7 | 2.2E-7 | 4.2E-7 | 1.8E-5 |
| | 7 - 12 | 1.9E-6 | 1.9E-6 | 3.5E-7 | 3.5E-7 | 3.0E-7 | 4.4E-7 | 2.2E-5 |
| | 12 - 17 | 1.9E-6 | 1.9E-6 | 1.2E-6 | 1.2E-6 | 4.0E-7 | 5.1E-7 | 2.6E-5 |
| | > 17 | 1.9E-6 | 1.9E-6 | 1.9E-6 | 1.9E-6 | 5.1E-7 | 5.8E-7 | 2.9E-5 |
| | | | | 2-й год | | | | |
| Через 670 суток | < 1 | 2.4E-7 | 2.4E-7 | 7.3E-10 | 7.3E-10 | 2.0E-8 | 9.2E-8 | 1.4E-6 |
| | 1 - 2 | 3.3E-7 | 3.3E-7 | 1.1E-9 | 1.1E-9 | 3.0E-8 | 1.4E-7 | 2.0E-6 |
| | 2 - 7 | 3.6E-7 | 3.6E-7 | 1.6E-9 | 1.6E-9 | 4.8E-8 | 1.5E-7 | 3.4E-6 |
| | 7 - 12 | 4.8E-7 | 4.8E-7 | 2.0E-9 | 2.0E-9 | 6.5E-8 | 1.5E-7 | 4.6E-6 |
| | 12 - 17 | 4.8E-7 | 4.8E-7 | 6.1E-9 | 6.1E-9 | 8.4E-8 | 1.8E-7 | 5.3E-6 |
| | > 17 | 4.8E-7 | 4.8E-7 | 1.0E-8 | 1.0E-8 | 1.1E-7 | 2.0E-7 | 5.9E-6 |
| Нет | < 1 | 2.8E-7 | 2.8E-7 | 8.7E-10 | 8.7E-10 | 2.4E-8 | 1.1E-7 | 1.6E-6 |
| | 1 - 2 | 3.9E-7 | 3.9E-7 | 1.3E-9 | 1.3E-9 | 3.6E-8 | 1.7E-7 | 2.4E-6 |
| | 2 - 7 | 4.3E-7 | 4.3E-7 | 1.9E-9 | 1.9E-9 | 5.7E-8 | 1.8E-7 | 4.0E-6 |
| | 7 - 12 | 5.7E-7 | 5.7E-7 | 2.4E-9 | 2.4E-9 | 7.7E-8 | 1.8E-7 | 5.5E-6 |
| | 12 - 17 | 5.7E-7 | 5.7E-7 | 7.2E-9 | 7.2E-9 | 1.0E-7 | 2.1E-7 | 6.3E-6 |
| | > 17 | 5.7E-7 | 5.7E-7 | 1.2E-8 | 1.2E-8 | 1.3E-7 | 2.4E-7 | 7.0E-6 |

Продолжение таблицы П.4.

| Возраст на момент аварии | $^{90}Sr$ | $^{90}Y$ | $^{95}Zr$ | $^{95}Nb$ | $^{106}Ru+^{106}Rh$ | $^{137}Cs$ | $^{144}Ce+^{144}Pr$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **3-й год** | | | | | | | |
| < 1 | 1.8E-7 | 1.8E-7 | - | - | 2.7E-9 | 3.6E-8 | 3.6E-6 |
| 1 - 2 | 1.8E-7 | 1.8E-7 | - | - | 2.7E-9 | 3.6E-8 | 3.6E-7 |
| 2 - 7 | 2.1E-7 | 2.1E-7 | - | - | 7.4E-9 | 4.6E-8 | 4.4E-7 |
| 7 - 12 | 2.4E-7 | 2.4E-7 | - | - | 1.2E-8 | 5.5E-8 | 5.1E-7 |
| 12 - 17 | 2.4E-7 | 2.4E-7 | - | - | 2.0E-8 | 5.0E-8 | 5.3E-7 |
| > 17 | 2.4E-7 | 2.4E-7 | - | - | 2.9E-8 | 4.4E-8 | 5.5E-7 |
| **4-й год** | | | | | | | |
| < 1 | 1.4E-7 | 1.4E-7 | - | - | 4.4E-10 | 1.5E-9 | 2.2E-8 |
| 1 - 2 | 1.4E-7 | 1.4E-7 | - | - | 4.4E-10 | 1.5E-8 | 2.2E-8 |
| 2 - 7 | 1.6E-7 | 1.6E-7 | - | - | 2.2E-9 | 1.5E-8 | 3.3E-8 |
| 7 - 12 | 1.8E-7 | 1.8E-7 | - | - | 4.0E-9 | 1.5E-8 | 4.4E-8 |
| 12 - 17 | 1.8E-7 | 1.8E-7 | - | - | 5.6E-9 | 1.5E-8 | 5.9E-8 |
| > 17 | 1.8E-7 | 1.8E-7 | - | - | 7.3E-9 | 1.4E-8 | 7.3E-8 |
| **5-й год** | | | | | | | |
| < 1 | 1.1E-7 | 1.1E-7 | - | - | 3.6E-11 | 6.9E-9 | 2.9E-9 |
| 1 - 2 | 1.1E-7 | 1.1E-7 | - | - | 3.6E-11 | 6.9E-9 | 2.9E-9 |
| 2 - 7 | 1.2E-7 | 1.2E-7 | - | - | 8.2E-10 | 7.5E-9 | 4.9E-9 |
| 7 - 12 | 1.3E-7 | 1.3E-7 | - | - | 1.6E-9 | 8.0E-9 | 6.9E-9 |
| 12 - 17 | 1.3E-7 | 1.3E-7 | - | - | 1.7E-9 | 8.0E-9 | 1.3E-8 |
| > 17 | 1.3E-7 | 1.3E-7 | - | - | 1.8E-9 | 8.0E-9 | 1.8E-8 |
| **6-й год** | | | | | | | |
| < 1 | 9.8E-8 | 9.8E-8 | - | - | - | 4.0E-9 | 7.7E-10 |
| 1 - 2 | 9.8E-8 | 9.8E-8 | - | - | - | 4.0E-9 | 7.7E-10 |
| 2 - 7 | 1.0E-7 | 1.0E-7 | - | - | 8.0E-10 | 4.5E-9 | 1.1E-9 |
| 7 - 12 | 1.1E-7 | 1.1E-7 | - | - | 8.8E-10 | 5.1E-9 | 1.5E-9 |
| 12 - 17 | 1.1E-7 | 1.1E-7 | - | - | 9.0E-10 | 5.3E-9 | 2.3E-9 |
| > 17 | 1.1E-7 | 1.1E-7 | - | - | 9.1E-10 | 5.5E-9 | 3.1E-9 |
| **7-й год** | | | | | | | |
| < 1 | 8.4E-8 | 8.4E-8 | - | - | - | 2.7E-9 | - |
| 1 - 2 | 8.4E-8 | 8.4E-8 | - | - | - | 2.7E-9 | - |
| 2 - 7 | 8.8E-8 | 8.8E-8 | - | - | - | 3.2E-9 | - |
| 7 - 12 | 9.1E-8 | 9.1E-8 | - | - | - | 3.6E-9 | - |
| 12 - 17 | 9.1E-8 | 9.1E-8 | - | - | - | 3.7E-9 | - |
| > 17 | 9.1E-8 | 9.1E-8 | - | - | - | 3.7E-9 | - |

Продолжение таблицы П.4.

| Возраст на момент аварии | $^{90}Sr$, $^{90}Y$ | $^{137}Cs$ | $^{90}Sr$, $^{90}Y$ | $^{137}Cs$ | $^{90}Sr$, $^{90}Y$ | $^{137}Cs$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8-й год | | 9-й год | | 10-й год | |
| < 1 | 7.3E-8 | 1.5E-9 | 6.6E-8 | 1.4E-9 | 5.8E-8 | 1.2E-9 |
| 1 - 2 | 7.3E-8 | 2.0E-9 | 6.6E-8 | 1.7E-9 | 5.8E-8 | 1.4E-9 |
| 2 - 7 | 7.5E-8 | 2.6E-9 | 6.8E-8 | 2.1E-9 | 5.8E-8 | 1.7E-9 |
| 7 - 12 | 7.7E-8 | 3.1E-9 | 6.9E-8 | 2.5E-9 | 5.8E-8 | 1.9E-9 |
| 12 - 17 | 7.7E-8 | 3.1E-9 | 6.9E-8 | 2.5E-9 | 5.8E-8 | 1.9E-9 |
| > 17 | 7.7E-8 | 3.1E-9 | 6.9E-8 | 2.5E-9 | 5.8E-8 | 1.9E-9 |
| | 11-й год | | 12-й год | | 13-й год | |
| < 1 | 5.1E-8 | 1.0E-9 | 4.4E-8 | 9.9E-10 | 3.8E-8 | 9.0E-10 |
| 1 - 2 | 5.1E-8 | 1.2E-9 | 4.4E-8 | 1.0E-9 | 3.8E-8 | 9.8E-10 |
| 2 - 7 | 5.1E-8 | 1.4E-9 | 4.4E-8 | 1.1E-9 | 3.8E-8 | 9.8E-10 |
| 7 - 12 | 5.1E-8 | 1.5E-9 | 4.4E-8 | 1.2E-9 | 3.8E-8 | 9.8E-10 |
| 12 - 17 | 5.1E-8 | 1.5E-9 | 4.4E-8 | 1.2E-9 | 3.8E-8 | 9.8E-10 |
| > 17 | 5.1E-8 | 1.5E-9 | 4.4E-8 | 1.2E-9 | 3.8E-8 | 9.8E-10 |
| | 14-й год | | 15-й год | | 16-й год | |
| < 1<br>1 - 2<br>2 - 7<br>7 - 12<br>12 - 17<br>> 17 | 3.4E-8 * | 8.4E-10 * | 2.9E-8 * | 7.3E-10 * | 2.6E-8 * | 6.2E-10 * |
| | 17-й год | | 18-й год | | 19-й год | |
| < 1<br>1 - 2<br>2 - 7<br>7 - 12<br>12 - 17<br>> 17 | 2.3E-8 * | 5.1E-10 * | 2.0E-8 * | 4.4E-10 * | 1.7E-8 * | 3.7E-10 * |
| | 20-й год | | 21-й год | | 22-й год | |
| < 1<br>1 - 2<br>2 - 7<br>7 - 12<br>12 - 17<br>> 17 | 1.5E-8 * | 3.1E-10 * | 1.4E-8 * | 2.7E-10 * | 1.3E-8 * | 2.3E-10 * |
| | 23-й год | | 24-й год | | 25-й год | |
| < 1<br>1 - 2<br>2 - 7<br>7 - 12<br>12 - 17<br>> 17 | 1.2E-8 * | 1.9E-10 * | 1.2E-8 * | 1.6E-10 * | 1.1E-8 * | 1.5E-10 * |
| | 26-й год | | 27-й год | | 28-й год | |
| < 1<br>1 - 2<br>2 - 7<br>7 - 12<br>12 - 17<br>> 17 | 1.1E-8 * | 1.3E-10 * | 1.0E-8 * | 1.2E-10 * | 9.9E-9 * | 1.1E-10 * |
| | 29-й год | | 30-й год | | 31-й год | |
| < 1<br>1 - 2<br>2 - 7<br>7 - 12<br>12 - 17<br>> 17 | 9.9E-9 * | 1.0E-10 * | 9.9E-9 * | 1.0E-10 * | 9.5E-9 * | 9.8E-11 * |
| | 32-й год | | 33-й год | | 34-й год | |
| < 1<br>1 - 2<br>2 - 7<br>7 - 12<br>12 - 17<br>> 17 | 9.5E-9 | 9.5E-11 * | 9.5E-9 | 9.1E-11 * | 9.5E-9 | 9.1E-11 * |

Продолжение таблицы П.4.

| Возраст на момент аварии | $^{90}Sr$, $^{90}Y$ | $^{137}Cs$ | $^{90}Sr$, $^{90}Y$ | $^{137}Cs$ | $^{90}Sr$, $^{90}Y$ | $^{137}Cs$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 35-й год | | 36-й год | | 37-й год | |
| < 1<br>1 - 2<br>2 - 7<br>7 - 12<br>12 - 17<br>> 17 | 9.5E-9 * | 9.0E-11 * | 9.4E-9 * | 9.0E-11 * | 9.4E-9* | 9.0E-11 * |
| | 38-й год | | | | | |
| < 1<br>1 - 2<br>2 - 7<br>7 - 12<br>12 - 17<br>> 17 | 9.4E-9 * | 9.0E-11 * | | | | |

* - Поступление одинаково для всех возрастов, так как лица проживающие, на территории ВУРС с момента аварии, стали взрослыми. При необходимости оценки поступления стронция-90 детей по отношению к взрослым оно определяется как 0.40 (до 1 года), 0.75 (1 - 2 года), 0.88 (2 - 7 лет), 1 (более 7 лет).

Таблица П.5.

Численные значения коэффициента $K_i$ для населенных пунктов Челябинской области

| Наименование населенного пункта | $K_i$ |
|---|---|
| Поселок №2 г.Челябинск-65 | 2 |
| г.Челябинск-65 | 1 |
| пос.Новогорный,ОНИС | 0.3 |
| Аблиево, Алабуга, Аллаки, Б.Куяш, Б.Исаево, Башакуль, Бердяниш, Бижеляк, Булатова, Верещагинский, Галикаева, Голубинка, Горный, Дербишево, Дружный, Заря, Ивановка, Илимбатово, Илимбетово, Ишалино, Кажакуль, Калининское отд.,Калиновский, Каолиновый, Каракаево, Касли, Кировское отделение, Комсомольский, Красный Партизан, Кырмыскалы, Кузебаево-1, Кузебатово-2, Кузнецкое, Кулужбаева, Кызыл-Буляк, Кыштым, М.Куяш, М.Кунашак, М.Суртаныш, Султаево, Метлино, Муратово, Мусакаево, Н.Асаново, Н.Путь, Н.Соболево, Н.Сураковский, Назаровка, Назырова, Накаево, Р.Караболка, С.Асаново, С.Соболево, Салыкова, Сарыкульмяк, Селезни, Султаево, Суфино, Т.Караболка, Термяс, Теча-Брод, Тугузбаево, Тухтамышево, Шарынкуль, Урукуль, Худайбердинский, Юж.Кузнечиха, Юлдашева, Этбаево, Этимганово, Островской | 0.2 |
| Акчувашева, Аминева, Аргаяш, Арыкова, Аязгулово, Б.Иркабаева, Курманово, Б.Тюлякова, Б.Яумбаево, Бажикаево, Береговой, Булзи, Бурино, Бурино отд.2, Воздвиженка, Воскресенка, Герасимовка, Григорьевка, Губернское, Даутово, Знаменка, Зырянкуль, Ибрагимова, Игиш, Илтидинова, Иткуль, Каинкуль, Канзафарова, Карагайкуль, Каракульмак, Клеопино, Ключи, Кульмяково, Кунакбаево, Кунашак, Кызылово, Лесной, М.Таскино, М.Яумбаево, Мансурова, Мансурово, Маук, Мосеево, Муртазинский, Муслюмово, ст.Муслюмово, Н.Казакбаева, Н.Кунашак, Н.Мост, Норкино, Огневское, Победа, Прибрежный, Сары, Сарыкаева, Слободчиково, Сулейманова-Юкино,Султанаева, Сев.Кузнечиха, Сураково, Таскино, Тляукаево, Тюбук, Увильды, Урефты, Усть-Караболка, Чебакуль, Чекурово, Шадрята, Шарынкуль, Щербаковка, Юго-Конево, Юшково, Ямантаева, Янгиюл | 0.15 |
| Абрамово, Актюбинка, Баязитова, Борисова, Боровое, Бурино(за ж/д), Ильчугулова, Кабанское, Каменск-Уральский, Капканова, Карино, Карпино, Клепалово, Кошкуль, Кубагушева, Нов. Курманово, Миасс, Мраморный рудник, Мурино, Нижняя, Новый Попово, Семирян, Серкино, Султаново, Челябинск(обл) | 0.1 |

gost.e-ecolog.ru