Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Обеспечение безопасного проживания и ведения хозяйственной деятельности на радиоактивно загрязненных территориях Российской Федерации (зона влияния ПО «Маяк»)

Методические рекомендации
МР 2.6.1.0051—11

Издание официальное

Москва • 2012

gost.e-ecolog.ru

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

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Обеспечение безопасного проживания и ведения хозяйственной деятельности на радиоактивно загрязненных территориях Российской Федерации (зона влияния ПО «Маяк»)

Методические рекомендации
МР 2.6.1.0051—11

ББК 51.26
О13

О13 **Обеспечение** безопасного проживания и ведения хозяйственной деятельности на радиоактивно загрязненных территориях Российской Федерации (зона влияния ПО «Маяк»): Методические рекомендации.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012.—36 с.

ISBN 978—5—7508—1130—4

1. Разработаны ФБУН «Научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. профессора П. В. Рамзаева» (В. Ю. Голиков, О. С. Кравцова, Г. Я. Брук); ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» (Э. М. Кравцова).

2. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 29 декабря 2011 г.

3. Введены в действие 29 декабря 2011 г.

4. Введены впервые.

ББК 51.26

Редактор Н. В. Кожока
Технический редактор Е. В. Ломанова

Подписано в печать 28.03.12

Формат 60x88/16 Печ. л. 2,25

Тираж 200 экз. Заказ 23

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

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
отделом издательского обеспечения
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а
Отделение реализации, тел./факс 952-50-89

© Роспотребнадзор, 2012
© Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012

Содержание

Введение 4
1. Область применения 5
2. Нормативные ссылки 6
3. Термины и определения 6
4. Обзор нормативных документов, регламентирующих условия безопасного проживания населения на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате деятельности ПО «Маяк» 8
5. Структура доз облучения населения Уральского федерального округа 10
5.1. Уровни и особенности облучения населения бассейна реки Теча 10
5.2. Уровни и особенности облучения населения, проживающего вблизи ВУРС 11
5.3. Уровни и особенности облучения населения, проживающего в зоне наблюдения ПО «Маяк» (вблизи границы санитарно-защитной зоны) .. 13
6. Радиация и риск 15
7. Рекомендации населению по безопасному проживанию на территории, загрязненной радионуклидами 17
7.1. Общие подходы к снижению доз облучения населения 17
7.2. Меры по снижению содержания радионуклидов в продуктах растениеводства 19
7.3. Меры по снижению содержания радионуклидов в продуктах животноводства 20
7.4. Методы снижения содержания радионуклидов в продуктах питания путем их кулинарной обработки 22
7.5. Безопасное использование древесины в личном хозяйстве 23
Литература 25
Приложение. Объем радиационного мониторинга для оценки текущих доз облучения критических групп населения 27

Введение

В настоящее время часть населения Уральского федерального округа (Челябинская, Курганская и Свердловская области) проживает в условиях хронического облучения от двух основных техногенных источников:

• остаточного радиоактивного загрязнения окружающей среды в результате прошлых радиационных аварий на ПО «Маяк» и его плановой деятельности, в основном в конце 40-х – начале 50-х годов;

• текущих выбросов в атмосферу и сбросов в поверхностные воды радиоактивных веществ в результате деятельности ПО «Маяк» в настоящее время.

В отношении остаточного радиоактивного загрязнения окружающей среды в результате прошлой деятельности ПО «Маяк» следует выделить территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) и территории бассейна реки Теча. В первом случае источником облучения населения в настоящее время является относительно узкая (шириной около 8 км) отселенная часть территории ВУРС. Во втором случае источником облучения населения является сама река Теча (вода и донные отложения) и ее пойменные почвы.

Население, проживающее по периметру отселенной территории ВУРСа, находится в экологической и производственно-хозяйственной связи с ней, использует ее для производства мясо-молочной продукции, производит заготовки ягод, грибов и отлов рыбы. То же можно сказать и о связи населения, проживающего в бассейне реки Теча, с самой рекой и ее пойменными землями.

В настоящее время основными радионуклидами, обусловливающими внешнее и внутреннее облучение населения этих территорий, являются долгоживущие радионуклиды цезий-137 и стронций-90. Обеспечение длительного безопасного проживания на этих загрязненных территориях представляется одной из основных задач радиационной безопасности населения. Условиями такого проживания является их соответствие отечественным и международным требованиям радиационной безопасности населения и минимального вмешательства в его нормальную жизнедеятельность (в идеале отсутствие такого вмешательства).

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

Г. Г. Онищенко
29 декабря 2011 г.
Дата введения: 29 декабря 2011 г.

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Обеспечение безопасного проживания и ведения хозяйственной деятельности на радиоактивно загрязненных территориях Российской Федерации (зона влияния ПО «Маяк»)

Методические рекомендации МР 2.6.1.0051—11

1. Область применения

1.1. Настоящие методические рекомендации (далее – МР) предназначены органам Роспотребнадзора, органам исполнительной власти и местного самоуправления Уральского федерального округа на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие производственной деятельности ПО «Маяк».

1.2. МР включают вопросы текущего облучения и условия безопасного проживания (в отношении радиационного фактора) населения территорий Уральского федерального округа, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк». Основное их назначение предоставить информацию, позволяющую пользователю МР оценить ситуацию в отношении радиационной безопасности при длительном проживании и ведении хозяйственной деятельности на указанных территориях. Вопросы социальной защиты населения и возмещения вреда, связанные с накопленной за время проживания на загрязненной территории дозой, в этом документе не рассматриваются.

1.3. МР содержат перечень мероприятий, позволяющих снизить дозу облучения населения Уральского федерального округа с учетом особенностей его радиоактивного загрязнения, основных путей облучения населения и характера его хозяйственной деятельности.

2. Нормативные ссылки

1. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

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

3. Закон Российской Федерации от 15 мая 1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».

4. Федеральный закон от 26 ноября 1998 г. № 175-ФЗ «О социальной защите граждан Российской Федерации, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии в 1957 году на производственном объединении «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча».

5. СанПиН 2.6.1.2523—09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».

6. Концепция радиационной, медицинской, социальной защиты и реабилитации населения Российской Федерации, подвергшегося аварийному облучению (РНКРЗ, 1995).

7. СанПиН 2.3.2.1078—01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

8. СанПиН 2.6.1.759—99 «Допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в продукции лесного хозяйства».

9. МУ 2.6.1.016—93 «Определение годовой эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии в 1957 г. на производственном объединении «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча».

10. МУ 2.6.1.1868—04 «Внедрение показателей радиационной безопасности о состоянии объектов окружающей среды, в т. ч. продовольственного сырья и пищевых продуктов, в систему социально-гигиенического мониторинга».

3. Термины и определения

3.1. **Авария радиационная** – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями

или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды.

3.2. **Ареал населенного пункта** – прилегающая к населенному пункту территория, на которой население ведет хозяйственную деятельность (огороды, поля, покосы и т. п.) или проводит свободное время (берег реки, озера, лес и т. п.).

3.3. **Вмешательство** – действие, направленное на снижение вероятности облучения, либо дозы или неблагоприятных последствий облучения.

3.4. **Дезактивация** – удаление или снижение радиоактивного загрязнения с какой-либо поверхности или из какой-либо среды.

3.5. **Доза эффективная** – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности.

3.6. **Доза предотвращаемая** – прогнозируемая доза вследствие радиационной аварии, которая может быть предотвращена защитными мероприятиями.

3.7. **Жилая среда** (в рамках настоящего документа) – часть среды обитания в пределах населенных пунктов (за исключением промплощадок предприятий и санитарно-защитных зон) под юрисдикцией (ответственностью) местных органов самоуправления: строения и помещения, предназначенные для проживания людей и окружающая их территория населенного пункта.

3.8. **Загрязнение радиоактивное** – присутствие радиоактивных веществ на поверхности, внутри материала, в воздухе, в теле человека или в другом месте, в количестве, превышающем уровни, установленные нормами и правилами.

3.9. **Загрязнение радиоактивное широкомасштабное** (в рамках настоящего документа) – радиоактивное загрязнение территории за пределами санитарно-защитной зоны радиационного объекта.

3.10. **Контроль радиационный** – получение информации о радиационной обстановке на предприятии, в окружающей среде и об уровнях облучения людей (включает в себя дозиметрический и радиометрический контроль).

3.11. **Облучение** – воздействие на человека ионизирующего излучения.

3.12. **Облучение аварийное** – облучение в результате радиационной аварии.

3.13. **Объект радиационный** – предприятие, где осуществляется обращение с техногенными источниками ионизирующего излучения.

3.14. **Органы государственного надзора за радиационной безопасностью** – органы, которые уполномочены Правительством Российской Федерации осуществлять надзор за радиационной безопасностью.

3.15. **Радиационная обстановка** (в рамках настоящего документа) – совокупность радиационных факторов в пространстве и во времени, способных воздействовать на функционирование (использование) объекта, вызывать облучение персонала, населения и окружающей среды.

3.16. **Уровень вмешательства** – уровень радиационного фактора, при превышении которого следует проводить определенные защитные мероприятия.

3.17. В рекомендациях используются следующие радиационные и дозиметрические величины и единицы:

Величина	Единицы СИ
Эффективная доза	мЗв, мкЗв
Поверхностная активность радионуклида в почве	кБк/м^2, Ки/км^2
Удельная активность (концентрация) радионуклида в веществе	Бк/кг, Бк/л

Примечание: 1 Ки/км^2 = 37 кБк/м^2.

4. Обзор нормативных документов, регламентирующих условия безопасного проживания населения на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате деятельности ПО «Маяк»

Современный этап государственной политики по ликвидации последствий радиоактивного загрязнения Уральского федерального округа можно отнести к началу 90-х годов. В мае 1993 г. был принят закон Российской Федерации № 4995-1 «О социальной защите граждан Российской Федерации, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии в 1957 г. на производственном объединении «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча». Для реализации этого закона постановлением Совета Министров РФ от 8 октября 1993 г. № 1005 был определен перечень населенных пунктов, попавших в зону влияния ПО «Маяк», для которых необходимо было оценить значения средней годовой эффективной дозы (СГЭД) и значения накопленных доз. С этой целью были разработаны и утверждены Методические указания МУ 2.6.1.016—93 и МУ 2.6.1.024—95.

В ноябре 1998 г. закон № 4995-1 утратил силу в связи с вводом нового Федерального закона № 175-ФЗ «О социальной защите граждан

Российской Федерации, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии в 1957 г. на ПО «Маяк». Фактически этот закон распространяет действие Закона Российской Федерации «*О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС*» на население территории Уральского федерального округа, подвергшееся воздействию радиации вследствие аварии в 1957 г. на ПО «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча. Основные положения этого закона, касающиеся концепции проживания населения в районах Уральского федерального округа, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие деятельности ПО «Маяк», сводятся к следующему:

1. Критерием для принятия решений о необходимости проведения защитных мероприятий, а также возмещения вреда является доза облучения критических групп населения, обусловленная радиоактивным загрязнением территории вследствие аварии в 1957 г. на ПО «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча.

2. Является допустимым и не требующим каких-либо вмешательств дополнительное превышение (над уровнем естественного радиационного фона для данной местности) облучения населения от радиоактивного загрязнения вследствие аварии в 1957 г. на ПО «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча, образующее среднегодовую эффективную дозу, не превышающую 1 мЗв.

3. Защитные мероприятия (контрмеры) проводятся при дополнительном превышении (над уровнем естественного и техногенного радиационного фона для данной местности) облучения населения от радиоактивного загрязнения вследствие аварии в 1957 г. на ПО «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча, образующем среднегодовую эффективную дозу более 1 мЗв в год. Комплекс защитных мероприятий должен быть направлен на постоянное снижение доз облучения населения (в том числе за счет уменьшения загрязнения продуктов питания) при одновременном ослаблении ограничений привычного образа жизни.

Таким образом, определяющим параметром безопасного проживания населения в настоящее время на территориях Уральского федерального округа, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии в 1957 г. на ПО «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча, является среднегодовая доза облучения.

5. Структура доз облучения населения Уральского федерального округа

Среди территорий Уральского федерального округа, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие прошлой деятельности ПО «Маяк», целесообразно выделить территории бассейна реки Теча и территории, расположенные вблизи ВУРС. Территории, в наибольшей степени подверженные сегодняшней производственной деятельности ПО «Маяк», расположены в зоне наблюдения вблизи границ санитарно-защитной зоны.

5.1. Уровни и особенности облучения населения бассейна реки Теча

Для жителей бассейна р. Теча в настоящее время определяющим является внешнее облучение, связанное со значительным загрязнением пойменной части берега реки радионуклидом цезий-137. Таким образом, уровень облучения жителей в значительной мере пропорционален времени нахождения в пойме реки. Критической группой населения являются, как правило, подростки, проводящие значительное время на берегу реки, особенно в летнее время, а также представители взрослого населения, выпасающие скот в пойме реки или занимающиеся рыбной ловлей. Внутреннее облучение менее значимо и тоже связано с рекой или ее поймой благодаря происхождению продуктов питания (молоко от коров, выпасающихся в пойме реки; речная рыба). Так, например, на основании многолетних измерений концентраций стронция-90 и цезия-137 в молоке установлено, что концентрации этих радионуклидов в молоке коров, выпасающихся в пойме, в 5—10 раз выше, чем в молоке коров, выпасающихся вне поймы. На рис. 1 показаны уровни облучения критической группы населения (подростки) 4-х НП Челябинской области, расположенных на реке Теча, в течение последних 7 лет. Оценка доз облучения этих жителей была основана на результатах измерений содержания радионуклидов в продуктах питания и мощностей доз в пойме реки и жилой зоне НП.

Для жителей 11 НП Курганской области, расположенных в бассейне реки Теча, оценки доз были выполнены на основе консервативных моделей. Суммарные среднегодовые дозы внешнего и внутреннего облучения критических групп жителей этих НП за счет техногенного облучения не превышали 0,1 мЗв.

Таким образом, в настоящее время суммарные среднегодовые дозы техногенного внешнего и внутреннего облучения жителей бассейна реки Теча вследствие прошлой и настоящей деятельности ПО «Маяк» не превышают значение 1 мЗв, и остаются относительно стабильными за последние 7 лет.

Для сравнения укажем, что эффективная доза облучения жителей этого региона за счет:

• внешнего облучения гамма-излучением естественных радионуклидов, содержащихся в почве, и космического излучения составляет приблизительно 0,6 мЗв/год;

• диагностического медицинского облучения – приблизительно 0,6 мЗв/год;

• радона в жилищах 0,6—25,5 мЗв/год.

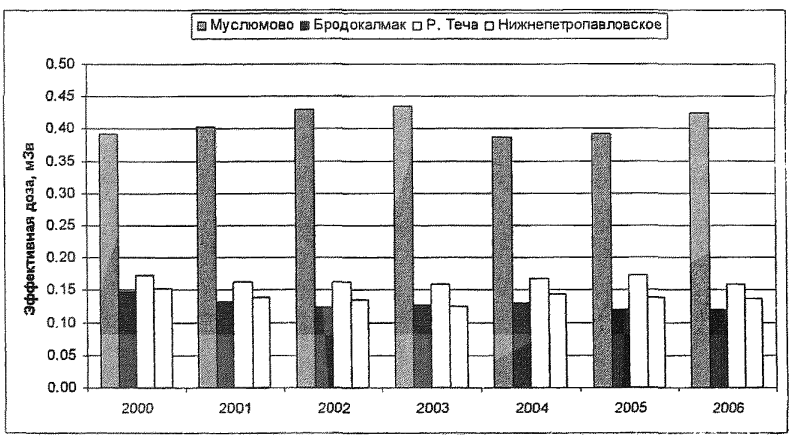

Рис. 1. Значение суммарной эффективной дозы облучения критической группы населения (подростки) 4-х НП Челябинской области, расположенных на реке Теча, в течение последних 7 лет

5.2. Уровни и особенности облучения населения, проживающего вблизи ВУРС

Обратная картина в отношении ведущего пути облучения населения наблюдается на территориях ВУРС. Здесь определяющим является внутреннее облучение за счет поступления в организм, в основном, радионуклида стронций-90. В силу особенностей метаболизма этого радионуклида в организме людей различного возраста, как правило, подростки 13—15 лет будут подвержены в наибольшей степени внутреннему облучению за счет поступления в организм этого радионуклида среди других возрастных групп населения, т. е. будут являться критической группой населения. Внешнее облучение на территории ВУРС играет незначительную роль.

Отличительной чертой внутреннего облучения, присущей этой территории, в отличие, например, от территорий России, загрязненных после Чернобыльской аварии, является не только особая значимость стронция-90 по сравнению с цезием-137, но и высокие градиенты радиоактивного загрязнения. Плотности радиоактивного загрязнения в границах НП, как правило, ниже, чем в ареалах землепользования. В границах ареала землепользования НП градиент радиоактивного загрязнения может достигать 10 и более раз. Распределение радионуклидов в пределах границ НП также неравномерно. Длительное использование этих земель для заготовки кормов или выпаса скота личного пользования привело к вторичному загрязнению приусадебных хозяйств. Исследования показывают, что плотность радиоактивного загрязнения огородов стронцием-90 может достигать 10,0 и более Ки/км^2. Это приводит к тому, что увеличивается роль овощей среди других продуктов питания при поступлении радионуклидов в организм. Такая неравномерность радиоактивного загрязнения в ареале землепользования населенного пункта и в пределах селитебной его территории создает предпосылки для появления новых критических групп населения, определяемых такими социальными факторами, как дефицит сенокосных и выпасных угодий или расположение семейных наделов сельскохозяйственных угодий по отношению к оси радиоактивного следа.

На рис. 2, в качестве примера, представлены результаты оценки эффективных доз (внешнего, внутреннего и суммарного) облучения критической группы населения (подростки) в 2005 г. в 4 НП Челябинской области, расположенных вблизи оси ВУРС. Значения доз облучения получены на основе данных мониторинга в этих НП, включавших: результаты измерений содержания радионуклидов в продуктов питания, мощностей доз внешнего излучения в местах пребывания населения, опроса населения о количестве потребляемых местных продуктов питания. Непосредственно видно, что абсолютные значения среднегодовых эффективных доз не превышают 0,2 мЗв, а вклад внешнего облучения в суммарную дозу составляет от 8 до 45 %.

Для сравнения укажем, что доза внутреннего облучения жителей за счет радона в жилищах в конце 90-х годов составляла 4,3 мЗв в п. Багаряк, 8,3 мЗв – в п. Красный Партизан, 18 мЗв – в п. Татарская Караболка.

Ситуация с текущими уровнями облучения населения других НП Челябинской области, расположенных вдоль ВУРС, аналогична. Что касается населения Свердловской области, проживающего в зоне влияния ВУРС, то вследствие удаленности этих территорий от головной части следа дозы облучения населения здесь меньше и изменяются в пределах от 0,03 до 0,08 мЗв.

Таким образом, как и в случае населения бассейна реки Теча многолетние данные мониторинга радиационной обстановки в НП Уральского региона, расположенных на территории ВУРС, свидетельствуют о том, что в настоящее время среднегодовые дозы техногенного облучения жителей вследствие прошлой и настоящей деятельности ПО «Маяк» не превышают значение 1 мЗв и остаются относительно стабильными за последние годы.

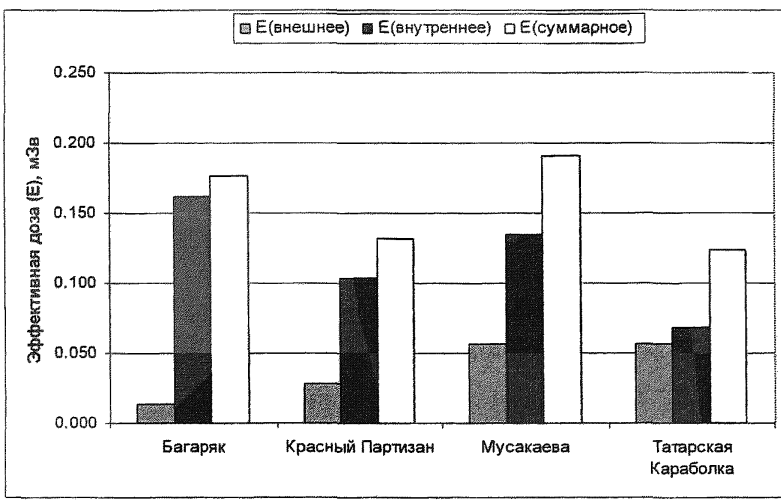

Рис. 2. Значения эффективных доз облучения (внешнее, внутреннее и суммарное) критической группы населения (подростки) 4-х НП Челябинской области, расположенных вблизи оси ВУРС, в 2005 г.

5.3. Уровни и особенности облучения населения, проживающего в зоне наблюдения ПО «Маяк» (вблизи границы санитарно-защитной зоны)

Жители НП, находящихся вблизи санитарно-защитной зоны ПО «Маяк» (п. Новогорный, г. Касли, п. Аргаяш, п. Худайбердинск, п. Башакуль), в наибольшей степени подвержены воздействию радиоактивных выбросов предприятия, происходящих в настоящее время. Согласно данным Челябинского областного центра гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды уровни загрязнения воздуха в приземном слое атмосферы этих НП такими радионуклидами, как цезий-137, стронций-90,

изотопами плутония и тритием, хотя и выше средних фоновых значений по России, но значительно (в 100—1 000 раз) ниже значений допустимой объемной активности этих радионуклидов в воздухе, установленных НРБ-99/2009. Это позволяет сделать вывод, что ингаляционный путь облучения населения, проживающего в настоящее время вблизи санитарно-защитной зоны ПО «Маяк», незначителен. Поэтому основной акцент в системе мониторинга жителей этих НП был сделан на контроль внутреннего облучения за счет поступления радионуклидов с продуктами питания и внешнее облучение. Естественно, что в этом случае при оценке доз учитывались не только сегодняшние выбросы предприятия, но и радиоактивное загрязнение окружающей среды за счет его прошлой деятельности. На рис. 3 представлены результаты оценки среднегодовых эффективных доз облучения населения 3-х НП, расположенных вблизи границы санитарно-защитной зоны ПО «Маяк». Непосредственно видно, что абсолютные значения среднегодовых эффективных доз жителей этих НП не превышают 0,15 мЗв и остаются стабильными в течение последних 7 лет. Еще раз подчеркнем, что эти дозы обусловлены как прошлым радиоактивным загрязнением окружающей среды, так и сегодняшними выбросами радиоактивных материалов действующим предприятием.

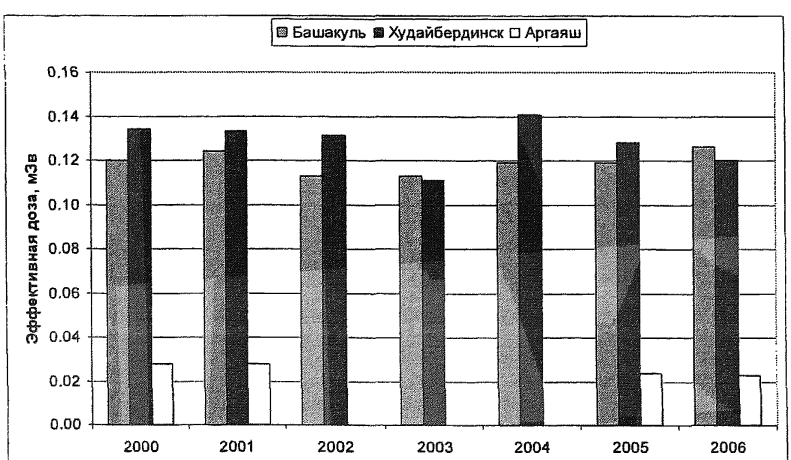

Рис. 3. Значение суммарной эффективной дозы облучения населения 3 НП Челябинской области, расположенных вблизи санитарно-защитной зоны ПО «Маяк», в течение последних 7 лет

Анализ текущих средних годовых доз облучения жителей и их критических групп в НП Уральского федерального округа показывает, что их значения, полученные на базе действующих методических документов, в настоящее время не превышают 1 мЗв. Следовательно, согласно действующему законодательству по критерию годовой дозы облучения населения не требуется проводить широкомасштабные защитные мероприятия.

На этих территориях необходим радиационный мониторинг населения и окружающей среды:

- с целью контроля текущих выбросов действующего радиационно-опасного объекта ПО «Маяк»;
- для контроля процессов возможного вторичного радиоактивного загрязнения территории НП за счет естественной и антропогенной миграции радионуклидов;
- из-за потенциальной опасности огромного количества радиоактивных отходов, накопленных в искусственных и естественных хранилищах, расположенных в санитарно-защитной зоне ПО «Маяк».

Требования к объему радиационного мониторинга для оценки текущих доз облучения населения и его критических групп приведены в Приложении к настоящему документу.

6. Радиация и риск

Действие радиации на человека в настоящее время изучено лучше, чем действие многих других вредных факторов. Однократное воздействие в дозах менее 500 мЗв или многолетнее облучение с мощностью дозы до 150 мЗв в год не вызывает острых или хронических лучевых поражений, которые диагностировались бы врачами как болезни. Изменения в организме человека при меньших дозах в виде некоторого учащения изменений в хромосомах клеток встречаются в нормальной жизни и без радиационного и подобных воздействий, не сказываются на продолжительности жизни, работоспособности и самочувствии человека и не относятся к числу болезней.

Распространенное в прошлом беспокойство ученых о влиянии радиации на потомство и грозящее вследствие этого вымирание человечества при наблюдении детских контингентов не подтвердилось; в частности, в течение 50 лет не обнаружены генетические эффекты у более чем 30 тысяч детей, родившихся от родителей, облученных в Хиросиме и Нагасаки. После облучения в дозах до 200 мЗв даже через многие годы также не выявлено увеличения выхода злокачественных новообразований (солидные раки, лейкозы), повышения общей смертности и сокращения продолжительности жизни. Однако консервативно принимают,

что вред от радиации начинается с нулевой дозы и возрастает пропорционально ей.

Так, Международная комиссия по радиологической защите допускает возможность появления у 1 млн человек, каждый из которых облучился в дозе 10 мЗв, 600 смертельных и условно смертельных раков и 130 наследственных дефектов, что может повысить смертность от тех же эффектов без облучения лишь на 0,3 % ее обычной величины. Если это перевести на сокращение продолжительности жизни человека, то это составит всего 5 дней из 25 000 дней, которые в среднем живет человек.

Наиболее чувствительным к радиации оказался плод на 8—15 неделях беременности. Однако и в этом случае вредные последствия в виде умственной отсталости достоверно обнаружены лишь при дозе, превышающей 100 мЗв за критический период.

Человек сформировался в процессе эволюции и естественного отбора в условиях постоянного воздействия радиации. На клетки и ткани организма действует гамма-излучение от распада природных радионуклидов, находящихся в почве, в строительных конструкциях, гамма-излучение, мюоны и нейтроны космического излучения; а также альфа-, бета- и гамма-излучение, возникающие при распаде атомов естественных радионуклидов в теле человека. Эти излучения образуют естественный радиационный фон. Кроме того, люди подвергаются радиационному воздействию при медицинских диагностических и лечебных процедурах. Цифры, приведенные в предыдущих разделах, показывают, что дозы облучения от этих источников излучения у населения Уральского региона в 10—100 раз выше, чем дозы облучения в настоящее время от радиоактивного загрязнения окружающей среды вследствие многолетней деятельности ПО «Маяк».

Необходимо отметить следующий установленный факт – при сегодняшних уровнях доз, реально существующих как на территориях, загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, так и на территориях Уральского региона, здоровью человека может быть нанесен намного больший ущерб от психоэмоционального напряжения – стресса, обусловленного необоснованным страхом.

Несмотря на относительно небольшие дозы текущего облучения населения Уральского региона за счет радиоактивного загрязнения окружающей среды вследствие многолетней деятельности ПО «Маяк», ниже предлагается ряд мер, позволяющих их уменьшить на основе объективной информации о реальной ситуации и принятии самостоятельных решений, исходя из личного восприятия различных жизненных ценностей.

7. Рекомендации населению по безопасному проживанию на территории, загрязненной радионуклидами

7.1. Общие подходы к снижению доз облучения населения

Для снижения дозы облучения можно предложить целый ряд защитных мер: ограничение употребления продуктов местного производства, ограничение пребывания в местах с большой мощностью дозы внешнего излучения (например, пойма реки Теча), ограничение хозяйственной деятельности – вплоть до отселения. Как оценить целесообразность этих защитных мер? В принципе, невозможно свести к нулю дозу облучения человека и не следует к этому стремиться. Эффективность каждой защитной меры необходимо оценивать по величине предотвращенной дозы (и, соответственно, избегаемого риска).

Так, наиболее радикальная мера – переселение, если его проводят в чистую местность с незагрязненной радионуклидами пищей, с низким содержанием радона в воздухе помещений и фоном, позволяет сэкономить ту часть ожидаемой за жизнь (70 лет) дозы, которая еще не реализовалась к моменту переезда. При существующем в настоящее время уровне облучения на территориях Уральского федерального округа это позволить сэкономить максимум 0,2 мЗв/год · 70 лет = 14 мЗв. Это значение соответствует дозе от нескольких рентгенодиагностических процедур, а дополнительный ущерб от этой дозы меньше ущерба от бытовых несчастных случаев и значительно меньше, чем вред от курения. Так, путем сравнения различных рисков оценивают пользу от каждой из защитных мер.

Принимая основные решения, в т. ч. относительно переселения и пищевых ограничений, учитывайте не только пользу, но и вред для себя от каждой из применяемых мер защиты. Ущерб, в т. ч. для здоровья и жизни, особенно для пожилых людей, связан с утратой привычных жизненных ценностей, разрывом сложившихся связей, изменением образа жизни и питания, психоэмоциональным напряжением (стрессом) и может значительно (в несколько раз) превысить пользу. Известно, что массовое переселение приводит к сокращению продолжительности жизни, в т. ч. и за счет онкологических заболеваний. Исследования показывают, что при отселении населения в среднем возрасте 35 лет потеря здоровья за счет утраты родного очага, изменения всего уклада жизни и ухудшения самочувствия может составлять до 8 лет полноценной жизни. Радиационное воздействие на загрязненных радионуклидами территориях не вызывает такой потери среднего времени жизни. В этих условиях могут быть более применимыми другие апробированные и доступные мероприятия.

Самым главным и основным правилом, соблюдение которого касается всех жителей и, в особенности, владельцев личного скота, – не использовать ранее отселенную загрязненную радионуклидами территорию Восточно-Уральского радиоактивного следа, будь то заготовка травы, сена, веников или выпас личного скота, сбор грибов, ягод. Аналогичные требования распространяются и на пойму реки Теча на всем ее протяжении. Соблюдение этого правила гарантирует существенное уменьшение как дозы внешнего облучения жителей бассейна реки Теча, так и существенное уменьшение концентрации радионуклидов в продуктах питания (молоке и огородной продукции), а значит уменьшение дозы внутреннего облучения как жителей зоны ВУРС, так и жителей бассейна реки Теча.

Отказавшись полностью от контакта с рекой (не бывая в пойме реки, не потребляя молоко от коров, пасущихся в пойме реки, и рыбу из реки), жители, например, с. Муслюмово или с. Бродокалмак в бассейне реки Теча могут уменьшить дозу облучения в 3—4 раза. Частично ограничив этот контакт вполне реально снизить дозу облучения в 2 раза.

Соблюдение установленных предельных уровней содержания радионуклидов в продуктах питания (см. табл. 1) позволит снизить общую дозу облучения организма за счет уменьшения дозы внутреннего облучения. Эффект (предотвращенная доза) от контроля продуктов, вплоть до полного отказа от употребления местных продуктов, не превышает вклада внутреннего облучения в полную дозу, ожидаемую за 70 лет после аварии. Так как вклад внутреннего облучения в полную дозу наиболее значим на территориях зоны ВУРС, то и большее внимание к контролю загрязнения продуктов питания должно быть уделено на этих территориях.

Таблица 1

Допустимые уровни удельной активности цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах

Продукт	Допустимый уровень удельной активности, Бк/кг (л)	
	Цезий-137	Стронций-90
Молоко, сливки, сметана	100	25
Мясо	160	50
Рыба свежая	130	100
Хлеб	40	20
Картофель	120	40
Овощи	120	40
Мед	100	80
Ягоды	160	60
Грибы	500	50

Однако нельзя (неверно) рассматривать предельные уровни содержания радионуклидов в продуктах питания как границу, превышение которой приведет к болезни. В случае превышения установленного уровня содержания радионуклидов возможно лишь некоторое увеличение риска, пропорциональное дозе за всю жизнь. Если превышение установленного уровня активности касается ограниченного количества продуктов и непостоянно, то обусловленное им увеличение дозы и риска будет очень небольшим.

Принимая решения относительно пищевых ограничений, население должно учитывать для себя не только пользу, но и вред этой меры защиты. Не следует стремиться к необоснованным пищевым ограничениям. Полноценное питание очень важно, оно способствует поддержанию высокой устойчивости к неблагоприятным воздействиям среды, включая и облучение. Недостаточное или несбалансированное питание (например, с дефицитом животных белков и витаминов) ведет к развитию самых различных болезненных состояний, в т. ч. к снижению противоинфекционного и противоопухолевого иммунитета. Это может оказаться вреднее облучения, которое воздействует на человека, проживающего на загрязненной территории.

7.2. Меры по снижению содержания радионуклидов в продуктах растениеводства

7.2.1. При внесении на приусадебном участке известковых удобрений (известь, доменные или мартеновские шлаки, древесная зола) снижается кислотность почвы, повышается ее плодородие, и в 2—2,5 раза уменьшается переход стронция-90 в растения. Под картофель известковые удобрения рекомендуется вносить в количестве 25—30 кг, а под огородные культуры – до 50 кг на 100 м^2. Известкование почвы проводят осенью. После внесения удобрений участок тщательно перекапывают или перепахивают.

7.2.2. Рекомендуется дополнительно ежегодно вносить под огородные культуры суперфосфат в количестве 2—2,5 кг на 100 м^2. Если известкование проводилось доменными или мартеновскими шлаками, дозу суперфосфата можно уменьшить до 1—1,5 кг на 100 м^2. Наибольшего снижения содержания стронция-90 в урожае картофеля и огородных культур (до 5 раз) можно добиться при совместном внесении в почву извести, суперфосфата и органических удобрений (навоз, торф, компосты, озерный ил). Оптимальное количество торфа составляет около 400 кг на 100 м^2 один раз в 3 года. Рекомендуется использовать для этого хорошо разложившийся торф без растительных остатков. Верховой,

не полностью разложившийся торф, можно смешать с навозом, сложить в кучу и оставить на год для созревания. Хорошим удобрением, содержащим фосфор и калий, а также понижающим кислотность почвы, является зола. Вносить ее желательно ежегодно под весеннюю перекопку по 4—5 кг на 100 м^2. При использовании золы можно в 3 раза снизить внесение суперфосфата и извести. Можно без ограничений применять золу из дров, заготовленных за пределами санитарно-охранной зоны. Под ягодные кустарники (смородина, малина, крыжовник) желательно раз в два года вносить по 100—150 г суперфосфата и 200—300 г золы под куст.

7.2.3. С осторожностью надо относиться к использованию навоза, если в корм животным включались корма, заготовленные на территориях, отстоящих на 1—1,5 км от границ отселенной территории ВУРС. Использование такого навоза на малых по площади огородных участках (навозные гряды, парники) нежелательно. Необходимо полностью отказаться от использования навоза, получаемого в коллективных хозяйствах, использующих для заготовки кормов отселенную территорию ВУРС. Оценки показывают, что величина дополнительной эффективной дозы внутреннего облучения, равная 0,25 мЗв достигается при значении удельной активности стронция-90 в огородной почве около 1 600 Бк/кг или при плотности загрязнения огородов приусадебных хозяйств около 15 Ки/км^2. При достижении данных уровней целесообразно проведение мероприятий, направленных на снижение доз. Среди мероприятий могут быть предложены такие, как полная или частичная замена огородной почвы, разбавление старой почвы путем завоза чистой почвы и ее перепашка со старой огородной почвой, а также проведение агрохимических мероприятий.

Выполнение этих рекомендаций полностью гарантирует получение всех культур с содержанием стронция-90 в пределах норм радиационной безопасности и повысит плодородие почвы. Если нет возможности выполнить рекомендации на всей территории участка – проведите их на той части, где картофель и овощи будут использоваться в пищу вашей семьи. С остальной территории участка продукцию используйте для кормления домашних животных.

7.3. Меры по снижению содержания радионуклидов в продуктах животноводства

7.3.1. В условиях личных подсобных хозяйств (ЛПХ) основной вклад радионуклидов в пищевой рацион человека, а, следовательно, и потенциальную дозу внутреннего облучения дает продукция животно-

водства и, прежде всего, молоко. Поэтому надо в первую очередь обеспечивать молочный скот менее загрязненными кормами. При этом следует учесть, что трава естественных пастбищ загрязнена радионуклидами в 5—10 раз больше, чем зерновые и огородные культуры, при одинаковом уровне их содержания в почве.

7.3.2. Содержание радионуклидов в молоке от разных коров в конкретном НП может существенно различаться. Это связано с различиями пастбищ, где выпасаются животные, и сенокосов, где местные жители заготавливают сено. Наибольшее содержание радионуклидов будет в молоке коров, которые выпасаются на лесных полянах, пойменных участках, торфяниках и заболоченных территориях. Таким образом, наиболее эффективными мерами защиты, приводящими к существенному снижению содержания радионуклидов в продукции животноводства, являются оптимальный выбор пастбищ и сенокосов, а именно ограничение выпаса скота на торфяно-болотистых переувлажненных почвах и лесных участках. Сено, заготовленное на открытых равнинных участках за пределами санитарно-охранной зоны, обеспечит вашу семью молоком, свободным от радионуклидов. Если пастьбу и заготовку сена приходится вести на участках, прилегающих к санитарно-охранной зоне, желательно проверять молоко на содержание радионуклидов.

7.3.3. Для снижения содержания стронция-90 в молоке рекомендуется добавлять в ежедневный рацион коровы 50—80 г минеральной подкормки, богатой солями кальция, например: молотый мел, молотый известняк, трикальцийфосфат, костную муку, костную золу.

7.3.4. Для снижения содержания радионуклидов в мясе сельскохозяйственных животных, выпас которых проводился на естественных пастбищах или которых кормили сеном, заготовленным вблизи границы ВУРС, рекомендуется кормить их чистыми кормами последние два—три месяца перед убоем.

7.3.5. В свином мясе стронция-90 в 2—3 раза меньше, чем в говядине, а в сале его нет вообще. Это объясняется тем, что рацион свиней всегда состоит из кормов, содержащих стронция-90 меньше, чем сено с естественных сенокосов.

7.3.6. При кормлении домашней птицы теми же зерновыми кормами, что и свиней, содержание стронция-90 в птичьем мясе примерно будет равно его содержанию в свинине. Чтобы получить еще более «чистое» мясо и яйца, подкармливайте кур молотым известняком, мелом, ракушками.

7.3.7. Пчеловодство ведется без ограничений на всей территории, граничащей с санитарно-охранной зоной. Нежелательно только размещение

пасек (пчелосемей) ближе 5—7 км от границ Восточно-Уральского заповедника.

7.3.8. С осторожностью используйте водоемы, находящиеся в границах санитарно-охранной зоны на территориях Каслинского и Кунашакского районов Челябинской области, для лова рыбы на пищевые цели. В реке Теча запрещен лов рыбы на всем ее протяжении в границах Челябинской области. Покупая рыбу с рук, поинтересуйтесь ее происхождением, а в сомнительных случаях проверяйте рыбу на содержание радионуклидов в ветеринарных лабораториях или территориальных органах Роспотребнадзора. Проверке в лаборатории также желательно подвергать добытое мясо диких животных, боровой и водоплавающей дичи.

7.4. Методы снижения содержания радионуклидов в продуктах питания путем их кулинарной обработки

7.4.1. Многие из обычно применяемых на практике способов первичной обработки и технологической переработки продуктов, а также способов приготовления пищи могут обеспечить значительное снижение радиоактивного загрязнения пищевых продуктов и, следовательно, дозы внутреннего облучения населения.

Можно выделить три категории приемов обработки пищевого сырья:

- очистка поверхности продукта путем мытья (картофель и корнеплоды перед чисткой тщательно промыть водой, все овощи и ягоды промывать дважды в чистой воде, грибы тщательно очистить и отмыть от земли и растительных остатков и т. п.);
- избирательное удаление наиболее загрязненных частей продукта (например, со свеклы и моркови срезать верхнюю часть на 1—1,5 см, с капусты удалить 1—2 верхних листа, снять пленку с грибов и т. п.);
- глубокая переработка продуктов такими методами, как вымачивание, маринование, засолка, изготовление производных от молока продуктов (масло, творог, сыры и т. д.).

7.4.2. Для выражения количественного результата технологической обработки продукта используется термин «коэффициент кулинарного снижения» содержания радионуклида в продукте (K), который определяется как доля от первоначальной активности радионуклида, остающейся в продукте после его обработки (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты кулинарного снижения содержания радионуклидов в продукции животноводства

Способ кулинарной обработки	*K* (цезия-137)	*K* (стронция-90)
Мясо		
отварное	0,4	0,5
жареное	0,5—0,8	0,8
Молочная продукция		
сливки	0,05	0,07
обезжиренное молоко	0,95	0,95
масло	0,01	0,01
пахта	0,05	0,06
сухое молоко	1,0	1,0
сыр, творог	0,07	0,5
йогурт, кисло-молочные продукты	0,3	–
сыворотка	0,85	0,5
молоко, фильтрованное через ионообменники	0,01	0,1

7.3.4. Необходимо подчеркнуть, что все значения «коэффициента кулинарного снижения» содержания радионуклида в продукте, относящиеся к экстрактивным способам обработки, таким как отваривание, поджаривание в масле и т. п., должны приниматься в расчет только в том случае, когда экстрагирующая жидкость идет в отход и не используется при приготовлении пищи. Следует также учитывать, что радионуклиды, выведенные из пищевых продуктов при их обработке, могут затем попасть в другие продукты, используемые, например, на корм скоту. Так, молочная сыворотка и продукты ее переработки могут иметь относительно высокие уровни содержания радионуклидов. Поэтому скармливать эти продукты скоту следует после добавления к ним химических фиксаторов, препятствующих усвоению радионуклида в желудочно-кишечном тракте животных [6].

7.5. Безопасное использование древесины в личном хозяйстве

Цель этого раздела дать возможность пользователю рассчитать дополнительные дозы облучения для различных способов использования загрязненной древесины в быту. Способ расчета основан на использовании значений дозовых коэффициентов (ДК), представленных в табл. 3, позволяющих на основе значений концентрации радионуклидов

цезия-137 и стронция-90 в древесине рассчитать возможную дополнительную дозу облучения жителей, использующих загрязненную древесину для различных целей в быту.

Таблица 3

Значения дозовых коэффициентов для наиболее облучаемых групп жителей при различных способах использования древесины, загрязненной радионуклидами цезий-137 и стронций-90 в быту

Способ использования загрязненной древесины	ДК, мЗв /(Бк кг$^{-1}$) в древесине	
	Цезий-137	Стронций-90
Дом и баня изготовлены из загрязненной древесины	$2{,}0 \cdot 10^{-5}$	0
Мебель изготовлена из загрязненной древесины	$3{,}0 \cdot 10^{-5}$	0
Использование золы в качестве удобрений на огороде	$5{,}0 \cdot 10^{-5}$	$5{,}0 \cdot 10^{-5}$

Пример

Исходные данные:

• концентрация цезия-137 в древесине, из которой были изготовлены дом и мебель, составляла 50 Бк/кг;

• концентрация цезия-137 и стронция-90 в древесине, которая использовалась как дрова (неокоренная древесина), составляла 100 Бк/кг и 400 Бк/кг, соответственно.

Тогда:

• При использовании дома и бани, изготовленных из загрязненной древесины, значение годовой дополнительной эффективной дозы за счет содержания в ней цезия-137 будет равно:

$$2{,}0 \cdot 10^{-5} \text{ (мЗв/(Бк/кг))} \times 50 \text{ (Бк/кг)} = 0{,}001 \text{ мЗв.}$$

• При использовании домашней мебели, изготовленной из загрязненной древесины, значение годовой дополнительной эффективной дозы за счет содержания в ней цезия-137 будет равно:

$$3{,}0 \cdot 10^{-5} \text{ (мЗв/(Бк/кг))} \times 50 \text{ (Бк/кг)} = 0{,}0015 \text{ мЗв.}$$

• При использовании золы от сжигания загрязненной древесины в качестве удобрений на огороде значение годовой дополнительной эффективной дозы за счет содержания в ней цезия-137 и стронция-90 будет равно:

$$(5{,}0 \cdot 10^{-5} \text{ (мЗв/(Бк/кг))} \times 100 \text{ (Бк/кг)} + 5{,}0 \cdot 10^{-5} \times 400 \text{ (Бк/кг))} =$$
$$= 5{,}0 \cdot 10^{-3} \text{ мЗв} + 2{,}0 \cdot 10^{-2} \text{ мЗв} = 0{,}025 \text{ мЗв.}$$

Таким образом, использование загрязненной древесины в быту с таким содержанием радионуклидов может служить источником дополнительного максимального облучения людей с годовой эффективной дозой около 0,03 мЗв, что составляет от 10 до 25 % существующего уровня облучения населения большинства территорий Уральского региона за счет радиоактивного загрязнения территории.

В табл. 4 приведены значения допустимых уровней удельной активности цезия-137 и стронция-90 в древесине в зависимости от способа ее использования. Если, как в вышеприведенном примере, рассчитать значение дополнительного максимального облучения людей за счет использования древесины с уровнями загрязнения, соответствующими допустимым уровням концентрации цезия-137 и стронция-90 в древесине, то значение годовой эффективной дозы будет около 0,16 мЗв.

Таблица 4

Допустимые уровни удельной активности цезия-137 и стронция-90 в древесине в зависимости от способа ее использования

Способ использования загрязненной древесины	Допустимый уровень удельной активности, Бк/кг	
	Цезий-137	Стронций-90
Для строительства жилых домов	400	5 200
Для изготовления мебели, паркета, музыкальных инструментов и т. п.	2 200	500
В качестве топлива	1 400	400

Литература

1. Алексахин Р. М., Булдаков Л. А., Губанов В. А. и др. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры /Под общей ред. Ильина Л. А. и Губанова В. А. М.: ИздАТ, 2001. 752 с.

2. Мокров Ю. Г. Реконструкция и прогноз радиоактивного загрязнения р. Теча. Озерск: Редакционно-издательский центр ВРБ, 2002. 175 с.

3. Челябинская область: ликвидация последствий радиационных аварий /Под ред. проф. Аклеева А. В. Челябинск, 2006.

4. Восточно-Уральский радиоактивный след: проблемы реабилитации населения и территорий Свердловской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2000.

5. Отчет «Обеспечение функционирования территориальной системы радиационного мониторинга окружающей среды, в том числе функционирования территориальной системы регионального мониторинга».

Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области. Челябинск, 2006.

6. Руководство по применению контрмер в сельском хозяйстве в случае аварийного выброса радионуклидов в окружающую среду. IAEA-TECDOC-745 ISSN 1011-4289, МАГАТЭ, Вена, 1994, 104 с.

7. Сельскохозяйственная радиоэкология /Под ред. Алексахина Р. М. и Корнеева Н. А. М.: Экология, 1992. 400 с.

8. Pathway analysis and dose distributions. Ed. by P. Jacob and I. Likhtarev, European Commission, Brussels: EUR 16541 EN: 1-130; 1996.

9. Transfer of radionuclides through the terrestrial enviroment to agricultural products including agrochemical practices. Progress Report ECP-2. Commission of the European Community, Brussels, 1994.

10. IAEA 2003. IAEA-TECDOC-1376. Assessing radiation doses to the public from radionuclides in timber and wood products. International Atomic Energy Agency, 2003.

11. Кравцова Э. М., Колотыгина Н. В., Кравцова О. С., Зайцев Ю. А. Опыт работы санитарной службы области по радиационной обстановке на ВУРСе. Сборник докладов участников общественных слушаний «Радиационные аварии на Южном Урале: уроки и выводы». Челябинск, 1997.

12. В. Н. Малаховский, М. И. Балонов, В. В. Борисова и др. Рекомендации населению по поведению на территориях, загрязненных радионуклидами /Под ред. профессора П. В. Рамзаева. М.: ИздАТ, 1992. 16 с.

13. Памятка по ведению личного подсобного хозяйства на территориях, прилегающих к санитарно-охранной зоне ВУРС и реке Теча /Администрация Челябинской области, 1998.

14. Отчет о выполнении государственной программы РФ по радиационной реабилитации Уральского региона и мерах по оказанию помощи пострадавшему населению на период до 1995 года /Управление по радиационной реабилитации Уральского региона Челябинск, 1996.

Приложение

Объем радиационного мониторинга для оценки текущих доз облучения критических групп населения

1. Общие положения

1.1. В Приложении приведены рекомендации по объему исходных данных и процедуре определения средней годовой эффективной дозы (СГЭД) облучения критической группы населения в зависимости от территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению вследствие деятельности ПО «Маяк». Согласно НРБ-99/2009 под критической группой населения понимается группа лиц из населения (не менее 10 человек), однородная по одному или нескольким признакам – полу, возрасту, социальным или профессиональным условиям, месту проживания, рациону питания, которая подвергается наибольшему радиационному воздействию по данному пути облучения от данного источника излучения.

1.2. Задачами радиационного мониторинга на территориях Уральского федерального округа, загрязненных долгоживущими радионуклидами, являются:

- получение информации о дозах облучения населения и его критических групп с целью обоснования мер радиационной и социальной защиты;
- обеспечение дозиметрической информацией населения и заинтересованных организаций;
- получение данных для верификации и уточнения параметров радиологических моделей;
- определение долговременных тенденций изменения радиационной обстановки в результате естественных процессов и человеческой деятельности.

1.3. Базовой административной структурой для оценки дозы является отдельный населенный пункт (НП) с окружающим его ареалом. Под ареалом НП понимается прилегающая к НП территория, на которой население ведет хозяйственную деятельность (огороды, поля, покосы и т. п.) или проводит свободное время (берег реки, озера, лес и т. п.).

1.4. Для целей оценки доз облучения в настоящем документе используется следующая классификация НП:

- **НП группы I**: населенные пункты, расположенные в бассейне реки Теча;

• **НП группы II**: населенные пункты, расположенные в зоне влияния Восточно-Уральского следа (ВУРС), и/или вблизи границы санитарно-защитной зоны ПО «Маяк».

1.5. Согласно данным многолетнего изучения закономерностей формирования доз облучения населения загрязненных территорий Уральского федерального округа, для определения критической группы были выбраны три возрастные категории населения, перечисленные в МУ 2.6.1.016—93: дети до 2-х лет, подростки и взрослые. Согласно МУ 2.6.1.016—93, критическая группа по текущему облучению определялась по максимальному значению средней дозы, оцененной для этих групп населения. Как правило, критической группой оказывались подростки, как для НП бассейна реки Теча, так и для НП остальных зон влияния деятельности ПО «Маяк». Это обусловлено большим временем пребывания подростков по отношению к другим группам населения в пойме реки Теча, где ведущим является внешнее облучение, и большой дозой внутреннего облучения этой возрастной группы на других территориях в связи с максимальным значением дозового коэффициента для стронция-90. Тем не менее, из-за возможного изменения в соотношении активностей цезия-137 и стронция-90 при их долговременной миграции в окружающей среде рекомендуется оставить без изменений сложившуюся практику использования трех вышеуказанных групп населения для последующего определения из них критической группы. Однако эту процедуру в отношении дозы внутреннего облучения предлагается модифицировать, определив в качестве критической подгруппу внутри каждой возрастной группы, потребляющую продукты питания с концентрацией радионуклидов, являющейся средней в 10 % проб с максимальными значениями концентрации радионуклидов. Это позволит сделать критическую группу населения более однородной в отношении распределения индивидуальных доз, в соответствии с современными международными рекомендациями, и избежать недооценки дозы облучения.

1.6. Уровни доз облучения критических групп населения, как НП группы I, так и НП группы II, определяются, в основном, радионуклидами цезий-137 и стронций-90. Вклад в дозу облучения населения других радионуклидов относительно мал и здесь не рассматривается. Для НП, расположенных вблизи границы санитарно-защитной зоны ПО «Маяк», возможна оценка доз облучения населения за счет текущих аэрозольных выбросов предприятия с более широким спектром радионуклидов. Ее необходимо выполнить при превышении контрольных уровней выбросов предприятия или контрольных значений текущих выпадений в сети наблюдений областных центров гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды с использованием данных наблюдений этих организаций.

1.7. Объем радиационного мониторинга определяется уровнем облучения жителей НП, особенностями радиационной обстановки, в частности неравномерностью радиоактивного загрязнения на территории НП и его ареала и наличием данных измерений прошлых лет.

Для проведения радиационного мониторинга в НП группы I ежегодно выбирается не менее 2 НП со значением дозы в критической группе населения по данным предыдущих исследований не менее 0,1 мЗв/год.

Для проведения радиационного мониторинга в НП, расположенных вблизи санитарно-защитной зоны ПО «Маяк», выбирается не менее 3 НП, как правило, со значением дозы в критической группе населения по данным предыдущих исследований не менее 0,1 мЗв/год.

Из остальных НП группы II ежегодно контролируется не менее 3 НП. Выбор НП для контроля определяется уровнями поверхностного загрязнения почвы радионуклидами цезий-137 и стронций-90 и уровнями СГЭД критической группы населения. При выборе НП для контроля следует обращать внимание на НП, где нет данных радиационного мониторинга за прошлые годы, с целью получения оценки СГЭД облучения критической группы жителей этих НП на основе результатов измерений, а не на результатах радиоэкологических моделей.

1.8. В связи с медленным изменением во времени численных значений параметров моделей, используемых для проведения дозовых оценок, указанные параметры определяются (пересматриваются) по результатам выборочных (углубленных) радиационно-гигиенических обследований НП за предшествующий промежуток времени (период усреднения). Рекомендуется использовать период усреднения длительностью не менее пяти лет.

2. Исходные данные для оценки дозы внешнего облучения

2.1. **В НП группы 1** исходными данными для оценки дозы внешнего облучения являются измерения мощностей доз гамма-излучения в тех местах обследуемого НП и его ареала, которые учитываются при определении режимов поведения отдельных групп населения. К ним относятся:

- жилые и общественные здания;
- приусадебные участки;
- улицы;
- целинные участки;
- зоны отдыха (пойма реки).

При проведении измерений мощности дозы гамма-излучения следует определять компонент, обусловленный техногенным радиоактивным загрязнением. Основными способами его определения являются:

• измерение суммарной мощности дозы с последующим вычитанием вклада в показания прибора природных источников и его собственного фона (на территориях бассейна реки Теча вклад в показания прибора природных источников и его собственного фона можно грубо оценить проведя измерения вдали от поймы реки);

• спектрометрический анализ поля гамма-излучения и оценка компонента мощности дозы, обусловленного техногенными выпадениями.

Полученные результаты используются для оценки дозы внешнего облучения отдельных групп населения в этих НП. Оценку дозы внешнего облучения населения выполняют в соответствии с формулой (П1). Эти же результаты могут быть использованы для корректировки параметров модели формирования дозы внешнего облучения. Допускается использовать результаты измерений мощностей доз гамма-излучения за предшествующий 5-летний период, включающий календарный год оценки дозы.

2.2. **В НП группы II** инструментальный мониторинг доз внешнего облучения жителей может не проводиться. Значения СГЭД внешнего облучения различных групп жителей определяют путем модельных расчетов. Исходными данными для расчета являются средние значения поверхностной активности цезия-137 в почве на территории НП. В этом случае оценку доз внешнего облучения выполняют в соответствии с формулой (П2).

3. Исходные данные для оценки дозы внутреннего облучения

3.1. Инструментальный радиационный мониторинг содержания цезия-137 и стронция-90 в основных пищевых продуктах, потребление которых населением определяет дозу внутреннего облучения, осуществляется как в НП группы I, так и в НП группы II, подлежащих контролю по программе мониторинга.

3.2. Пробы молока и картофеля отбирают в личных подсобных хозяйствах. Минимальное количество проб этих продуктов, отбираемых в НП, приведено в табл. П1.

Таблица П1

Минимальное количество проб пищевых продуктов, отбираемых в НП

Наименование продукта	Количество проб
Молоко	5
Картофель	5

3.3. Оценку дозы внутреннего облучения от поступления радионуклидов в организм с пищевыми продуктами выполняют в соответствии с формулой (П3).

4. Расчет СГЭД внешнего облучения

Средняя годовая эффективная доза внешнего облучения *i*-той группы населения E_i^{ext} в зависимости от типа исходных данных определяется согласно следующим выражениям:

при наличии результатов измерений мощностей доз:

$$E_i^{ext} = 8,76 \cdot C_i^E \cdot K_C \cdot \sum_j F_{ij} \cdot (P_j - P_j^0), \text{ мЗв/год,} \qquad (П1)$$

на основе данных о плотности загрязнения территории цезием-137:

$$E_i^{ext} = 8,76 \cdot \sigma^{137} \cdot C_i^E \cdot K_C \cdot P_\gamma \cdot R_i, \text{ мЗв/год, где} \qquad (П2)$$

8760 – количество часов в году;

σ^{137} – средняя поверхностная активность цезия-137 в почве НП в текущем году, Ки/км^2;

K_C – безразмерный коэффициент, характеризующий среднегодовое влияние снежного покрова на мощность дозы гамма-излучения, принятый равным 0,85;

C_i^E – коэффициент перехода от поглощенной дозы в воздухе к эффективной дозе для *i*-й группы населения – 0,7 Зв·Гр$^{-1}$ для взрослых и подростков, 0,9 Зв·Гр$^{-1}$ для детей;

F_{ij} – фактор времени для *i*-й группы населения, отн. ед. (таблицы П2, П3);

P_j – измеренное значение мощности поглощенной дозы гамма-излучения в воздухе на высоте 1 м над подстилающей поверхностью в *j*-й точке в НП и в его ареале, мкГр/ч; P_j^0 – вклад в показания прибора природных источников и его собственного фона;

$P_\gamma = 2,7 \cdot 10^{-2}$ мкГр/ч – расчетное значение удельной мощности поглощенной дозы в воздухе на высоте 1 м над подстилающей поверхностью в 2007 г., обусловленное цезием-137 с поверхностной активностью в почве, равной 1 Ки/км^2;

R_i – антропогенный фактор уменьшения дозы внешнего облучения для *i*-й группы населения, отн. ед. (табл. П4).

Таблица П2

Значения среднегодовых факторов времени F_{ij} для различных групп населения в НП группы I

Возрастная группа	Место пребывания				
	Целина	Улица	Приусадебный участок	Дом	Пойма реки Теча
Взрослые	0,25	0,05	0,10	0,57	0,03
Подростки	0	0,08	0,17	0,69	0,06
Дети до 2-х лет	0	0,06	0,20	0,72	0,02

Таблица П3

Значения среднегодовых факторов времени F_{ij} для различных групп населения в НП группы II

Тип НП	Возрастная группа	Место пребывания			
		Целина	Улица	Приусадебный участок	Дом
Город	Взрослые	0,05	0,35	–	0,60
	Подростки	0,05	0,15	–	0,80
	Дети до 2-х лет	0,05	0,15	–	0,80
Село	Взрослые	0,27	0,05	0,10	0,58
	Подростки	0,06	0,08	0,17	0,69
	Дети до 2-х лет	0,02	0,06	0,20	0,72

Таблица П4

Значения антропогенных факторов уменьшения дозы внешнего облучения R_i для различных групп населения

Тип НП	Взрослые	Подростки	Дети до 2-х лет
Город	0,25	0,20	0,16
Село	0,36	0,34	0,27

5. Расчет СГЭД внутреннего облучения

Расчет СГЭД внутреннего облучения представителей *i*-й группы населения от поступления радионуклидов цезий-137 и стронций-90 в организм с пищевыми продуктами производится с помощью следующего соотношения:

$$E_i^{пт} = 365 \cdot d_{90} \cdot K_{90}^{A} \cdot \sum_j A_{j90} \cdot V_{j90}^{эфф} \cdot K_j + 365 \cdot d_{137} \cdot K_{137}^{A} \cdot \sum_j A_{j137} \cdot V_{j137}^{эфф} \cdot K_j, \text{ мЗв/год, где} \quad (П3)$$

365 – количество дней в году;

A_{j90}, A_{j137} – значения средней удельной активности стронция-90 или цезия-137 в пробах j-го пищевого продукта, Бк/кг;

$V_j^{эфф}$ – значения эффективного потребления j-го пищевого продукта, учитывающие вклад в дозу внутреннего облучения других компонентов рациона питания, кг/сут. (табл. П5);

K_j – коэффициент снижения содержания радионуклида в готовом j-м пищевом продукте по сравнению с его содержанием в исходном продукте, вследствие его кулинарной обработки, отн. ед.; $K_j = 1{,}0$ для молока, $K_j = 0{,}8$ для картофеля;

d_{90}, d_{137} – дозовые коэффициенты для поступления радионуклидов в организм человека с пищей, равные:

$d_{90} = 2{,}8 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для взрослых, $8{,}0 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для подростков, $7{,}3 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для детей в возрасте до 2-х лет;

$d_{137} = 1{,}3 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для взрослых, $1{,}3 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для подростков, $1{,}2 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для детей в возрасте до 2-х лет;

K_{90}^{A}, K_{137}^{A} – отношения среднего значения удельной активности стронция-90 или цезия-137 в продуктах, рассчитанные для 10 % проб с максимальной активностью, к среднему значению удельной активности радионуклидов во всех пробах продуктов (табл. П6), отн.ед.

Таблица П5

Рекомендуемые значения эффективного потребления продуктов, кг/сут.

Группа населения	Молоко		Картофель	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Взрослые	1,0	0,7	1,0	0,7
Подростки	1,0	0,7	0,7	0,5
Дети до 2-х лет	0,7	0,7	0,3	0,3

Таблица П6

Значения K_{90}^{A}, K_{137}^{A}, отн.ед.

Классификация НП	Молоко, картофель	
	^{137}Cs	^{90}Sr
НП группы I	5	4
НП группы II	4	3

6. Расчет СГЭД суммарного облучения

6.1. После расчета значений СГЭД внешнего и внутреннего облучения для трех вышеуказанных групп населения значение суммарной дозы облучения для каждой группы рассчитывают путем сложения соответствующих групповых доз внешнего и внутреннего облучения:

$$E_i^{tot} = E_i^{ext} + E_i^{int} \qquad (П4)$$

По результатам расчета суммарной дозы облучения для трех групп выбирается группа населения, имеющая наиболее высокую дозу облучения. Эта группа определяется как критическая группа населения в НП.

6.2. В случае, если СГЭД суммарного облучения критической группы населения превышает предел дозы техногенного облучения, равный 1,0 мЗв/год, необходимо выполнить выборочное (углубленное) обследование НП.

7. Проведение выборочных (углубленных) обследований НП

7.1. Оценка дозы внешнего облучения критической группы населения в случае проведения углубленного обследования НП выполняется на основе измеренных значений мощностей доз гамма-излучения на территории НП и в его ареале. Рекомендуется также в процессе обследования уточнить режим поведения критической группы населения для более полного учета специфики радиационной обстановки в обследуемом НП.

7.2. При проведении углубленных обследований НП группы I желательно провести измерения индивидуальных доз внешнего облучения у представителей критической группы населения методом термолюминесцентной дозиметрии.

7.3. Оценку дозы внутреннего облучения проводят на основе измеренных концентраций радионуклидов в пробах пищевых продуктов, отбираемых в ЛПХ контролируемого НП с учетом реальной структуры их потребления критической группой населения. Для отбора проб молока и картофеля при выборочном обследовании рекомендуется отбирать не менее 25* образцов каждого продукта. Во время обследований проводят также анкетирование представителей критической группы населения для определения потребления разных продуктов, отражающих специфику рационов питания в контролируемом НП.

---

* Указанное значение приведено исходя из нормального закона распределения логарифмов концентрации радионуклидов в пищевых продуктах и обеспечивает, с доверительной вероятностью 90 %, ошибку среднего значения, равную 30 %.

7.4. Эффективное годовое потребление молока (эквивалент продуктов животного происхождения) $V_м^{эфф}$ определяют по формуле:

$$V_м^{эфф} = \frac{\sum_i A_j \cdot V_j}{A_м}, \text{ где} \qquad (П5)$$

A_j – средняя удельная активность радионуклида в j-м пищевом продукте животного происхождения (молоко, мясо говяжье и мясо свиное), Бк/кг;

V_j – годовое потребление j-го пищевого продукта, кг/год;

$A_м$ – средняя удельная активность радионуклидов в молоке, Бк/кг.

Эффективное годовое потребление картофеля (эквивалент продуктов растительного происхождения) $V_к^{эфф}$ определяют по формуле:

$$V_к^{эфф} = \frac{\sum_i A_j \cdot V_j}{A_к}, \text{ где} \qquad (П6)$$

A_j – средняя удельная активность радионуклида в j-м пищевом продукте растительного происхождения (картофель, овощи), Бк/кг;

V_j – годовое потребление j-го пищевого продукта, кг/год;

$A_к$ – средняя удельная активность радионуклидов в картофеле, Бк/кг.

7.5. Оценка СГЭД внутреннего облучения представителей критической группы населения при выборочных исследованиях выполняется по формуле:

$$E_i^{int\,a} = d_{90} \sum_j A_{j90} \cdot V_{j90}^{эфф} \cdot K_j + d_{137} \sum_j A_{j137} \cdot V_{j137}^{эфф} \cdot K_j, \text{ мЗв/год, где} \qquad (П7)$$

A_j – средние значения удельной активности радионуклидов цезий-137 и стронций-90 в j-м пищевом продукте, рассчитанные для 10 % проб с максимальной активностью, Бк/кг;

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

K_j – коэффициент снижения содержания радионуклида в готовом j-м пищевом продукте по сравнению с исходным продуктом, вследствие его кулинарной обработки, отн. ед.; $K_j = 1{,}0$ для молока, $K_j = 0{,}8$ для картофеля;

d_k – дозовые коэффициенты для поступления радионуклида в организм человека с пищей, равные:

$d_{90} = 2{,}8 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для взрослых, $8{,}0 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для подростков, $7{,}3 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для детей в возрасте до 2-х лет;

$d_{137} = 1{,}3 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для взрослых, $1{,}3 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для подростков, $1{,}2 \cdot 10^{-5}$ мЗв/Бк – для детей в возрасте до 2-х лет.

7.6. Дополнительно результаты углубленных обследований используют для уточнения параметров моделей или их верификации.

ISBN 978-5-7508-1130-4



gost.e-ecolog.ru