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

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ.
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Проведение комплексного экспедиционного радиационно-гигиенического обследования населенного пункта для оценки доз облучения населения

Методические рекомендации
МР 2.6.1.0006—10

gost.e-ecolog.ru

ББК 51.26
П78

П78 **Проведение** комплексного экспедиционного радиационно-гигиенического обследования населенного пункта для оценки доз облучения населения. Методические рекомендации.—М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011.—40 с.

1. Авторский коллектив: Федеральное государственное учреждение науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П. В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУН НИИРГ) (Г. Я. Брук, М. И. Балонов, А. Н. Барковский, В. Ю. Голиков, А. В. Громов, Т. В. Жеско, М. В. Кадука, О. С. Кравцова, И. Г. Травникова, Н. И. Шевелятова, В. Н. Шутов, В. А. Яковлев); Федеральное государственное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Рязанской области» (В. В. Кучумов).

2. Разработаны в рамках Федеральной целевой программы «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2010 года», Государственный контракт № 39-Д от 11.06.2010 г. «Оптимизация методик и проведение радиационного мониторинга доз облучения населения на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС».

3. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 09 августа 2010 г.

4. Введены в действие с 1 сентября 2010 г.

5. Введены впервые.

ББК 51.26

Технический редактор Г. И. Климова

Подписано в печать 01.02.11

Формат 60x88/16 Печ. л. 2,5

Тираж 200 экз. Заказ 22

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, 2011
© Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011

Содержание

1. Область применения 4
2. Нормативные ссылки 4
3. Введение 5
4. Термины и определения 5
5. Проведение обследований 6
5.1. Внешнее облучение 6
5.1.1. Определение индивидуальных доз внешнего облучения 8
5.1.1.1. Особенности индивидуальных ТЛД-дозиметров 12
5.1.2. Измерение мощностей доз гамма-излучения в различных локациях 15
5.2. Внутреннее облучение 22
5.2.1. Определение индивидуальных доз внутреннего облучения 23
5.2.2. Измерение содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах 26
Приложение 1. Инструкция по использованию индивидуального ТЛД-дозиметра 29
Приложение 2. Опросная карта для органов исполнительной власти (администрации населенного пункта) 30
Приложение 3. Опросная карта для населения (внешнее облучение) 33
Приложение 4. Документация дозиметрического контроля внешнего гамма-излучения 34
Приложение 5. Документация измерений на счетчике излучения человека 36
Приложение 6. Опросная карта для населения (внутреннее облучение) 37
Приложение 7. Паспорт пробы молока (картофеля). Паспорт пробы грибов 40

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации
Г. Г. Онищенко
09 августа 2010 г.
Дата введения: 1 сентября

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ.
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Проведение комплексного экспедиционного радиационно-гигиенического обследования населенного пункта для оценки доз облучения населения

Методические рекомендации
МР 2.6.1.0006—10

1. Область применения

Настоящие методические рекомендации (далее – МР) предназначены для использования органами и организациями Роспотребнадзора при проведении комплексных экспедиционных радиационно-гигиенических обследований населенных пунктов с целью последующего проведения расчетов текущих средних годовых эффективных доз (СГЭД) облучения* жителей, проживающих в населенных пунктах (НП) Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС).

2. Нормативные ссылки

Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): СанПиН 2.6.1.2523—09.

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

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

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

Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ (в ред. Федерального закона от 22.06.2004 № 122-ФЗ).

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

3. Введение

МР содержат рекомендации по проведению комплексных радиационно-гигиенических обследований НП, расположенных на территориях, радиоактивно загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС. Проведение таких обследований позволяет решать следующие задачи:

- получение данных для выполнения уточненных оценок текущих доз внешнего и внутреннего облучения населения;
- прогнозирование долговременных тенденций изменения радиационной обстановки в результате естественных процессов, происходящих в окружающей среде, а также вследствие человеческой деятельности;
- получение данных для уточнения параметров радиологических моделей.

Радиационно-гигиеническое обследование обстановки на территории населенного пункта включает в себя:

- измерение мощностей доз гамма-излучения в локациях НП и его ареала;
- измерение накопленной дозы внешнего облучения за определенный промежуток времени (индивидуальный дозиметрический контроль – ИДК);
- измерение удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах местного происхождения;
- измерение содержания ^{137}Cs в организме жителей на установках СИЧ (счетчиках излучения человека);
- проведение индивидуальных анкетных опросов жителей о режимах их поведения и структуре рационов питания.

4. Термины и определения

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.).

Индивидуальный дозиметрический контроль – в рамках данного документа контроль индивидуальных доз внешнего облучения людей с использованием индивидуальных дозиметров, постоянно находящихся на их теле (одежде).

Локация – участки территории населенного пункта и его ареала, являющиеся, с одной стороны, представительными в смысле описания поведения населения, а с другой стороны, характеризующиеся сходными параметрами поля излучения.

Нулевой фон гамма-дозиметра – сумма собственного фона дозиметра и его отклика на космическое излучение.

ТЛД-дозиметр – дозиметр с термолюминесцентными детекторами; средство для индивидуального дозиметрического контроля внешнего гамма-излучения.

Транспортная доза ТЛД-дозиметра – доза, накопленная ТЛД-дозиметром при хранении и в процессе транспортировки из лаборатории к месту проведения обследований и обратно.

Фактор места – отношение мощности дозы чернобыльского компонента гамма-излучения на высоте 1 м над подстилающей поверхностью в данной локации НП или его ареала к аналогичной величине над целинным участком местности.

Фактор поведения – доля времени, проводимого населением в локациях различного типа.

Целинный участок местности – участок местности, не подвергавшийся какой-либо обработке после аварии на Чернобыльской АЭС.

СИЧ – счетчик излучения человека (гамма-спектрометр); средство индивидуального дозиметрического контроля внутреннего облучения, предназначенное для идентификации и определения активности гамма-излучающих радионуклидов, содержащихся в теле человека или в отдельных его органах.

Чернобыльский компонент излучения – компонент ионизирующего излучения, обусловленный радиоактивным загрязнением окружающей среды в результате аварии на ЧАЭС.

5. Проведение обследований

5.1. Внешнее облучение

Для определения доз внешнего облучения при проведении радиационно-гигиенических обследований реперных НП используются два вида измерений:

• измерение индивидуальных доз внешнего облучения (индивидуальный дозиметрический контроль) методом термолюминесцентной дозиметрии;

• измерение мощностей доз гамма-излучения в локациях.

Необходимо особо подчеркнуть, что при проведении измерений на загрязненных территориях определяется доза (мощность дозы), обусловленная *всеми* источниками излучения, включая природные. Для оценки дозы (мощности дозы), создаваемой за счет гамма-излучения ^{137}Cs, выпавшего в результате аварии на ЧАЭС (чернобыльский компонент облучения), необходимо дополнительно оценить и вычесть из результатов измерений величину дозы (мощности дозы), неизбежно создаваемую природными источниками.

Основной вклад в дозу (мощность дозы) внешнего облучения от природных источников дают следующие компоненты:

• космическое излучение, зависящее от широты местности и высоты над уровнем моря;

• излучение природных радионуклидов (ряды урана и тория, а также радионуклид ^{40}K), содержащихся в земной коре;

• излучение природных радионуклидов, содержащихся в строительных конструкциях зданий.

Оценка вклада природных источников в измеряемую величину мощности дозы гамма-излучения в различных локациях может осуществляться путем проведения в тех же точках гамма-спектрометрических измерений, которые позволяют выделить вклад гамма-излучения природных радионуклидов. При проведении индивидуального дозиметрического контроля населения сделать это невозможно, т. к. существующие индивидуальные дозиметры не позволяют оценить энергетический спектр гамма-излучения. В этом случае приходится из полученных индивидуальных доз вычитать среднее для данной территории значение вклада природных источников. Такой подход приводит к большим погрешностям оценки индивидуальных доз на слабозагрязненных территориях, где вклад природных источников значительно превышает вклад чернобыльского компонента излучения. Поэтому рекомендуется проводить индивидуальный дозиметрический контроль лишь в тех населенных пунктах, плотность радиоактивного загрязнения которых ^{137}Cs составляет не менее 370—555 кБк/м^2 (10—15 Ки/км^2).

Индивидуальный дозиметрический контроль позволяет наиболее точно учесть все факторы, влияющие на формирование дозы внешнего облучения у жителей загрязненных территорий. Достаточно длительный

период ношения дозиметров позволяет исключить влияние различий в режимах поведения людей в отдельные дни (выходные и рабочие дни, дождливые и солнечные дни и т. п.) на результаты измерений, что достаточно трудно достигнуть при использовании иных методов.

При проведении индивидуального дозиметрического контроля жителей загрязненных территорий возможны трудности, которые могут повлиять на достоверность и точность получаемых результатов:

- нарушение инструкции по ношению индивидуальных дозиметров, непостоянное ношение индивидуальных дозиметров;
- умышленное искажение жителями результатов измерений, посредством помещения дозиметров в места аномально высокой мощности дозы (например, под водостоки);
- сложность разделения дозы на составляющие: чернобыльский компонент и природное излучение.

От этих недостатков в значительной мере свободен метод оценки доз облучения населения загрязненных территорий, основанный на измерении мощностей доз гамма-излучения в различных локациях НП. Он позволяет получить детальную информацию о пространственных характеристиках поля гамма-излучения в НП и его ареале. На основе этих данных, используя информацию о режимах поведения жителей, можно оценить дозы их внешнего облучения. Для этого могут использоваться методы стохастического моделирования, позволяющие исследовать влияние различных факторов на формирование этой дозы (например, индивидуальных особенностей режима поведения), а также получать статистические распределения индивидуальных доз. К недостаткам метода следует отнести его большую трудоемкость и необходимость достоверной информации о режимах поведения различных групп населения или отдельных лиц.

5.1.1. Определение индивидуальных доз внешнего облучения

Для измерения индивидуальных доз внешнего облучения применяются индивидуальные дозиметры, постоянно носимые на теле (одежде) обследуемого субъекта в течение всего времени измерения.

Для получения представительной информации о дозах, получаемых человеком, дозиметры экспонируются на протяжении достаточно длительного промежутка времени, включающего все основные периоды деятельности человека (работу, пребывание дома, перемещения, досуг и т. д.), в полной мере характеризующие режим поведения данного субъекта. Кроме того, минимальное время ношения дозиметра опреде-

ляется с учетом того, что накопленная им доза должна превышать порог чувствительности дозиметрической системы. Как правило, это время составляет от 1 до 3 месяцев.

Количество выдаваемых дозиметров, группы населения, которым их раздают, и срок экспонирования определяются конкретной программой измерений. Как правило, количество выдаваемых дозиметров должно быть не меньше 30 на населенный пункт, а персональный состав субъектов исследования должен быть репрезентативным с точки зрения профессиональной и социально-демографической структуры населения.

Рекомендуется осуществлять выдачу дозиметров в ходе проведения СИЧ измерений лицам, для которых проводилось также определение содержания ^{137}Cs в организме. Это позволит получить одновременно индивидуальные дозы внешнего и внутреннего облучения и, при необходимости, учесть вклад гамма-излучения содержащегося в организме человека ^{137}Cs в показания дозиметра с термолюминесцентными детекторами (ТЛД-дозиметр), который в определенных условиях может достигать 15 %.

Дозиметр необходимо постоянно носить на теле (одежде) человека в области груди. При этом должна соблюдаться правильная ориентация дозиметра (ткане-эквивалентным фильтром наружу). В ночное время дозиметр должен находиться в жилом помещении вблизи места, где спит носящий его человек. Запрещается открывать корпус дозиметра, подвергать его тепловому и механическому воздействию, опускать в воду или другие жидкости.

Индивидуальные дозиметры различаются принципом действия и способом регистрации дозы ионизирующего излучения. В настоящее время для проведения индивидуальной дозиметрии на загрязненных территориях, в основном, используются ТЛД-дозиметры.

В силу значительной организационной и технической сложности проведения массового измерения индивидуальных доз внешнего облучения, область использования этого метода, как правило, сводится к верификации дозовых оценок и оценке адекватности применяемых для этого моделей.

При выдаче и сборе ТЛД-дозиметров в населенном пункте заполняется «Лист выдачи/сбора дозиметров», который должен содержать в себе следующую информацию:

- название населенного пункта;
- Ф.,И.,О. лица, получившего дозиметр для ношения;
- адрес проживания;

- номер дозиметра;
- дата получения (с подписью получившего лица);
- дата возврата (с подписью принявшего лица);
- особые отметки (информация о повреждениях дозиметра, особенностях применения – например, случаях, когда дозиметр откреплялся от одежды и экспонировался отдельно от обследуемого лица, сведения о выезде за пределы населенного пункта и т. п.).

Целесообразно выдачу и сбор дозиметров в населенных пунктах осуществлять в присутствии представителей местных органов власти.

При выдаче дозиметров необходимо ознакомить людей с правилами их ношения. Рекомендуется вместе с дозиметром выдавать соответствующую инструкцию (пример инструкции приведен в прилож. 1). При выдаче дозиметров следует подчеркнуть важность проводимого исследования и обратить внимание на значительную ценность, которую представляют выдаваемые дозиметры и та информация, которая будет получена с их помощью. Вместе с тем, не следует чрезмерно заострять внимание на возможных негативных последствиях утери дозиметра, поскольку возможной реакцией на это может стать то, что некоторые люди будут оставлять дозиметры дома или на работе (для надежного хранения) на весь период исследования, вместо их ношения. Для разъяснения населению информации об обеспечении сохранности и правильности ношения дозиметров желательно привлекать представителей местной власти.

Для учета дозы, накопленной за счет транспортировки к месту измерений и обратно, необходимо применять «транспортные» дозиметры.

«Транспортные» дозиметры отжигаются (подготавливаются) вместе с основной партией дозиметров и доставляются к месту проведения обследования. После выдачи индивидуальных дозиметров, «транспортные» возвращаются обратно в лабораторию, где проводится их считывание, не дожидаясь возврата основной партии дозиметров.

Для расчета индивидуальной дозы внешнего облучения, из показаний дозиметра необходимо вычесть «транспортную дозу». Учет ее возможен двумя способами:

1. В случае, если выдача и сбор дозиметров осуществляются по кольцевому маршруту, «транспортная доза» определяется по показаниям «транспортных» дозиметров, которые возвращаются в лабораторию после завершения процедуры выдачи индивидуальных дозиметров. При таком способе учета «транспортной дозы» исходят из того, что транспортирование дозиметров для выдачи и после сбора осуществляется по одному и тому же маршруту и за одинаковое время. Возможно исполь-

зование двух комплектов транспортных дозиметров – один используется при выдаче индивидуальных дозиметров, а другой – при сборе. В этом случае в качестве оценки «транспортной дозы» следует принимать среднее арифметическое результатов, полученных от этих двух комплектов транспортных дозиметров.

2. «Транспортная доза» может определяться по показаниям фоновых дозиметров, постоянно сопровождающих каждую партию индивидуальных, раздаваемых в определенном населенном пункте. В этом случае в период ношения индивидуальных дозиметров фоновые помещаются на хранение в место с минимальным и хорошо известным гамма-фоном (например, в защитный контейнер). Время хранения фоновых дозиметров фиксируется для оценки дозы, набранной ими за время хранения. За оценку «транспортной дозы» в этом случае принимают усредненные показания фоновых дозиметров за вычетом дозы, накопленной ими за время хранения. При этом доза, накопленная фоновыми дозиметрами за время их хранения, должна быть оценена в тех же дозиметрических величинах, в которых выражаются показания индивидуальных и фоновых дозиметров.

С учетом того, что реальная продолжительность ношения дозиметров для разных людей может отличаться, для получения сопоставимых результатов их необходимо нормировать, т. е. привести результаты измерений к одному временному интервалу, например к месяцу. При этом в качестве длительности реального ношения дозиметров используется разность между датами их сбора и выдачи, по данным «Листа выдачи/сбора дозиметров». Нормирование проводится для измеренной индивидуальной дозы (после вычитания вклада «транспортной дозы»).

Результаты измерений документируются таким образом, чтобы была обеспечена возможность доступа к первичной информации. Сопровождающая измерения документация должна содержать следующую информацию:

- характеристика НП – численность и состав (профессиональный и социально-демографический) населения, структура жилого фонда, административное подчинение;
- сведения, отражающие радиологические параметры НП – поверхностная активность ^{137}Cs в почве, значения мощностей доз гамма-излучения в отдельных локациях (включая диапазон этих значений);
- данные о проведении измерений – в объеме, соответствующем «Листу выдачи/сбора дозиметров»;
- возраст, пол, профессии и адреса субъектов исследования;

• первичные результаты считывания дозиметров с обязательным указанием номера и типа прибора, даты последней метрологической поверки, даты последней калибровки (сортировки) дозиметров, параметров считывания (температурный профиль) и регистрации сигнала термолюминесценции, Ф.И.О. оператора, даты считывания;

• ссылки на методики, использовавшиеся при проведении измерений и оценок доз облучения населения;

• иную сопутствующую информацию (например, дату предыдущего обследования).

Результаты документирования хранятся в электронном формате. При этом также сохраняются первичные материалы в виде рабочих журналов, листов выдачи и сбора дозиметров и т. п.

5.1.1.1. Особенности индивидуальных ТЛД-дозиметров

В основе принципа действия ТЛД-дозиметров лежит свойство некоторых диэлектриков (термолюминофоров) накапливать и длительное время сохранять информацию о действии ионизирующего излучения. При нагревании они испускают кванты света, количество которых пропорционально накопленной дозе. Этот свет регистрируется специальным прибором (ТЛД-считывателем), который и дает информацию о накопленной дозиметром дозе облучения. В ходе считывания, информация о накопленной дозе стирается, делая возможным повторное использование ТЛД-дозиметров для определения дозы.

Наиболее часто применяются ТЛД-дозиметры на основе детекторов из фтористого лития, активированные *Ti* и *Mg* (TLD-100) или *Mg*, *Cu* и *P* (МСР). К их преимуществам относятся высокая чувствительность, длительное сохранение накопленной информации и практически полная тканеэквивалентность, что обеспечивает слабую зависимость их показаний от энергии гамма-излучения.

ТЛД-дозиметр содержит несколько термолюминесцентных детекторов (ТЛД), помещенных в корпус, конструкция которого обеспечивает измерение той или иной дозиметрической величины. Например, ТЛД-дозиметр для измерения персонального дозового эквивалента Hp(10) содержит расположенный над детекторами фильтр из тканеэквивалентного материала толщиной 1 000 мг·см$^{-2}$, необходимый для прямого измерения указанной дозиметрической величины. Именно такие дозиметры чаще всего используются для измерения индивидуальных доз внешнего облучения населения на загрязненных в результате аварии на ЧАЭС территориях.

На результаты измерения дозы с использованием ТЛД-дозиметров оказывают влияние следующие факторы (эффекты):

1. *Фединг – самопроизвольная утрата информации о накопленной дозе.* Фединг наблюдается даже при нормальных условиях. Его влияние может быть снижено за счет применения специальных режимов подготовки ТЛД (термолюминесцентного детектора) к считыванию, например путем предварительной выдержки их при температуре 80 °С в течение одного часа. Для ТЛД на основе фтористого лития фединг за 3 месяца достигает 20 % без специальной подготовки дозиметров и не превышает 5 % в случае применения такой подготовки. При условии стандартизации режимов считывания ТЛД и их подготовки к считыванию, может быть внесена поправка на фединг, являющаяся функцией времени, прошедшего после предыдущего считывания ТЛД или момента облучения.

2. *Вариации дозиметрических свойств ТЛД.* Несмотря на то, что при производстве ТЛД принимаются все возможные меры к их максимальной стандартизации, чувствительность отдельных ТЛД различается даже в пределах одной партии. Кроме вариаций свойств материала ТЛД в разброс их чувствительности вносят вклад различия в массе детекторов, их толщине и оптических свойствах. Наиболее эффективным способом учета вариации чувствительности отдельных ТЛД является индивидуальная калибровка каждого детектора и применение индивидуальных поправочных коэффициентов при анализе результатов определения накопленной ими дозы. Такой подход реализован в автоматизированных ТЛД-системах типа Harshaw и *ALNOR* (*RADOS*), в которых для каждого ТЛД используется индивидуальный поправочный коэффициент. В случае применения ручной (неавтоматизированной) установки учет индивидуальной чувствительности каждого из детекторов достаточно сложен. В этом случае применяется предварительная сортировка детекторов для разделения их на группы с малым разбросом параметров чувствительности в пределах одной группы. Очевидно, что при этом невозможно достичь того уровня точности и воспроизводимости результатов измерений, который характерен для автоматизированных ТЛД-систем. Следует учитывать, что чувствительность ТЛД со временем может изменяться и процедуру сортировки (калибровки) необходимо периодически повторять.

3. *Нестабильность измерительного тракта ТЛД-считывателя.* На точность и воспроизводимость результатов измерений оказывает влияние нестабильность измерительного тракта, который обычно состоит из фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), используемого для регистрации

термолюминесценции, и электронных схем для регистрации и анализа. Дрейф параметров любого из элементов измерительного тракта может оказывать существенное влияние на результаты измерений. Особенно существенным здесь может быть влияние старения ФЭУ, которое может привести к существенному искажению информации о накопленной дозе. Для контроля параметров ручного (неавтоматизированного) ТЛД-считывателя проводят контрольные измерения детекторов, облученных известной дозой. В автоматизированных ТЛД-считывателях, наряду с указанной процедурой, используются системы автоматического контроля измерительного тракта, которые, обычно, включают в себя стабилизированный контрольный источник света, например, радиолюминофор на основе ^{14}C, обладающий высокими параметрами собственной стабильности. Применение системы автоматического контроля позволяет учитывать изменения чувствительности измерительного тракта и автоматически корректировать полученные результаты. Повышению воспроизводимости результатов измерений служат также специальные схемы термостабилизации ФЭУ, стабилизации каскадов усиления и т. п.

4. *Собственный фон установки и ТЛД.* Фактором, в наибольшей степени определяющим порог чувствительности ТЛД-дозиметрии, является собственный фон установки и ТЛД, т. е. регистрируемый ТЛД-считывателем сигнал при считывании необлученного детектора (или даже при отсутствии ТЛД в измерительной камере). Для снижения собственного фона прибора применяют охлаждение ФЭУ (с помощью элементов Пельтье), вытеснение воздуха из измерительной камеры инертным газом (обычно азотом), использование более качественных материалов для изготовления ТЛД. Собственный фон определяется на этапе метрологической аттестации ТЛД системы путем считывания серии необлученных дозиметров (дозиметров с нулевой дозой). Среднее значение полученных при этом результатов измерения принимается за величину собственного фона ТЛД-системы.

Метрологические характеристики различных типов ТЛД-считывателей могут существенно различаться. ТЛД-системы, использующие детекторы TLD-100, характеризуются порогом чувствительности (минимальной детектируемой дозой) порядка 10 мкЗв. Основная погрешность измерения поглощенной дозы при этом составляет 2—3 % для автоматизированных ТЛД-систем и 15—20 % для ручных ТЛД-считывателей.

Применение ТЛД-дозиметров для определения индивидуальных доз предполагает осуществление определенного цикла (последователь-

ности) операций. Он включает подготовку к измерениям, проведение измерений (экспонирование дозиметров), считывание дозиметров, обработку результатов измерений, определение и документирование полученных индивидуальных доз.

5.1.2. Измерение мощностей доз гамма-излучения в различных локациях

Дозы облучения, средние для различных групп жителей населенного пункта, могут быть получены на основе измерения мощностей доз гамма-излучения в различный локациях данного населенного пункта и его ареала. Они также могут использоваться как приемлемая оценка индивидуальных доз жителей.

В этом случае средние дозы внешнего облучения различных групп жителей оцениваются по результатам измерения значений мощности дозы гамма-излучения в различных локациях данного населенного пункта и его ареала с использованием данных о режимах поведения различных групп населения. При этом мощность дозы гамма излучения рекомендуется измерять в следующих локациях: улица, жилой дом, двор жилого дома, огород, производственное здание, рабочие дворы, пашня, целина, зона отдыха, лес.

Для оценки чернобыльского компонента дозы следует вычесть из полученных результатов вклад в мощность дозы гамма-излучения природных источников. Для оценки этого вклада необходимо дополнительно проводить измерения с использованием полевых гамма-спектрометров.

Измерение мощности дозы внешнего гамма-излучения при уровнях, близких к фоновым (а именно такие измерения чаще всего встречаются в практике радиационного контроля), требует учета ряда параметров измерительного прибора, которые обычно не отражаются в технической документации на приборы и в методиках выполнения измерений, и в настоящее время метрологически не обеспечены. Тем не менее, игнорирование их может приводить к заметному искажению результатов измерений.

Каждый гамма-дозиметр имеет собственный фон, т. е. ненулевые показания прибора при истинном значении измеряемой величины равным «0». Для каждого гамма-дозиметра характерна и собственная величина «отклика» на космическое излучение, т. е. вклад космического излучения в его показания, выраженный в единицах мощности дозы гамма-излучения. Он, как правило, не равен реальной мощности дозы кос-

мического излучения и может существенно от нее отличаться. Суммарное значение собственного фона гамма-дозиметра и его отклика на космическое излучение, в ряде случаев, может быть сравнимо или даже превышать значение измеряемой величины – мощности дозы гамма-излучения.

При проведении измерений фоновых значений мощности дозы гамма-излучения, учет суммарной величины собственного фона и отклика на космическое излучение (далее по тексту – нулевого фона) используемого гамма-дозиметра является необходимым элементом методики радиационного контроля. Отсутствие в документации на гамма-дозиметры информации об их нулевом фоне приводит к необходимости проведения специальной калибровки, которую пользователь должен периодически проводить для всех используемых им дозиметрических приборов.

При проведении измерений мощности дозы гамма-излучения необходимо учитывать, что показания гамма-дозиметра складываются из трех основных компонентов:

- мощность дозы гамма-излучения природных и техногенных радионуклидов;
- отклик на космическое излучение;
- собственный фон прибора.

Первый компонент является измеряемой величиной, и задачей обработки результатов измерений является получение его из результатов измерений данным дозиметрическим прибором.

Второй компонент определяется вкладом в показания дозиметрического прибора космического излучения. Этот вклад, как правило, не равен истиной мощности дозы космического излучения и различен для разных типов дозиметров. Он может изменяться в зависимости от космических процессов, состояния атмосферы и места проведения измерений. Важен корректный учет этого компонента. Чем меньше чувствительность гамма-дозиметра к космическому излучению, тем меньшую погрешность в измеренную величину мощности дозы гамма-излучения вносит процедура вычитания вклада космического излучения в показания гамма-дозиметра. Чувствительность гамма-дозиметра к космическому излучению принято характеризовать величиной его отклика на космическое излучение в единицах измерения мощности дозы гамма-излучения. Для большинства серийных дозиметрических приборов, основанных на использовании газоразрядных счетчиков, эта величина составляет 18—35 нГр/ч.

Третий компонент характеризует показания дозиметра в условиях отсутствия внешних излучений, обусловленные наличием радиоактивных примесей в материалах его конструкции, особенностями используемых в нем физических принципов регистрации излучений, шумами в электронных схемах и т. д. Чем больше величина собственного фона дозиметра, тем большую погрешность вносит процедура его вычитания в результаты измерений. Поэтому, при прочих равных условиях, следует отдавать предпочтение гамма-дозиметрам, имеющим меньший собственный фон. Собственный фон гамма-дозиметра принято характеризовать средней величиной его показаний в отсутствии внешних излучений в единицах измерения мощности дозы гамма-излучения. Для большинства серийных дозиметрических приборов, основанных на использовании газоразрядных счетчиков, эта величина составляет 35—45 нГр/ч.

Для получения мощности дозы гамма-излучения необходимо из показаний дозиметра вычесть численное значение его нулевого фона, равное сумме его собственного фона и отклика на космическое излучение.

Измерения нулевого фона гамма-дозиметра могут проводиться над поверхностью водоема, где вклад гамма-излучения природных и техногенных радионуклидов незначителен, а показания дозиметра практически полностью определяются суммой его собственного фона и отклика на космическое излучение. Эти условия выполняются при проведении измерений над поверхностью водоема глубиной более 3 м на расстоянии 50—150 м от берега. Наличие таких данных для каждого используемого для проведения измерений гамма-дозиметра позволит корректно интерпретировать результаты измерения мощности дозы гамма-излучения на открытой местности и, с несколько большей погрешностью, в зданиях и сооружениях, т. к. вклад космического излучения в показания дозиметра в домах несколько отличается от этой величины на открытой местности из-за экранирующего действия конструкций дома. Коэффициент экранирования, как правило, составляет 0,9—1,0 и не приводит к существенному увеличению погрешности измерений. Проведение вышеописанной процедуры не составляет большой сложности.

Важную роль в обеспечении качества измерений мощности дозы гамма-излучения играет соблюдение геометрии измерений. При проведении измерений на открытой местности разница в показаниях гамма-дозиметра при размещении его датчика на поверхности земли и на высоте 1 м над землей достигает 1,5 раз, при наличии же неоднородного радиоактивного загрязнения местности или поверхностного загрязнения

бета-излучающими радионуклидами эта разница может быть значительно большей. Поэтому при проведении измерений датчик гамма-дозиметра должен устанавливаться на высоте 1 м над поверхностью земли, что наиболее соответствует условиям облучения людей. Следует иметь специальные штатные средства обеспечения точной установки датчика на этой высоте (подставка, штатив и т. п.).

Необходимо учитывать место размещения датчика гамма-дозиметра относительно дозиметриста. При размещении его вблизи тела человека наблюдается занижение показаний дозиметра за счет экранирования датчика телом, которое может составлять 20 и более процентов. Поэтому при проведении измерений дозиметрист должен располагаться не ближе 1 м от датчика дозиметра, а посторонние люди – не ближе 5 м. При отсутствии специальных средств фиксации датчика дозиметра допускается держать его в вытянутой в боковую сторону руке для максимального уменьшения эффекта экранирования датчика телом дозиметриста.

Для проведения измерений мощности дозы гамма-излучения на открытом воздухе следует, по возможности, выбирать ровные участки местности размером не менее 60 х 60 м так, чтобы расстояние до ближайшего здания от точки измерения было не менее 30 м. При выполнении измерений в помещении датчик прибора следует размещать вблизи центра помещения. Расстояние от точки измерения до окон, печки, дверных проемов должно быть не менее 2—3 м.

Статистическая погрешность результатов измерений не должна превышать 10—20 % при доверительной вероятности 0,95.

При проведении измерений в населенных пунктах точки измерений в локациях, прилегающих к жилым домам (улица, дом, двор, огород), должны группироваться в районе исследуемых домов. Исследуемые дома должны, по возможности, равномерно распределяться по территории населенного пункта.

Измерение мощностей доз гамма-излучения на открытой местности рекомендуется проводить не менее, чем через сутки после дождя (допускается проведение измерений не ранее, чем через 3 часа после дождя). Это необходимо, чтобы избежать искажения результатов измерений вследствие временного повышения мощности дозы гамма-излучения за счет продуктов распада радона, вымытых дождем из атмосферы на поверхность грунта.

При выборе точек измерений в различных локациях следует руководствоваться следующими соображениями:

Точки измерений на *улицах* должны выбираться в зонах преимущественного нахождения людей (тротуары, площадки у магазинов, детские площадки), включать все типы покрытий, имеющихся в данном НП (целина, грунтовое покрытие, асфальт) и более или менее равномерно распределяться по его территории. Распределение точек измерений по типам покрытий должно примерно соответствовать долям последних в общей площади (протяженности) улиц.

Точки измерений в *домах* должны охватывать все имеющиеся в данном НП типы домов (1-этажные деревянные, 1-этажные каменные, многоэтажные). Для одноэтажных домов усадебного типа измерения рекомендуется проводить в двух комнатах: примыкающей к уличной стене и примыкающей к огороду. При наличии каменных домов, построенных из различных материалов (красный кирпич, силикатный кирпич и блоки, шлакоблоки, бетонные панели и т.д.) необходимо провести измерения в домах каждого вида (не менее 3 домов каждого вида). Дома, в которых проводятся измерения, должны быть, по возможности, равномерно распределены по территории НП.

Измерения проводятся во *дворах* всех обследуемых домов. Точки измерения во дворах должны выбираться примерно в середине двора в зоне доступной для пребывания людей. Не следует выбирать их на клумбах, в палисадниках и т. д. Рекомендуется проводить измерения во дворах именно тех домов, внутри которых проводились измерения. Мощность дозы, как правило, измеряется в одной точке двора.

Измерения в *огородах* проводятся для всех обследуемых домов. Мощность дозы измеряется в одной точке в центре огорода.

При проведении измерений в *производственных зданиях* данного НП точки измерения выбираются в 1—3 помещениях на каждом этаже.

Измерения в *школах и детских садах* должны охватывать все имеющиеся в данном населенном пункте здания такого типа. Точки измерения выбираются в 1—3 комнатах на каждом этаже. Дополнительно проводятся измерения на детских и спортивных площадках, находящихся на территории школ и детских садов.

Точки измерения на *пашне* должны выбираться на пахотных землях с разных сторон от населенного пункта на расстоянии не более 3 км. При этом точки измерений должны выбираться на ровных местах на расстоянии не менее 50 м от непаханых участков, дорог, оврагов, холмов и т. д., а количество их должно быть не менее 3 на населенный пункт.

Точки измерения на *целинных участках местности* должны выбираться с разных сторон от населенного пункта в его ареале на непаханых

после аварии на ЧАЭС землях. Число их должно быть не менее 5 на населенный пункт и они должны охватывать основные места пребывания его жителей, относящиеся к этой локации (целинные пастбища, покосы). Точки измерения выбираются на ровном месте не ближе 50 м от паханых участков, дорог, оврагов, холмов и т.д. При выборе целинного участка следует убедиться, что он действительно не подвергался обработке после аварии на ЧАЭС. Для этого можно опросить местных жителей или получить сведения в администрации НП.

Точки измерения в *лесу* должны выбираться на ровных местах не ближе 50 м от паханых или подвергавшихся иному воздействию участков, дорог, оврагов, холмов и т. д. Общее число таких точек должно составлять 3—5 на населенный пункт.

Точки измерения в *зоне отдыха* выбираются в наиболее посещаемых местах отдыха жителей данного НП (берег реки или озера, парк, луг и т. д.). Общее число таких точек должно составлять 3—5 на населенный пункт.

По окончании измерений для каждой локации данного НП вычисляются среднее значение мощности дозы и погрешность определения среднего.

Для оценки вклада гамма-излучения природных радионуклидов в измеренное, как описано выше, значение мощности дозы гамма-излучения, проводят дополнительные измерения с использованием полевого гамма-спектрометра. Наиболее удобен для этой цели полупроводниковый гамма-спектрометр. Измерения проводят выборочно для 3—5 точек в каждой локации. Определяют плотность потока нерассеянного гамма-излучения для характерных гамма-линий рядов ^{238}U (1765 кэВ) и ^{232}Th (2615 кэВ), а также ^{40}K (1461 кэВ). Для используемого гамма-спектрометра должны быть предварительно определены значения эффективности регистрации для этих гамма-линий с использованием соответствующих образцовых источников гамма-излучения. При проведении измерений датчик спектрометра располагается на высоте 1 метра над поверхностью земли. Значения мощности поглощенной дозы гамма-излучения природных радионуклидов в воздухе на высоте 1 метра над поверхностью земли, соответствующие единичной плотности ($1\ см^{-2} \cdot с^{-1}$) нерассеянного потока гамма-квантов выбранных энергий в этой точке, приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Значения параметров для оценки мощности дозы гамма-излучения природных радионуклидов на высоте 1 м над поверхностью земли

Параметры	^{40}K	Ряд ^{238}U	Ряд ^{232}Th
Энергия регистрируемой гамма-линии, кэВ	1 461	1 765	2 615
Мощность поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения природных радионуклидов, соответствующая единичной плотности потока нерассеянного гамма-излучения выбранной гамма-линии *(G)*, мкГр·ч$^{-1}$ · см^2 · с	0,044	0,34	0,13

Мощность поглощенной дозы гамма-излучения природных радионуклидов в воздухе (D_n) на высоте 1 м над поверхностью земли определяется из следующего соотношения (5.1):

$$D_n = Ф(1{,}46\ МэВ) \cdot G_K + Ф(1{,}76\ МэВ) \cdot G_U + Ф(2{,}61\ МэВ) \cdot G_{Th}\ мкГр/ч, \quad (5.1)$$

где: $Ф(E)$ – измеренное значение плотности потока гамма-квантов с энергией E на высоте 1 м над поверхностью земли, см$^{-2}$·с$^{-1}$;

$G_{K,U,Th}$ – коэффициенты, приведенные в таблице 3.1 для ^{40}K и рядов ^{238}U и ^{232}Th, мкГр · ч$^{-1}$ · см^2 · с.

Для получения мощности дозы природного компонента гамма-излучения в домах используют ту же процедуру. При этом для деревянных домов используют значения коэффициентов G, приведенные в табл. 3.1, а для каменных домов значения этих коэффициентов умножают на 1,15 для учета увеличения доли рассеянного излучения за счет отражения от потолка и стен помещения. При таком подходе дополнительная погрешность оценки не превысит 15 %.

Для получения чернобыльского компонента этих величин средние для локаций значения мощности дозы гамма-излучения природных радионуклидов необходимо вычесть из значений мощности дозы для соответствующих локаций.

Полученные значения мощности дозы гамма-излучения природных радионуклидов в различных локациях являются стабильной характеристикой НП и могут быть измерены один раз с последующим использованием этих результатов в течение длительного времени. Необходимость их корректировки может быть вызвана лишь значительным объемом нового жилищного строительства, благоустройства территории НП, асфальтирования дорог.

Дополнительные данные, необходимые для оценки доз внешнего облучения населения обследуемого НП:

• структура жилищного фонда (характеризуется количеством жилых домов каждого типа и количеством жителей, проживающих в домах данного типа);

• структура населения (характеризуется общей численностью и численностью отдельных групп населения);

• режимы поведения населения (значения факторов поведения).

Структура жилищного фонда включает сведения о количестве жилых домов разного типа (одноэтажные деревянные, одноэтажные каменные и многоэтажные дома) и количестве жителей, проживающих в домах каждого типа. На основе этих данных рассчитывают доли жителей, проживающих в домах каждого типа.

Структура населения включает сведения об общей численности и численности отдельных групп населения. В рамках данного документа рассматривают 6 групп населения: 4 группы взрослого населения (группа 1 – взрослое население, работающее преимущественно в помещении; группа 2 – взрослое население, работающее преимущественно вне помещения; группа 3 – неработающее взрослое население, в т. ч. пенсионеры; группа 4 – лесники), 2 группы детского населения – школьники (дети в возрасте от 7 до 17 лет включительно) и дошкольники (дети в возрасте от 1 года до 6 лет включительно).

Данные о населенном пункте и численности его жителей представляются в виде формы, приведенной в прилож. 2.

Режимы поведения различных групп населения необходимы для оценки среднегодового значения дозы внешнего облучения. Они представляют собой долю времени (в среднем за год), проводимую представителями различных групп населения в тех местах внутри и вне НП, где были выполнены измерения мощностей доз гамма-излучения. Поскольку режимы поведения являются не физическими, а социальными параметрами модели, оценка их проводится на основе данных опроса жителей обследуемого НП. Рекомендуемая форма опросной анкеты приведена в прилож. 3. Формы регистрации результатов дозиметрического контроля внешнего гамма-излучения представлены в прилож. 4.

5.2. Внутреннее облучение

Для определения доз внутреннего облучения при проведении радиационно-гигиенических обследований реперных НП используются два вида измерений:

• индивидуальных доз внутреннего облучения с помощью СИЧ-установок;

• содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах.

5.2.1. Определение индивидуальных доз внутреннего облучения

Измерения содержания ^{137}Cs у жителей с использованием счетчиков излучения человека проводят с целью определения СГЭД внутреннего облучения населения и его критических групп, а также для уточнения оценок СГЭД во время проведения углубленных выборочных обследований населенных пунктов.

Система радиационного мониторинга, основанная на применении счетчиков излучения человека, реализующих метод прямых измерений, дает возможность определять дозы внутреннего облучения населения с наименьшей погрешностью по сравнению с косвенным и расчетным методами.

Функционирование системы СИЧ-мониторинга наиболее эффективно при наличии единого методического, метрологического и информационного обеспечения, а также при анализе данных, содержащихся в общем для всей системы дозиметрическом регистре. Последний обеспечивается всем необходимым для осуществления математической обработки, обобщения результатов измерений и выработки соответствующих решений по взаимодействию звеньев системы.

Измерение содержания ^{137}Cs в теле человека проводят с использованием стационарных, мобильных или переносных счетчиков излучений человека. Результаты СИЧ-измерений позволяют наиболее корректно оценить фактические дозы внутреннего облучения населения, формируемые под воздействием всех факторов, оказывающих влияние на величину дозы, включая контрмеры.

Место проведения измерений необходимо выбирать с минимальным уровнем фонового гамма-излучения.

В процессе работы необходимо строго следить за соблюдением геометрии измерения. Место проведения измерений, пространственная ориентация пациентов по отношению к окнам, дверям, окружающим предметам (особенно для переносных СИЧ) должны быть неизменными на протяжении всей работы (при определении коэффициента экранирования, калибровке и проведении измерений). Во время измерений в радиусе 2—3 м от детектора не должны находиться посторонние люди. Измерения пациентов проводятся без верхней одежды. Нарушение этих требований может привести к дополнительным неконтролируемым погрешностям измерений.

Можно выделить четыре основные, наиболее распространенные, геометрии измерений, условно называемые «лежа», «стандартное кресло», «измерительное кресло» и «Север» (рис. 5.1—5.4).

Основные классы СИЧ и геометрии измерений

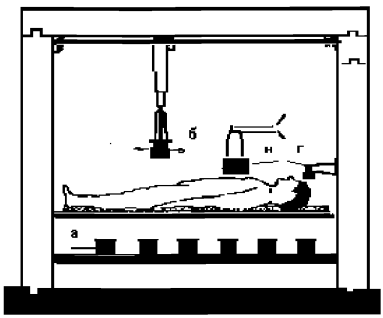

Рис. 5.1. СИЧ экспертного класса, геометрия измерения «лежа»

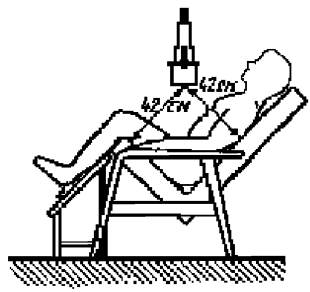

Рис. 5.2. Геометрия измерения «стандартное кресло»

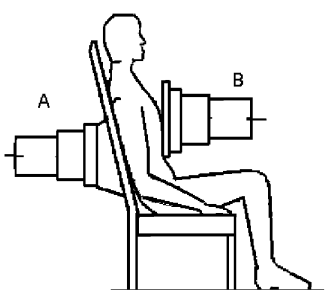

Рис. 5.3. СИЧ оперативного класса, геометрия «измерительное кресло»

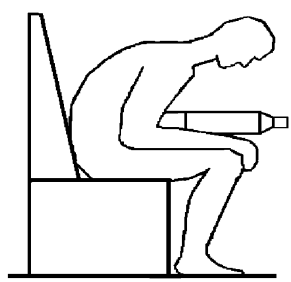

Рис. 5.4. СИЧ индикаторного класса, геометрия «сидя согнувшись» («Север»)

В геометрии «стандартное кресло» угол между сидением и спинкой кресла составляет 90°, а расстояние от спинки и основания кресла до торца детектора, расположенного со стороны груди – 42—43 см. СИЧ такой геометрии обладают приемлемой изочувствительностью, но относительно низкой эффективностью регистрации (из-за удаленности тела от детектора) и отсутствием возможности определения удельной активности радионуклидов в отдельном органе.

В наиболее распространенной геометрии «измерительное кресло» детектор (коллиматор) расположен вплотную к телу обследуемого человека со стороны спины, реже груди. Угол между сидением и спинкой

кресла составляет 100—110°. В этом случае повышается эффективность регистрации, комфортность при проведении измерения, достигается оптимальная пропускная способность. Однако при этом СИЧ обладает плохой изочувствительностью, поскольку позволяет определить содержание радионуклида только в участке тела около детектора.

В геометрии «сидя согнувшись (Север)» обследуемый сидит на стуле, обхватив руками колени, максимально согнувшись в поясе, и располагает детектор на коленях, плотно прижав его торец к животу. Измерения в геометрии «Север» обеспечивают наиболее высокую относительную эффективность, так как телесный угол обзора детектора приближается к 4π, что обусловило ее широкое применение в индикаторных СИЧ.

Недостаток такой геометрии – высокий уровень фонового сигнала (невозможность экранирования детектора), низкая изочувствительность, а также постоянно изменяющийся коэффициент экранирования детектора телом человека и эффективность регистрации (трудность воспроизведения положений обследуемых).

Как синтез геометрий «Север» и «измерительное кресло» используется геометрия «сидя» – детектор лежит на коленях вплотную к животу. Здесь, в отличие от геометрии «Север», стабильнее воспроизводится геометрия измерения и тем самым снижается погрешность, связанная с нестабильностью величины коэффициента экранирования и эффективностью регистрации.

Вышеперечисленные геометрии измерений на СИЧ оптимальны при равномерном распределении радионуклидов в организме (например, для ^{137,134}Cs). Для случаев локализации радионуклидов в отдельном органе (например, для изотопов йода в щитовидной железе) они обычно не используются, либо используются после специальной настройки и калибровки СИЧ с применением фантомов отдельных органов человека.

Довольно редко используется геометрия «лежа», когда детектор (или детекторы) находятся над или под лежащим пациентом. Такое положение позволяет проводить перемещение коллимированных детекторов (сканирование) в плоскости тела и оценивать содержание различных радионуклидов в отдельных органах.

Результирующая погрешность отдельных СИЧ-измерений не должна быть выше 30 % при доверительной вероятности $p = 0,95$.

В регистрационном журнале (прилож. 5) перед проведением измерений необходимо указать:

- адрес места измерения;
- дату измерения;
- Ф.,И.,О. оператора;

• наименование организации, выполняющей измерения;
• тип измерительного прибора;
• время измерения (экспозиция);
• результаты измерения скорости счета фонового излучения (записываются не менее 2 раз в день и при каждом изменении места измерения) и скорости счета от фонового фантома (при проведении калибровки).

В регистрационном журнале также указывается:

▪ при наличии соответствующей информации:
• гамма-фон (мкР/ч или др. ед.) на местности и в измерительном помещении;
• число жителей в населенном пункте, другие демографические данные.

▪ при каждом измерении:
• регистрационный номер записи;
• фамилия, имя, отчество обследуемого (полностью);
• год рождения;
• профессия обследуемого;
• адрес места жительства, в случае отличия от адреса места измерения;
• масса тела человека (кг);
• скорость счета импульсов в рабочем энергетическом диапазоне при измерении человека;
• результат расчета активности ^{137}Cs в теле человека;
• примечания и другие данные о радиационной обстановке на местности.

Отчетные результаты представляют в виде средних значений суммарной и удельной активности ^{137}Cs в организме жителей, количества выполненных измерений и величин стандартных ошибок.

5.2.2. Измерение содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах

При проведении обследований осуществляется сбор данных о содержании ^{137}Cs и ^{90}Sr в наиболее полном наборе основных дозообразующих пищевых продуктов сельскохозяйственного и природного происхождения: в молоке, мясе говяжьем и свином, овощах, картофеле, лесных грибах и ягодах, рыбе из местных водоемов. Эту информацию собирают в течение всего периода усреднения в запланированных к проведению обследований населенных пунктах или одномоментно при проведении этих обследований. Во время обследований проводят также анкетирование жителей для определения средних величин потребления различных пищевых продуктов.

Пробы молока отбирают равномерно (ежеквартально) в течение всего года, пробы ягод – в период их сбора, пробы других продуктов – в любое время в течение года. На анализ отбирают по 0,5 л молока, по 1 кг картофеля и овощей, по 0,5 кг мяса и рыбы, по 0,5 кг свежесобранных ягод и по 1 кг сырых (либо 0,1 кг сухих) грибов. Перед анализом картофель очищают от кожуры, моют, взвешивают, мелко нарезают и высушивают до воздушно-сухого состояния. Грибы тщательно очищают от почвы, растительности, взвешивают и высушивают до воздушно-сухого состояния.

Пробы молока, мяса, картофеля и овощей в сельских НП отбирают в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ). Рекомендуется, чтобы каждая проба представляла собой объединенную пробу из 3—5 ЛПХ данного НП. При отсутствии молочного скота в ЛПХ пробы молока отбирают из соответствующего коллективного хозяйства, в которое входит населенный пункт. Пробы говядины и свинины отбирают в ЛПХ, коллективных хозяйствах или в торговой сети, в т. ч. на рынках, с учетом вклада их потребления населением из перечисленных источников.

Пробы молока и мяса в поселках городского типа (ПГТ) и городах отбирают в торговой сети, в т. ч. на рынках, пробы картофеля и овощей – в ЛПХ или в торговой сети.

Пробы грибов и ягод отбирают в лесных массивах, обычно используемых местными жителями для их сбора. Возможен также отбор проб грибов и ягод на анализ у местных жителей (с указанием лесного массива, где были собраны эти природные продукты).

Отбор проб грибов и ягод осуществляется отдельно по видам. Предпочтение следует отдавать тем видам, которые произрастают в ареале данного НП и преимущественно потребляются местными жителями. Для последующих дозовых оценок используют средневзвешенное (с учетом структуры потребления разных видов грибов и ягод) значение удельной активности ^{137}Cs в этих природных продуктах.

Все пробы сельскохозяйственной продукции должны быть отобраны от различных поставщиков (источников) каждого вида продукта; в расчетах могут использоваться результаты исследований не более 2 проб от одного поставщика.

На все отобранные пробы составляют акт отбора проб.

Для определения удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробах пищевых продуктов используют гамма-спектрометрические и радиохимические методы анализа.

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

Если удельная активность радионуклида в исходной пробе меньше достоверно определяемой, необходимо провести концентрирование пробы (выпаривание, сушка, озоление) с ее последующим повторным гамма-спектрометрическим анализом.

При невозможности получения результата, удовлетворяющего вышеприведенным требованиям, выполняют радиохимический анализ пробы. Радиохимическое определение содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробах производят по стандартным методикам.

Результаты измерений должны содержать величину измеренного параметра и оценку погрешности его определения с доверительной вероятностью 0,95.

Структура потребления разных видов пищевых продуктов устанавливается путем проведения опросов жителей о рационе питания пищевых продуктов местного происхождения. Пример формы опросной карты представлен в прилож. 6.

На каждую пробу оформляют «Паспорт пробы» (прилож. 7), в который заносят результаты лабораторных анализов.

Данные о структуре сельскохозяйственных угодий собирают в областных или районных органах агрохимической службы. При этом запрашивают сведения о площадях сельскохозяйственных угодий, приходящихся на пастбища и сенокосы (совокупно), а также на пахотные почвы, с учетом вклада почв разных групп в общую площадь этих земель. Данные заносят в таблицу прилож. 2.

Аналогичным образом собирают данные о структуре лесных массивов.

Наиболее детально методические особенности проведения инструментальных измерений, необходимых для последующих оценок доз внутреннего и внешнего облучения и корректировки параметров используемых дозиметрических моделей, изложены в методических рекомендациях по обеспечению радиационной безопасности *«Радиационный мониторинг доз облучения населения территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС»*, Роспотребнадзор, Москва, 2007.

Приложение 1

Инструкция
по использованию индивидуального ТЛД-дозиметра

Индивидуальный ТЛД-дозиметр предназначен для измерения индивидуальной дозы внешнего гамма-излучения.

Для достоверного измерения индивидуальной дозы необходимо соблюдать следующие *основные правила ношения ТЛД-дозиметра:*

1. Дозиметр необходимо постоянно носить на одежде в области груди.

2. В ночное время дозиметр должен находиться в жилом помещении вблизи места, где спит носящий его человек.

3. Категорически запрещается вскрывать корпус дозиметра и извлекать находящиеся внутри детекторы во избежание их загрязнения, воздействия света и других факторов, которые неизбежно повлекут получение ошибочных результатов.

4. Запрещается подвергать ТЛД-дозиметр тепловому или механическому воздействию, опускать в воду или другие жидкости.

По истечению установленного срока ношения ТЛД-дозиметр необходимо сдать лицу, ответственному за сбор ТЛД-дозиметров.

Приложение 2

Опросная карта для органов исполнительной власти (администрации населенного пункта)

Область:		Район
Сельсовет:		
Населенный пункт:		
Тип НП: □ село □ деревня □ ПГТ □ город	Площадь: км^2	Дата предоставления данных:
Перечень населенных пунктов в составе сельсовета:		

Общая характеристика НП:

- преимущественное направление хозяйственной деятельности в НП:

  □ сельскохозяйственное □ промышленное

- численность населения, в т. ч. по группам:

Группа жителей	Число жителей данной группы, чел.	Число жителей данной группы, %
ВСЕГО в том числе:		
Взрослые, работающие преимущественно в помещении из них: – конторские служащие – продавцы – учителя – врачи		
Группа жителей	Число жителей данной группы, чел.	Число жителей данной группы, %
Взрослые, работающие преимущественно вне помещения из них: – ремонтники – полеводы – механизаторы – пастухи – водители		

Группа жителей	Число жителей данной группы, чел.	Число жителей данной группы, %
Неработающее взрослое население: из них: – пенсионеры		
Лесники		
Школьники		
Дошкольники в том числе: посещающие детские учреждения не посещающие детские учреждения		

- численность населения, проживающего: в деревянных 1-эт. домах _____, в каменных 1-эт. домах _____, в многоэтажных домах _____
- характеристика основных и производственных зданий в НП:

Помещение	Материал стен (деревян., кирпичн., шлакоблок, металл)	Число этажей	Тип покрытия раб. зоны вне помещения (асфальт/грунт)	Примечания
Детский сад				
Школа				
Производственные помещения:				

Структура сельскохозяйственных угодий и распределение их площади по типам доминирующих почв

Группа почв	Площадь, га		
	Пашня	Сенокосы	Пастбища
Торфяно-болотные			
Песчаные и супесчаные (дерново-подзолистые, дерново-глеевые, дерновые, светло-серые и серые лесные)			

Группа почв	Площадь, га		
	Пашня	Сенокосы	Пастбища
Легко- и среднесуглинистые (дерново-подзолистые; дерновые; серые и темно-серые лесные; выщелоченные и оподзоленные черноземы)			
Тяжелосуглинистые и глинистые (темно-серые лесные; черноземы: выщелоченные, оподзоленные, типичные, обыкновенные, южные; каштановые)			

Должность, фамилия и подпись лица, представляющего данные:

Ф.,И.,О. лица, проводившего опрос, должность, наименование организации.

Приложение 3

Опросная карта для населения (внешнее облучение)

Статус опрашиваемого: взрослый / школьник / дошкольник

Вопросы для взрослых членов семьи:

Профессия _____ № ТЛД-дозиметра_____

Характер работы:

преимущественно в помещении / преимущественно вне помещения

Характеристика места работы:

- материал стен – дерево / камень.
- число этажей _____
- тип покрытия рабочего места вне помещения – асфальт / грунт

Характеристика места проживания:

- материал стен – дерево / камень.
- число этажей _____
- тип покрытия вне помещения – асфальт / грунт

Вопросы для детей:

Посещает ли ребенок школу – да / нет. Посещает ли ребенок детский сад – да / нет

Средняя продолжительность пребывания (часов в сутки):

условно летом (без снежного покрова), рабочие дни

- внутри НП в жилом помещении _____ ;
- внутри НП (на работе, в школе, в детсаде) в производственном помещении _____ ;
- внутри НП вне помещения _____;
- вне НП: пахота _____ , целина _____ , дорога _____;
- *условно летом (без снежного покрова), выходные дни*
- внутри НП в жилом помещении _____ ;
- внутри НП вне помещения _____ ;
- вне НП: пахота _____ , целина _____ , дорога _____;
- *условно зимой (со снежным покровом), рабочие дни*
- внутри НП в жилом помещении _____;
- внутри НП (на работе, в школе, в детсаде) в производственном помещении _____;
- внутри НП вне помещения _____;
- вне НП: пахота _____, целина _____, дорога _____;
- *условно зимой (со снежным покровом), выходные дни*
- внутри НП в жилом помещении _____;
- внутри НП вне помещения _____;
- вне НП: пахота _____, целина _____, дорога _____

Примечание: При ответах на вопросы ненужное вычеркивать. Количество часов в сутках равно 24!!! Под «школой» подразумевается любое учебное заведение для населения группы «школьники»

_____

Ф.,И.,О. лица, проводившего опрос, должность, наименование организации.

Приложение 4

Документация дозиметрического контроля внешнего гамма-излучения

Форма ведения журнала учета индивидуального дозиметрического контроля внешнего гамма-излучения

Поверхностная активность ^{137}Cs в почве НП на год измерения: _____
Наименование организации, выполняющей измерения _____
Ф.,И.,О. оператора _____ Дата считывания _____
Тип измерительного прибора _____ № _____
Дата поверки _____ Дата калибровки _____

Номер ТЛД-дозиметра	Фамилия, имя, отчество	Профессия	Тип жилого дома	Год рождения	Дата выдачи ТЛД-дозиметра	Дата сбора ТЛД-дозиметра	Н, мкЗв	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Пояснения по заполнению журнала учета:

1 – номер индивидуального дозиметра, выданного жителю населенного пункта;

2 – полное фамилия, имя и отчество получившего дозиметр;

3 – наименование профессии или социальной группы (школьник, пенсионер, инвалид и т. д.);

4 – тип дома, в котором живет данный человек (деревянный или кирпичный);

5 – число, месяц и год рождения получившего дозиметр (например: 29/ 06/ 55);

6, 7 – указываются фактические даты начала и окончания ношения дозиметра;

8 – приводится значение месячной индивидуальной дозы, измеренное в региональном Центре;

9 – в графе «Примечание» делаются отметки о замеченных фактах нарушения правил ношения дозиметра, а также о механических или иных повреждениях дозиметра (детекторов) после окончания срока ИДК.

Форма ведения журнала учета дозиметрического контроля внешнего гамма-излучения в локациях, нЗв/час

Поверхностная активность ^{137}Cs в почве НП на год измерения: _____
Наименование организации, выполняющей измерения _____
Ф.,И.,О. оператора _____ Дата считывания _____
Тип измерительного прибора _____ № _____
Дата поверки _____

Дата	Адрес	Кирпичный дом	Деревянный дом	Огород (пашня)	Двор	Целинный уч-к	Над асфальтом	Зона отдыха

Приложение 5

Документация измерений на счетчике излучения человека

Форма ведения журнала учета индивидуального дозиметрического контроля на счетчике излучения человека

Адрес места измерения _____
Дата измерения _____
Ф.,И.,О. оператора _____
Наименование организации, выполняющей измерения _____
Тип измерительного прибора _____ Время измерения (экспозиция) _____
Счетность фонового излучения _____
_____
Гамма-фон (мкР/ч или др.ед.) _____
Численность населения _____

№	Фамилия, имя, отчество	Год рождения	Профессия	Адрес	Масса тела, кг	Счетность имп.	Активность в теле	Примечание
1	2	5	3	4	5	6	7	9

Приложение 6

Опросная карта для населения (внутреннее облучение)

Дата проведения опроса: _____ Карта № _____

Район _____Населенный пункт: _____
1. Ф.,И.,О. _____2. Адрес _____
3. Год рождения _____ 4. Масса тела (кг): ____ 5. Пол: м _ □ ж _ □
5. Профессия/соц.статус: _____6. Место работы _____
7. Состав семьи _____ чел.

Семья	Воз-раст/Пол	Воз-раст/Пол	Воз-раст/Пол	Воз-раст/Пол	Воз-раст/Пол	Воз-раст/Пол
Взрослые						
Дети						

8. Результаты радиометрии тела:

Прибор	Q, нКи	Q, Бк	Примечание

9. Наличие в хозяйстве: огорода □ коровы ___ □ козы ___ □ свиньи ___ □ птицы ___ □ кролики ___ □

10. Особенности содержания молочного скота:

Добавляете ли в корм скоту феррацин?	да_□ нет_□ нерегулярно_□	
Выпас скота	коллективно _ □ отдельно _ □	луг _□ лес_□ пойма реки_□ болото _□ другое место ……
Заготовка сена	луг_□ лес_□ пойма реки_□ болото □ другое место ……..	

Продолжение прилож. 6

11. Потребление пищевых продуктов местного производства, кг*

Пищевые продукты		Семья	Лично	Источник
Мясо	Свинина			
	Говядина			
	Мясо птицы дом.			
Рыба	Речная			
	Озерная			
Молочные продукты	Молоко коровье			
	Молоко козье			
	Сколько дней в году молоко не потребляет			
Картофель				
*уточнять период потребления указанного веса (сут, неделя, месяц, год)				

12. Потребляете ли Ваша семья грибы? нет _□ да_ □

Грибы потребляют [ ] чел. Опрашиваемый [ ]%

прошлый сезон							
1-я группа грибов (моховики, маслята, польский гриб, козлята), %*		2-я группа грибов (подберезовики, подосиновики, белые, лисички, сыроежки, рядовки), %*		3-я группа грибов (опята, сморчки, дождевики, шампиньоны), %*			
Собрано, кг	из них	употреблено сразу, кг	зажарено впрок, л	соленья, л	маринады, л	сухие, кг	съели, %
				Заготовки закончились			мес./назад
текущий сезон							
1-я группа грибов (моховики, маслята, польский гриб, козлята), %*		2-я группа грибов (подберезовики, подосиновики, белые, лисички, сыроежки, рядовки), %*		3-я группа грибов (опята, сморчки, дождевики, шампиньоны), %*			
Собрано, кг	из них	употреблено сразу, кг	зажарено впрок, л	соленья, л	маринады, л	сухие, кг	съели, %
* указать долю группы потребленных грибов; сумма долей по трем группам грибов должна составлять 100 %.							

Продолжение прилож. 6

13. Потребляете ли Ваша семья лесные ягоды? нет _□ да_ □
Ягоды потребляют [ ] чел. Опрашиваемый [ ] %

прошлый сезон						
1-я группа ягод (брусника, клюква), %*		2-я группа ягод (черника), %*		3-я группа ягод (малина, голубика, земляника), %*		
Собрано, кг	из них	употреблено сразу, кг	варенье, л	компоты, л	сухие, кг	съели, %
			Заготовки закончились			мес./назад
текущий сезон						
1-я группа ягод (брусника, клюква), %*		2-я группа ягод (черника), %*		3-я группа ягод (малина, голубика, земляника), %*		
Собрано, кг	из них	употреблено сразу, кг	варенье, л	компоты, л	сухие, кг	съели, %
* указать долю группы потребленных ягод; сумма долей по трем группам ягод должна составлять 100 %.						

14. Потребляете ли Ваша семья мясо дичи или диких животных?
нет _□ да_ □
Мясо дичи и диких животных потребляют [ ] чел.
Опрашиваемый [ ] %

текущий сезон			*прошлый сезон*		
Дичь или дикие животные	шт.	кг	Дичь или дикие животные	шт.	Кг

Ф.,И.,О. лица, проводившего опрос, должность, наименование организации

Приложение 7

Паспорт пробы молока (картофеля)

Наименование пробы	Дата отбора пробы	Описание пробы (частный сектор, общественное хозяйство, торговая сеть)	Область, район, хозяйство сельская администрация, НП	Удельная активность ^{137}Cs в сырой пробе, Бк/кг	Удельная активность ^{90}Sr в сырой пробе, Бк/кг	Метод измерения, чувствительность

(Должность, фамилия и подпись лица, представляющего данные)

Паспорт пробы грибов

Наименование пробы	Дата отбора пробы	Область, район, сельская администрация	Ближайший к лесному массиву населенный пункт	Удельная активность ^{137}Cs в сухой пробе, Бк/кг	Удельная активность ^{137}Cs в сырой пробе, Бк/кг	Метод измерения, чувствительность

(Должность, фамилия и подпись лица, представляющего данные)

gost.e-ecolog.ru