

**Перечень нормативно-методических документов,  
разработанных в ФГУН НИИРГ имени профессора П.В. Рамзаева  
Роспотребнадзора и утвержденных в 2007 году**

1. Гигиенические нормативы "Содержание техногенных радионуклидов в металлах". ГН 2.6.1.2159 – 07.
2. Методические указания "Прогноз доз облучения населения радионуклидами цезия и стронция при их попадании в окружающую среду". МУ 2.6.1.2222 – 07.
3. Методические указания "Гигиенические требования к устройству и эксплуатации ускорителей электронов". МУ 2.6.1.2108-07.
4. Методические рекомендации "Регистрация лиц, пострадавших от радиационного воздействия и подвергшихся радиационному облучению". МР 0100/2872-07-34.
5. Методические рекомендации "Заполнение форм Федерального государственного статистического наблюдения № 1 – ДОЗ" МР 0100/4484-07-03.
6. Методические рекомендации "Заполнение форм Федерального государственного статистического наблюдения № 2 – ДОЗ" МР 0100/4485-07-03.
7. Методические рекомендации "Заполнение форм Федерального государственного статистического наблюдения № 3 – ДОЗ" МР 0100/1659-07-26.
8. Методические рекомендации "Заполнение форм Федерального государственного статистического наблюдения № 4 – ДОЗ" МР 0100/4027-07-94.
9. Методические рекомендации "Гигиенические требования по ограничению доз облучения детей при рентгеновских исследованиях". МР 0100/4443-07-34.
10. Методические рекомендации "Определение радиационного выхода рентгеновских излучателей медицинских рентгенодиагностических аппаратов". МР № 0100/12883-07-34
11. Методические рекомендации по проведению радиационного мониторинга доз облучения населения территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. МР 0100/13610-07-34.
12. Методические рекомендации "Отбор и подготовка проб питьевой воды для определения показателей радиационной безопасности". МР 0100/13609-07-34.

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ  
ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА**

**2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,  
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Отбор и подготовка проб питьевой воды  
для определения показателей  
радиационной безопасности**

***Методические рекомендации***

**Москва  
2007**

**УДК 614.34  
ББК 51.26**

**Предисловие**

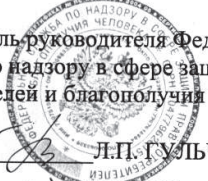
1. Методические рекомендации разработаны авторским коллективом в составе: Шутов В.Н., Швыдко Н.С., Кадука М.В., Басалаева Л.Н., Салазкина Н.В., Ступина В.В. (ФГУН НИИРГ имени профессора П.В. Рамзаева Роспотребнадзора).

2. Утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от «27» декабря 2007 г. № 0100/13609-07-34.

3. Введены впервые.

"УТВЕРЖДАЮ"

Заместитель руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

 Л.П. ГУЛЬЧЕНКО

"27" декабря 2007 г.

0100/13609-07-34

## ОТБОР И ПОДГОТОВКА ПРОБ ВОДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Методические рекомендации

### 1. Область применения

1.1. Настоящие Методические рекомендации (далее – МР) распространяются на отбор и предварительную подготовку проб питьевой воды для последующего контроля качества питьевой воды по показателям радиационной безопасности.

1.2. Основной целью МР является обеспечение единых подходов при отборе и подготовке проб воды для анализа суммарной альфа- и бета-активности, а также радионуклидного состава и удельной активности основных природных и техногенных радионуклидов в воде.

1.3. Настоящими МР руководствуются в своей деятельности органы и учреждения Роспотребнадзора в субъектах Российской Федерации, осуществляющие контроль и санитарно-эпидемиологическую оценку питьевой воды по показателям радиационной безопасности, а также аккредитованные в установленном порядке на право проведения соответствующих измерений лаборатории радиационного контроля и организации, обеспечивающие централизованное водоснабжение населения при проведении производственного радиационного контроля».

1.4. МР не распространяются на порядок приготовления счетных образцов для инструментального определения их активности, которые устанавливаются в аттестованных методиках выполнения измерений (МВИ).

### 2. Нормативные ссылки

При подготовке настоящих МР учтены требования следующих законодательных и нормативных документов:

2.1. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» № 3-ФЗ от 09.01.96 г.

2.2. Закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.99 г.

2.3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. Москва, Минздрав России, 1999.

2.4. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). СП 2.6.1.799-99. Москва, Минздрав России, 2000.

2.5. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения. Санитарные правила СП 2.6.1.1292-03 от 18.04.2003 г.

рующего излучения. Санитарные правила СП 2.6.1.1292-03 от 18.04.2003 г.

2.6. МУ 2.6.1.1981-05. «Радиационный контроль и гигиеническая оценка источников питьевого водоснабжения и питьевой воды по показателям радиационной безопасности. Оптимизация защитных мероприятий источников питьевого водоснабжения с повышенным содержанием радионуклидов».

2.7. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб.

2.8. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

### 3. Введение

Для обеспечения радиационной безопасности населения, решения ряда других проблем контроля содержания природных радионуклидов в воде для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения необходима корректная информация о радионуклидном составе и удельной активности радионуклидов. И хотя в среднем по стране (как и в мире) дозы внутреннего облучения населения за счет содержания природных радионуклидов в воде не превышают 0,1 мЗв/год, вариabельность этой величины достигает трех порядков и более. Именно в силу этого, а также разной радиотоксичности природных радионуклидов, дозовые коэффициенты для которых различаются на порядок и более, в действующих нормативных документах (НРБ-99) установлены жесткие требования к содержанию радионуклидов и к порядку проведения радиационного контроля питьевой воды.

В силу чрезвычайной вариabельности радионуклидного состава и удельной активности природных радионуклидов, вариabельности минерального состава и других характеристик природных вод необходимо использование, по возможности, прямых радиохимических методов определения содержания радионуклидов, избегая косвенных и расчетных оценок.

Большинство известных радиохимических методик определения природных радионуклидов предусматривает их анализ из отдельных проб. Вместе с тем, информация, полученная при последовательном выделении радиоизотопов урана, радия, свинца и полония из одной пробы более достоверна, особенно учитывая высокую степень гетерогенности радионуклидного состава природных вод. Отмеченное выше чрезвычайно важно и нуждается в серьезных радиохимических проработках по созданию схем последовательного разделения и идентификации различных нуклидов из одной пробы, что, помимо указанных выше преимуществ, позволяет сделать процесс более экономичным – сокращает время анализа, расход реактивов, энерго- и трудозатраты.

Кроме того, для целого ряда радионуклидов с высокой радиотоксичностью ( $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  и др.) методики выполнения измерений должны обеспечивать минимальную измеряемую удельную активность не выше 0,2 от величины уровня вмешательства по содержанию данного радионуклида в питьевой воде ( $0,2 \cdot U_{\text{ВВВ}}$ , например, 0,024 Бк/кг для  $^{210}\text{Po}$ ). Поэтому важно установить единые подходы к анализу радиологических показателей питьевой воды, начиная с самой первой

операции – отбора и радиохимической подготовки проб воды для анализа ее радиологических показателей.

#### 4. Общие положения

4.1. Настоящие МР устанавливают порядок отбора и предварительной подготовки проб питьевой воды<sup>1</sup> для последующего определения суммарных показателей ее радиоактивности (суммарной удельной альфа- и бета-активности), удельной активности радионуклидов природных семейств урана и тория,  $^{40}\text{K}$ , а также  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  (при необходимости,  $^{239,240,238}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$ ).

4.2. МР применяют для целей радиационного контроля воды источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения, бутилированной воды, включая минеральные столовые и лечебные воды.

4.3. Настоящие МР распространяются на отбор проб воды и их предварительную подготовку: концентрирование (при необходимости) до объема около 0,1 л при определении суммарных показателей удельной альфа- и бета-активности, концентрирование (при необходимости) до объема около 1 л – при анализе радионуклидного состава и определении удельной активности радионуклидов природных семейств урана (кроме  $^{222}\text{Rn}$ ) и тория, и концентрирование до объема около 1 л – при определении удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{40}\text{K}$  (при необходимости,  $^{239,240,238}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$ ).

#### 5. Отбор проб питьевой воды

5.1. Отбор проб воды для анализа радиологических показателей следует производить в соответствии с общими требованиями ГОСТ Р 51592-2000.

5.1.1. Целью отбора проб является получение дискретной пробы, отражающей качество исследуемой воды.

Отбор проб проводят для:

- исследования качества воды для принятия корректирующих мер при обнаружении изменений кратковременного или долгосрочного характера;
- определения состава воды по показателям, регламентированным в нормативных документах (НД);
- идентификации источников загрязнения водного объекта.

5.2. Для отбора проб воды используют емкости из полимерных материалов, которые непосредственно перед отбором пробы необходимо не менее трех раз ополоскать водой из обследуемого источника.

5.3. Объем взятой пробы должен соответствовать установленному в НД на метод определения конкретного показателя с учетом количества определяемых показателей и возможности проведения повторного исследования.

Объем отбираемой пробы воды должен составлять не менее 1 литра при анализе суммарных показателей удельной альфа- и бета-активности, не менее 10 литров – при анализе радионуклидного состава и удельной активности природных радионуклидов ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Bi}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ) в воде, не менее 4 литров при определении удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{40}\text{K}$  (при необходимости,  $^{239,240,238}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$ ) и 1 литр при определении удельной активности  $^{222}\text{Rn}$ .

<sup>1</sup>) Проба воды – определенное количество воды, отобранное из контролируемого источника в соответствии с принятой методикой отбора проб.

5.4. При отборе проб из действующей артезианской скважины или водопровода воду сливают не менее 5 мин., во всех остальных случаях (вновь вводимых, после ремонта и др.) – в течение времени, необходимого для установления стабильных характеристик воды. Установление стабильных характеристик воды определяется визуально, время установления указанных характеристик может быть индивидуальным для каждой конкретной скважины. Пробы воды из колодцев и открытых водоемов отбирают традиционным для данного населенного пункта способом. Отобранная проба выдерживается в герметичной (во избежание контакта пробы с воздухом) емкости в течение времени, необходимого для осаждения мелкодисперсных частиц песка, почвы или ила (не менее 2–3 часов), которые могут попасть в пробу.

5.5. Отобранная проба подкисляется азотной кислотой до pH=1 для исключения процесса сорбции микроколичеств радионуклидов на внутренней поверхности емкости.

5.6. Каждая отобранная проба снабжается этикеткой, наклеенной на емкость с пробой и актом отбора. В акте отбора проб должна быть указана дата и время отбора пробы, и содержаться вся информация, необходимая для идентификации источника водоснабжения. Рекомендуемая информация, которая должна содержаться в акте отбора пробы, приведена в Приложении 1 к настоящим МР.

5.7. Условия и допустимые сроки хранения проб воды следует принимать с учетом требований ГОСТ Р 51592-2000. Пробы воды должны быть подвергнуты исследованию в течение сроков, указанных в ГОСТ (не более 14 суток после отбора) с соблюдением условий хранения. О длительности хранения пробы воды делают отметку в протоколе испытаний. При нарушении условий транспортирования или хранения исследование пробы проводить не рекомендуется.

#### 6. Концентрирование проб воды

Процедура предварительного концентрирования (упаривания) проб имеет смысл в отдельных случаях, когда пробу необходимо доставить из отдаленных районов. При консервации и/или концентрировании используемое вещество (азотная кислота) добавляют непосредственно в пробу после ее отбора или в пустую емкость до отбора проб. После проведения процедуры консервации или концентрирования, подготовленную пробу воды привозят или отправляют удобным способом (почта, экспресс-почта) в лабораторию для окончательного анализа. Проба сопровождается актом отбора (Приложение 1). Между процедурой отбора пробы и началом анализа должно пройти не более 14 суток, за исключением случаев, когда в пробе проводится определение удельной активности  $^{222}\text{Rn}$ . В связи с тем, что  $^{222}\text{Rn}$  имеет короткий период полураспада (3,82 суток), время от отбора до доставки пробы воды в лабораторию с целью определения удельной активности  $^{222}\text{Rn}$ , должно быть не более двух суток.

6.1. Для определения показателей суммарной альфа- и бета-активности воды отбирают пробу объемом не менее 1 л в чистую емкость из полимерного материала. Пробу консервируют азотной кислотой из расчета 10 см<sup>3</sup> концентрированной кислоты на 1 дм<sup>3</sup> пробы воды или 20 см<sup>3</sup> разбавленной 1:1 кислоты на 1 дм<sup>3</sup> пробы воды. Если время от отбора до начала анализа пробы не более 4 ч, допускается не проводить ее консервирование. Если перед пересылкой пробы

необходимо уменьшить ее объем, то отобранную пробу выпаривают (с добавлением азотной кислоты в тех же количествах, как и при консервации) в термостойком стеклянном химическом стакане до объема 90–100 мл. Полученный концентрат помещают в емкость из полимерного материала и отправляют в лабораторию для проведения анализа.

6.2. Для определения удельной активности природных ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Bi}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ) радионуклидов в чистую емкость из полимерного материала отбирают пробу воды объемом не менее 10 л, добавляют азотную кислоту до pH=1, и направляют в лабораторию для проведения анализа. Если перед пересылкой пробы необходимо уменьшить ее объем, то отобранную пробу выпаривают в термостойком стеклянном химическом стакане до объема 1 л. При определении удельной активности  $^{224}\text{Ra}$  (самого короткоживущего альфа-излучающего радионуклида) необходимо учитывать срок от отбора пробы до проведения измерений с целью расчета поправки на радиоактивный распад  $^{224}\text{Ra}$  за этот период времени. Одновременно с определением удельной активности природных радионуклидов, рекомендуется дополнительно проводить контроль показателя суммарной альфа-активности воды (готовится отдельная проба) для оценки соответствия этой величины сумме активностей альфа-излучающих радионуклидов. Пробу воды для определения показателя суммарной альфа-активности воды готовят в соответствии с пунктом 6.1 настоящих МР.

Для определения удельной активности техногенных радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ) и/или  $^{40}\text{K}$  отбирают не менее 4 л воды, добавляют азотную кислоту до pH=1, помещают в емкость из полимерного материала и направляют в лабораторию для проведения анализа. Если перед пересылкой пробы необходимо уменьшить ее объем, то проводят ее концентрирование: постепенно переливают отобранную пробу в термостойкий стеклянный химический стакан, выпаривают ее до объема около 1,0 л, затем помещают в емкость из полимерного материала и отправляют в лабораторию для проведения анализа.

6.3. Для определения удельной активности  $^{222}\text{Rn}$  отбирают 1 л воды в емкость из полимерного материала. При наполнении емкости напор воды не должен быть слишком сильным во избежание образования в пробе пузырьков воздуха. Емкость должна быть полностью (под крышку) заполнена водой таким образом, чтобы в ней не оставался воздух. Крышку емкости плотно закрывают и заклеивают место соприкосновения крышки и емкости изоляционной лентой или скотчем в 3–5 слоев, во избежание воздухообмена между пробой в емкости и воздухом окружающей среды. Затем пробу направляют в лабораторию для проведения анализа. Транспортирование емкостей осуществляют в перевернутом виде (крышкой вниз). Время от отбора до доставки пробы воды в лабораторию, должно быть не более двух суток.

6.4. Образующийся при проведении концентрирования (упаривания) пробы осадок, необходимо полностью перенести в емкость из полимерного материала, в которой проба будет направляться в лабораторию. Осадок переносят в емкость, ополаскивая термостойкий стеклянный химический стакан, в котором проводилось упаривание пробы, небольшим объемом дистиллированной воды. Процедуру ополаскивания проводят до полного перене-

сения образовавшегося при концентрировании пробы осадка в емкость из полимерного материала, в которой проба будет направляться в лабораторию.

Приложение 1  
(справочное)

**Информация для внесения  
в акт отбора проб воды**

В акте отбора проб воды должна быть отражена следующая информация:

1. Наименование и адрес заказчика;
2. Наименование и адрес источника водоснабжения (артезианская скважина, водопровод, партия бутилированной воды и т. д.) с указанием его основных характеристик (например, при отборе проб бутилированной воды следует указать вид тары и ее объем, при отборе проб из артезианской скважины – глубину и наименование организации владельца скважины);
3. Дата, время и место отбора проб;
4. Объем каждой пробы;
5. ФИО и подпись лиц, проводивших отбор проб, с указанием места работы и занимаемой должности;
6. Основание для отбора проб (по заявке заказчика, по предписанию органов Роспотребнадзора и т.п.);
7. Цель отбора проб воды;
8. Характеристика условий отбора проб (пробы должны быть опечатаны после их отбора, а также после их концентрирования перед отправкой на исследование).

Приложение 2  
(рекомендуемое)

**Информация, которая должна быть отражена  
в протоколе исследований**

Название организации

АККРЕДИТОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ  
ЛАБОРАТОРНЫЙ ЦЕНТР

(Испытательная лаборатория)

|                       |                                    |
|-----------------------|------------------------------------|
| Юридический адрес:    | Аттестат аккредитации              |
| Телефон, факс:        | №... от «_» _____ 200... г.        |
| ОКПО....., ОГРН ..... | Зарегистрирован в Госреестре:      |
| ИНН/КПП .....         | № РОСС RU... от «_» ____ 200... г. |
|                       | Действителен до «_» __200... г.    |

**ПРОТОКОЛ**

**лабораторных исследований питьевой воды  
по показателям радиационной безопасности**

№ \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Наименование пробы (образца) \_\_\_\_\_

Пробы (образцы) направлены \_\_\_\_\_

(наименование, адрес, подразделение организации,  
направившей пробы)

Дата и время отбора пробы (образца) \_\_\_\_\_

Дата и время доставки пробы (образца) \_\_\_\_\_

Цель отбора \_\_\_\_\_

Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель  
или физическое лицо, у которого отбирались пробы  
(наименование и юридический адрес) \_\_\_\_\_

Объект, где производился отбор пробы (наименование,  
фактический адрес): \_\_\_\_\_  
(артезианская скважина, водопровод, партия воды,  
расфасованной в емкости и т. д.)

**Для воды, расфасованной в емкости указать:**

Изготовитель (наименование, фактический адрес  
(страна, регион и т.д.) \_\_\_\_\_

Дата изготовления \_\_\_\_\_

Номер партии \_\_\_\_\_

Объем партии \_\_\_\_\_

Тара, упаковка \_\_\_\_\_

НД на методику отбора \_\_\_\_\_

Условия транспортировки \_\_\_\_\_

Условия хранения \_\_\_\_\_

Дополнительные сведения \_\_\_\_\_

**Средства измерений**

| №<br>п/п | Наименова-<br>ние<br>средств<br>измерений | Завод-<br>ской<br>номер | № свиде-<br>тельства о<br>госповерке,<br>дата | Кем<br>выдано<br>свиде-<br>тельство | Дата<br>окончания<br>действия<br>свидетельства |
|----------|-------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|
|          |                                           |                         |                                               |                                     |                                                |
|          |                                           |                         |                                               |                                     |                                                |

**Нормативно-методическая документация**

(Название, номер и дата утверждения,  
кем утверждено):

1. СП 2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопаснос-  
ти (НРБ-99).

2. СП 2.6.1.799-99 Основные санитарные правила обес-  
печения радиационной безопасности. (ОСПОРБ-99).

3. СП 2.6.1.1292-03 Гигиенические требования по  
ограничению облучения населения за счет природных  
источников ионизирующего излучения.

4. МУ 2.6.1.1981-05. «Радиационный контроль и гигие-  
ническая оценка источников питьевого водоснабжения и  
питьевой воды по показателям радиационной безопас-  
ности. Оптимизация защитных мероприятий источников  
питьевого водоснабжения с повышенным содержанием  
радионуклидов».

5. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиениче-  
ские требования к качеству воды централизованных систем  
питьевого водоснабжения. Контроль качества.

6. СанПиН 2.1.4.1116-02. Питьевая вода. Гигиенические  
требования к качеству воды, расфасованной в емкости.  
Контроль качества.

7. Методика выполнения измерений (Название, номер  
и дата утверждения, кем утверждена).

**Дата проведения измерений:** «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

**Результаты измерений**

| №<br>п/п | Определяе-<br>мый<br>показатель | Результат<br>измерения | Неопреде-<br>ленность<br>измерения | Гигиени-<br>ческий<br>критерий<br>(КУ, УВ) | Единицы<br>измерения |
|----------|---------------------------------|------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|
|          | Aa                              |                        |                                    | 0,1                                        | Бк/кг                |
|          | Ab                              |                        |                                    | 1,0                                        | Бк/кг                |
|          | <sup>210</sup> Po               |                        |                                    | 0,12                                       | Бк/кг                |
|          | <sup>226</sup> Ra               |                        |                                    | 0,5                                        | Бк/кг                |
|          | <sup>228</sup> Ra               |                        |                                    | 0,2                                        | Бк/кг                |
|          | ...                             |                        |                                    |                                            | Бк/кг                |
|          | e(Ai/ УВi)*                     |                        |                                    | 1,0                                        | —                    |

\* при проведении полного радионуклидного анализа

**Закключение:**

|                         |         |           |
|-------------------------|---------|-----------|
| Исследования проводили: |         |           |
|                         |         |           |
| (Должность)             | (Ф.И.О) | (Подпись) |
|                         |         |           |
| Заведующий лабораторией | (Ф.И.О) | (Подпись) |

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ  
ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА**

**2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,  
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Определение радиационного выхода  
рентгеновских излучателей медицинских  
рентгенодиагностических аппаратов**

***Методические рекомендации***

**Роспотребнадзор  
Москва  
2008**

1. Настоящие методические рекомендации разработаны авторским коллективом в составе: Барковский А.Н., Воробьев Б.Ф., Голиков В.Ю., Кальницкий С.А. (ФГУН НИИРГ им. проф. П.В.Рамзаева Роспотребнадзора).

2. Утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 12 декабря 2007 г. № 0100/12883-07-34.

"УТВЕРЖДАЮ"

Заместитель руководителя  
Федеральной службы  
по надзору в сфере защиты  
прав потребителей  
и благополучия человека  
\_\_\_\_\_ Л.П.Гульченко  
"12 " декабря 2007 года  
№ 0100/12883-07-34

## 2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО ВЫХОДА РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ МЕДИЦИНСКИХ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Методические рекомендации

#### 1. Область применения

1.1. Настоящие методические рекомендации предназначены для определения радиационного выхода рентгеновских излучателей рентгенодиагностических аппаратов с целью определения эффективных доз облучения пациентов при рентгенодиагностических исследованиях в соответствии с требованиями МУК 2.6.1.1797-03, а также контроля технического состояния рентгенодиагностических аппаратов.

1.2. Методические рекомендации предназначены для аккредитованных лабораторий радиационного контроля, осуществляющих определение радиационного выхода рентгеновских излучателей рентгенодиагностических аппаратов в медучреждениях, а также органов, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

#### 2. Нормативные ссылки

2.1. Федеральный закон "О радиационной безопасности населения" № 3-ФЗ от 09.01.96.

2.2. Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" № 52-ФЗ от 30.03.99.

2.3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) СП 2.6.1. 758-99.

2.4. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99) СП 2.6.1.799-99.

2.5. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований. СанПиН 2.6.1.1192-03. Минздрав России. М. 2003.

2.6. Методические указания по методам контроля "Контроль эффективных доз облучения пациентов при медицинских рентгенологических исследованиях", МУК 2.6.1.1797-03.

#### 3. Общие положения

3.1. В соответствии с МУК 2.6.1.1797-03 определение эффективной дозы облучения пациентов при рентгенологических исследованиях основано на использовании одного из двух инструментальных методов: измерении про-

изведения дозы на площадь или измерении радиационного выхода рентгеновского излучателя.

3.2. Настоящие методические рекомендации определяют процедуру определения радиационного выхода рентгенодиагностического аппарата.

3.3. Радиационный выход рентгеновского излучателя рентгенодиагностического аппарата равен мощности поглощенной (или экспозиционной) дозы в свободном воздухе на расстоянии 1 м от фокуса рентгеновской трубки на оси первичного пучка рентгеновского излучения при заданном значении анодного напряжения, приведенной к значению анодного тока 1 мА. Радиационный выход измеряется в  $\text{мГр}\cdot\text{м}^2/(\text{мА}\cdot\text{мин})$  или в  $\text{мР}\cdot\text{м}^2/(\text{мА}\cdot\text{с})$ . Измерения проводятся при общей фильтрации излучения, регламентируемой действующей нормативно-технической документацией на рентгенодиагностические аппараты различного типа (обычно при дополнительном фильтре, равном 2 мм Al). При использовании нескольких различных фильтров радиационный выход измеряется для каждого фильтра. Для перехода от одних единиц измерения радиационного выхода к другим следует использовать соотношения:

$$1 \text{ мР}\cdot\text{м}^2/(\text{мА}\cdot\text{с}) = 0,53 \text{ мГр}\cdot\text{м}^2/(\text{мА}\cdot\text{мин}) \quad (3.1)$$

$$1 \text{ мГр}\cdot\text{м}^2/(\text{мА}\cdot\text{мин}) = 1,89 \text{ мР}\cdot\text{м}^2/(\text{мА}\cdot\text{с})$$

3.4. Для сканирующих рентгенографических аппаратов (флюорографов) в качестве эквивалента радиационного выхода рентгеновского излучателя используется доза в свободном воздухе на расстоянии 1 м от фокуса рентгеновской трубки за одно сканирование при заданном значении анодного напряжения, приведенная к значению анодного тока 1 мА. Измерения в этом случае проводятся путем сканирования датчика измерительного прибора, размещенного в центре поля облучения так, чтобы при сканировании облучалась вся чувствительная область датчика. При наличии нескольких скоростей сканирования измерения радиационного выхода проводят для каждой скорости сканирования. Радиационный выход рентгеновского излучателя сканирующего рентгенографического аппарата (флюорографа) измеряется в  $\text{мГр}\cdot\text{м}^2/\text{мА}$  или в  $\text{мР}\cdot\text{м}^2/\text{мА}$ . Для перехода от одних единиц к другим следует использовать соотношения:

$$1 \text{ мР}\cdot\text{м}^2/\text{мА} = 0,0088 \text{ мГр}\cdot\text{м}^2/\text{мА} \quad (3.2)$$

$$1 \text{ мГр}\cdot\text{м}^2/\text{мА} = 113,6 \text{ мР}\cdot\text{м}^2/\text{мА}$$

Эффективная доза пациента по результатам измерения радиационного выхода рентгеновского излучателя сканирующего рентгенографического аппарата (флюорографа) определяется с использованием соотношения:

$$E = R^c \cdot I \cdot K_e, \text{ мкЗв} \quad (3.3)$$

где:  $R^c$  – радиационный выход рентгеновского излучателя сканирующего рентгенографического аппарата (флюорографа) в  $\text{мР}\cdot\text{м}^2/\text{мА}$ ;

$I$  – анодный ток рентгеновской трубки в мА;

$K_e$  – дозовый коэффициент из МУК 2.6.1.1797-03 в  $\text{мкЗв}/(\text{мР}\cdot\text{м}^2)$ .

3.5. Значения радиационного выхода рентгеновского излучателя для каждого медицинского рентгеновского диагностического аппарата, не оснащенного измерителем произведения дозы на площадь, должны измеряться не реже одного раза в год во всем диапазоне рабочих значений анодного напряжения рентгеновской трубки с шагом 10–20 кВ. При использовании нескольких различных фильтров эти измерения должны проводиться для каждого фильтра. Измерения радиационного выхода должны также проводиться каждый раз после ремонта, замены или изъятия комплектующих изделий рентгеновского аппарата, настройки или регулировки их технических параметров, влияющих на генерирование рентгеновского излучения, а также при проведении испытаний на соответствие требованиям радиационной безопасности, при оформлении санитарно-эпидемиологического заключения на аппарат. Измерения проводятся организациями, аккредитованными на проведение соответствующих измерений. Измерение радиационного выхода производят на аппаратах, имеющих документ, подтверждающий соответствие эксплуатационных параметров рентгеновского аппарата действующим требованиям.

3.6. В соответствии с МУК 2.6.1.1797-03 данный метод контроля доз облучения пациентов может использоваться для рентгенографических и флюорографических рентгеновских аппаратов.

#### 4. Проведение измерений для определения радиационного выхода рентгеновских излучателей медицинских рентгенодиагностических аппаратов

4.1. Для проведения измерений с целью определения радиационного выхода рентгеновских излучателей медицинских рентгенодиагностических аппаратов могут использоваться дозиметры рентгеновского излучения, внесенные в государственный реестр средств измерений Российской Федерации, пригодные для измерения мощности поглощенной (экспозиционной) дозы или поглощенной (экспозиционной) дозы рентгеновского излучения в диапазоне анодных напряжений рентгеновских излучателей от 30 до 150 кВ и допускающие возможность проведения измерений при мощности дозы до 10 Гр/ч.

4.2. Наиболее удобно проводить измерения с использованием рентгеновских дозиметров на основе проходных ионизационных камер, полупроводниковых детекторов, либо универсальных приборов для контроля эксплуатационных параметров медицинских рентгеновских аппаратов. Возможно использование для этой цели термоллюминесцентных детекторов на основе фтористого лития, но в этом случае необходимо использовать достаточно большие экспозиции, обеспечивающие дозу облучения дозиметра не менее 1–5 мР (10–50 мкГр). Примеры некоторых из таких приборов приведены в приложении 1.

4.3. При проведении измерений датчик используемого дозиметрического прибора размещается на оси пучка рентгеновского излучения на расстоянии 1 м от фокуса рентгеновской трубки, а поле облучения устанавливается так, чтобы оно полностью охватывало датчик дозиметрического прибора. Если датчик прибора невозможно установить на расстоянии 1 м, его следует разместить возможно дальше от фокуса рентгеновской трубки и зафиксировать расстояние от фокуса трубки до эффективного центра

датчика (центр проходной ионизационной камеры, центр кристалла сцинтилляционного детектора, центр полупроводникового детектора). При наличии стола снимков или поворотного стола-штатива, удобно установить их в горизонтальное положение и разместить датчик прибора на их поверхности, а рентгеновский излучатель над ним.

4.4. На рентгеновском аппарате устанавливаются требуемые параметры экспозиции, производится его включение, и фиксируются показания дозиметрического прибора. При этом время экспозиции (количество электричества мАс) выбирается так, чтобы статистическая погрешность измеренной величины не превышала 10%. Если время однократной экспозиции недостаточно (например, используются термоллюминесцентные дозиметры), ее повторяют необходимое количество раз, фиксируя суммарное время экспозиции (суммарное количество электричества мАс). Если при проведении измерений на аппарате установлена величина анодного тока трубки, необходимо измерять мощность дозы рентгеновского излучения при работе аппарата в заданном режиме, а если установлена величина количества электричества (мАс), необходимо измерять дозу рентгеновского излучения за экспозицию.

4.5. Результаты измерений оформляются в виде протокола измерений, в который заносятся измеренные значения дозы (мощности дозы), статистическая погрешность измерения, а также параметры экспозиции (анодное напряжение на трубке, анодный ток, полное время экспозиции, количество электричества мАс, суммарная фильтрация рентгеновского излучателя) и данные рентгеновского аппарата (модель, производитель, заводской номер, дата изготовления и ввода в эксплуатацию, наличие и срок действия санитарно-эпидемиологического заключения, дата последнего контроля эксплуатационных параметров) и установленной в нем рентгеновской трубки (тип, заводской номер, сведения о замене). В протоколе также должны быть приведены данные об использовавшемся для проведения измерений дозиметрическом приборе (модель, заводской номер, номер и срок действия свидетельства о поверке, основная погрешность измерений).

#### 5. Определение радиационного выхода рентгеновских излучателей по результатам проведенных измерений

5.1. Для получения радиационного выхода рентгеновского излучателя  $R_p$  по результатам проведенных измерений мощности поглощенной дозы  $\dot{D}$  мГр/ч при анодном токе рентгеновской трубки  $I$  мА на расстоянии  $r$  м от ее фокуса следует использовать выражение:

$$R_p = \frac{\dot{D} \cdot r^2}{60 \cdot I}, \quad \frac{\text{мГр} \cdot \text{м}^2}{\text{мА} \cdot \text{мин}} \quad (5.1)$$

5.2. Для получения радиационного выхода рентгеновского излучателя  $R_s$  по результатам измерений мощности экспозиционной дозы  $\dot{X}$  мР/ч при анодном токе рентгеновской трубки  $I$  мА на расстоянии  $r$  м от ее фокуса следует использовать выражение:

$$R_s = \frac{\dot{X} \cdot r^2}{3600 \cdot I}, \quad \frac{\text{мР} \cdot \text{м}^2}{\text{мА} \cdot \text{с}} \quad (5.2)$$

5.3. Для получения радиационного выхода рентгеновского излучателя  $R_n$  по результатам проведенных измерений

поглощенной дозы  $D$  мГр при экспозиции (количестве электричества) рентгеновской трубки  $J$  мА·с на расстоянии  $r$  м от ее фокуса следует использовать выражение:

$$R_n = \frac{60 \cdot D \cdot r^2}{J}, \quad \frac{\text{мГр} \cdot \text{м}^2}{\text{мА} \cdot \text{мин}} \quad (5.3)$$

5.4. Для получения радиационного выхода рентгеновского излучателя  $R_s$  по результатам измерений экспозиционной дозы  $X$  мР при экспозиции (количестве электричества) рентгеновской трубки  $J$  мА·с на расстоянии  $r$  м от ее фокуса следует использовать выражение:

$$R_s = \frac{X \cdot r^2}{J}, \quad \frac{\text{мР} \cdot \text{м}^2}{\text{мА} \cdot \text{с}} \quad (5.4)$$

5.5. Для получения радиационного выхода рентгеновского излучателя сканирующего рентгенографического аппарата (флюорографа) по результатам проведенных измерений поглощенной дозы  $D$  мГр за одно сканирование при анодном токе рентгеновской трубки  $I$  мА на расстоянии  $r$  м от ее фокуса следует использовать выражение:

$$R_n^c = \frac{D \cdot r^2}{I}, \quad \frac{\text{мГр} \cdot \text{м}^2}{\text{мА}} \quad (5.5)$$

5.6. Для получения радиационного выхода рентгеновского излучателя сканирующего рентгенографического аппарата (флюорографа) по результатам проведенных измерений экспозиционной дозы  $X$  мР за одно сканирование при анодном токе рентгеновской трубки  $I$  мА на расстоянии  $r$  м от ее фокуса следует использовать выражение:

$$R_s^c = \frac{X \cdot r^2}{I}, \quad \frac{\text{мР} \cdot \text{м}^2}{\text{мА}} \quad (5.6)$$

5.7. По результатам измерений радиационного выхода рентгеновского излучателя для нескольких значений анодного напряжения на рентгеновской трубке ( $U_k$ ), величина радиационного выхода  $R$  для любого значения анодного напряжения на рентгеновской трубке  $U$ , не совпадающего ни с одним из значений, при которых проводились измерения, определяется с помощью линейной интерполяции по двум измеренным значениям радиационного выхода  $R_k$  и  $R_{k+1}$  для ближайших значений анодного напряжения  $U_k$  и  $U_{k+1}$  ( $U_k < U < U_{k+1}$ ), для которых проводились измерения радиационного выхода, с использованием выражения:

$$R = R_k + (R_{k+1} - R_k) \frac{U - U_k}{U_{k+1} - U_k} \quad (5.7)$$

Допускается определение величины радиационного выхода рентгеновского излучателя для промежуточных значений анодного напряжения на рентгеновской трубке с

использованием графика, построенного по измеренным значениям радиационного выхода.

5.8. Для использования при измерении радиационного выхода рентгеновского излучателя дозиметров с проходными ионизационными камерами, предназначенными только для измерения произведения дозы на площадь, необходимо аттестовать их по эффективной площади датчика, и для получения значения дозы делить их показания (произведение дозы на площадь) на величину эффективной площади датчика (проходной ионизационной камеры).

5.9. При проведении измерений с использованием термолюминесцентных детекторов, в точку измерения помещают не менее двух термолюминесцентных детекторов (без корпусов с тканезквивалентным поглотителем) и за результат измерения принимают среднее значение их показаний. Детекторы, обычно, запаковывают в полиэтиленовую пленку для защиты от загрязнения. Детекторы должны быть откалиброваны (аттестованы) в том же виде, в котором проводятся измерения (без корпусов), в единицах поглощенной или экспозиционной дозы.

5.10. Не допускается использование для проведения измерений радиационного выхода рентгеновских излучателей рентгенодиагностических аппаратов дозиметров, предназначенных для измерения амбиентного эквивалента дозы (мощности амбиентного эквивалента дозы), таких как ДКС-АТ1121, ДКС-АТ1123, ДКС-99 и т.п., поскольку интерпретация их показаний в терминах поглощенной или экспозиционной дозы представляет значительные трудности.

#### Приложение 1

##### Параметры некоторых дозиметрических приборов, которые могут использоваться для измерения радиационного выхода рентгенодиагностических аппаратов

| Марка прибора          | Диапазон измерения мощности дозы | Диапазон анодных напряжений, кВ | Фирма - производитель |
|------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 1. ДРК-1               | до 100 мГр/с                     | 30–200                          | НПП "Доза", Россия    |
| 2. ДРК-1М-К04          | до 100 мГр/с                     | 30–200                          | НПП "Доза", Россия    |
| 3. Unfors Xi           | 20 мкГр/с – 1 Гр/с               | 22–160                          | UNFORS, Швеция        |
| 4. Unfors Mult-O-Meter | 0,1 мкГр/с – 0,5 Гр/с            | 22–155                          | UNFORS, Швеция        |