**МР 0100/12883-07:34 Определение радиационного выхода рентгеновских излучателей медицинских рентгенодиагностических аппаратов / 0100 12883 07 34**

**РАДИАЦИОННАЯ ГИГИЕНА**

Председатель редакционного Совета  
**Г.Г. Онищенко**

Главный редактор  
**И.К. Романович**

**Редакционный совет**

Алексанин С.С. (Санкт-Петербург), Алексахин Р.М. (Обнинск), Бебешко В.Г. (Киев), Горбанев С.А. (Санкт-Петербург), Довгуша В.В. (Санкт-Петербург), Иванов С.И. (Москва), Ильин Л.А. (Москва), Кенигсберг Я.Э. (Минск), Лихтарев И.А. (Киев), Маймулов В.Г. (Санкт-Петербург), Марченко Т.А. (Москва), Ракитин И.А. (Санкт-Петербург), Ромашов П.Г. (Санкт-Петербург), Сакович В.А. (Москва), Ушаков И.Б. (Москва), Цыб А.Ф. (Обнинск).

**Редакционная коллегия**

Архангельская Г.В. (Санкт-Петербург), Балонов М.И. (Санкт-Петербург), Барковский А.Н. (Санкт-Петербург), Верещагин А.И. (Москва), Вишнякова Н.М. (Санкт-Петербург, зам. главного редактора), Горский А.А. (Москва), Гребеньков С.В. (Санкт-Петербург), Ермолина Е.П. (Москва), Звонова И.А. (Санкт-Петербург), Зельдин А.Л. (Санкт-Петербург), Иванов В.К. (Обнинск), Константинов Ю.О. (Санкт-Петербург), Перминова Г.С. (Москва), Репин В.С. (Санкт-Петербург, зам. главного редактора), Савкин М.Н. (Москва), Семенова В.В. (Санкт-Петербург), Шандала Н.К. (Москва), Шубик В.М. (Санкт-Петербург).

**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  12.12.2007 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 соответствие с требованиями [МУК 2.6.1.1797-03](https://docplan.ru/Data2/1/4293855/4293855257.htm), 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](https://docplan.ru/Data2/1/4294855/4294855545.htm) от 09.01.96.

2.2. Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" № [52-ФЗ](https://docplan.ru/Data2/1/4294851/4294851486.htm) от 30.03.99.

2.3. Нормы радиационной безопасности ([НРБ-99](https://docplan.ru/Data2/1/4294849/4294849846.htm)) СП 2.6.1.758-99.

2.4. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ([ОСПОРБ-99](https://docplan.ru/Data2/1/4294849/4294849130.htm)) 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](https://docplan.ru/Data2/1/4294845/4294845042.htm). 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](https://docplan.ru/Data2/1/4293855/4293855257.htm).

**3. Общие положения**

3.1. В соответствие с [МУК 2.6.1.1797-03](https://docplan.ru/Data2/1/4293855/4293855257.htm) определение эффективной дозы облучения пациентов при рентгенологических исследованиях основано на использовании одного из двух инструментальных методов: измерении произведения дозы на площадь или измерении радиационного выхода рентгеновского излучателя.

3.2. Настоящие методические рекомендации определяют процедуру определения радиационного выхода рентгеновского излучения 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 мГр∙м2/(мА∙мин) или в мР∙м2/(мА∙с). Измерения проводятся при общей фильтрации излучения, регламентируемой действующей нормативно-технической документацией на рентгенодиагностические аппараты различного типа (обычно при дополнительном фильтре, равном 2 мм A1). 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 мР∙м2/(мА∙с) = 0,53 мГр∙м2/(мА∙мин) | (3.1) |

|  |  |
| --- | --- |
| 1 мГр∙м2/(мА∙мин) = 1,89 мР∙м2/(мА∙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 мГр∙м2/мА или в мР∙м2/мА. Для перехода от одних единиц к другим следует использовать соотношения:

|  |  |
| --- | --- |
| 1 мР∙м2/мА = 0,0088 мГр∙м2/мА | (3.2) |

|  |  |
| --- | --- |
| 1 мГр∙м2/мА = 113,6 мР∙м2/мА |  |

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

|  |  |
| --- | --- |
| *E* = *Rc*∙*I*∙*Kе*, мкЗв | (3.3) |

где: *Rc* - радиационный выход рентгеновского излучателя сканирующего рентгенографического аппарата (флюорографа) в мР∙м2/мА;

*I* - анодный ток рентгеновской трубки в мА;

*Kе* - дозовый коэффициент из [МУК 2.6.1.1797-03](https://docplan.ru/Data2/1/4293855/4293855257.htm) в мкЗв/(мР∙м2).

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](https://docplan.ru/Data2/1/4293855/4293855257.htm) 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 термолюминесцентных 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 их таких приборов приведены в приложении [1](https://docplan.ru/Data2/1/4293750/4293750685.htm#i72033).

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 термолюминесцентные 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 *Rn* по результатам проведенных измерений мощности поглощенной дозы  мГр/ч при анодном токе рентгеновской трубки *I* мА на расстоянии *r* м от ее фокуса следует использовать выражение:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.1) |

5.2. Для получения радиационного выхода рентгеновского излучателя *Rэ* по результатам измерений мощности экспозиционной дозы  мР/ч при анодном токе рентгеновской трубки *I* мА на расстоянии *r* м от ее фокуса следует использовать выражение:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.2) |

5.3. Для получения радиационного выхода рентгеновского излучателя *Rn* 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:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.3) |

5.4. Для получения радиационного выхода рентгеновского излучателя *Rэ* 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:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (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:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (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:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5.6) |

5.7. По результатам измерений радиационного выхода рентгеновского излучателя для нескольких значений анодного напряжения на рентгеновской трубке (*Uk*), 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 *Rk* и *Rk*+1 для ближайших значений анодного напряжения *Uk* и *Uk*+1 (*Uk* < *U* < *Uk*+1), для которых проводились измерения радиационного выхода, с использованием выражения:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (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 тканеэквивалентным поглотителем) и за результат измерения принимают среднее значения 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 |

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |
| --- |
| [1. Область применения](https://docplan.ru/Data2/1/4293750/4293750685.htm#i15968)  [2. Нормативные ссылки](https://docplan.ru/Data2/1/4293750/4293750685.htm#i23829)  [3. Общие положения](https://docplan.ru/Data2/1/4293750/4293750685.htm#i38304)  [4. Проведение измерений для определения радиационного выхода рентгеновских излучателей медицинских рентгенодиагностических аппаратов](https://docplan.ru/Data2/1/4293750/4293750685.htm#i41207)  [5. Определение радиационного выхода рентгеновских излучателей по результатам проведенных измерений](https://docplan.ru/Data2/1/4293750/4293750685.htm#i53438)  [Приложение 1.](https://docplan.ru/Data2/1/4293750/4293750685.htm#i62093)[Параметры некоторых дозиметрических приборов, которые могут использоваться для измерения радиационного выхода рентгенодиагностических аппаратов](https://docplan.ru/Data2/1/4293750/4293750685.htm#i82105) |