Об утверждении санитарно-

эпидемиологических требований

в области радиационной безопасности

В соответствии с Федеральным законом от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, № 14, ст. 1650; 2020, № 29, ст. 4504) и постановлением Правительства Российской Федерации от 24.07.2000 № 554 «Об утверждении Положения о государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации и Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2000, № 31, ст. 3295; 2004, № 8, ст. 663; № 47, ст. 4666; 2005, № 39, ст. 3953) п о с т а н о в л я ю:

1. Утвердить санитарные правила и нормы СанПиН 2.6. -20 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2020)» (приложение 1).

2. Утвердить санитарные правила и нормы СанПиН 2.6. -20 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2020)» (приложение 2).

3. Утвердить санитарные правила и нормы СанПиН 2.6. -20 «Специальные санитарные правила в области радиационной безопасности» (приложение 3).

4. Установить срок действия санитарных правил и норм, указанных в пунктах 1 – 3 настоящего постановления, с 01.01.2021 до 01.01.2031.

5. Признать утратившими силу с 01.01.2021 следующие постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации:

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23.10.2002 № 33 «О введении в действие санитарных Правил СП 2.6.6.1168-02 «Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)» (зарегистрировано Минюстом России 06.12.2002, регистрационный № 4005);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18.02.2003 № 8 «О введении в действие   
СанПиН 2.6.1.1192-03» (зарегистрировано Минюстом России 19.03.2003, регистрационный № 4282);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 12.03.2003 № 17 «О введении в действие СанПиН 2.6.1.1202-03» (зарегистрировано Минюстом России 25.03.2003, регистрационный № 4315);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 17.04.2003 № 54 «О введении в действие СанПиН 2.6.1.1281-03» (зарегистрировано Минюстом России 13.05.2003, регистрационный № 4529);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16.06.2008 № 36 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.2368-08» (зарегистрировано Минюстом России 09.07.2008, регистрационный № 11955);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 07.07.2009 № 47 «Об утверждении СанПиН 2.6.1.2523-09» (зарегистрировано Минюстом России 14.08.2009, регистрационный № 14534);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14.07.2009 № 49 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.2525-09» (зарегистрировано Минюстом России 12.08.2009, регистрационный № 14520);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18.01.2010 № 3 «Об утверждении СанПиН 2.6.1.2573-2010» (зарегистрировано Минюстом России 17.03.2010, регистрационный № 16641);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 26.04.2010 № 40 «Об утверждении СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» (зарегистрировано Минюстом России 11.08.2010, регистрационный № 18115);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.04.2010 № 52 «Об утверждении   
СП 2.6.1.2622-10» (зарегистрировано Минюстом России 07.06.2010, регистрационный № 17483);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 15.10.2010 № 131 «Об утверждении СанПиН 2.6.1.2749-10 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с радиоизотопными термоэлектрическими генераторами» (Зарегистрировано Минюстом России 13.12.2010, регистрационный № 19165);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 15.10.2010 № 132 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.2748-10 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при работе с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения» (зарегистрировано Минюстом России 13.12.2010, регистрационный № 19160);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23.12.2010 № 167 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.6.2796-10 «Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)». Изменения и дополнения № 1 к СП 2.6.6.1168-02» (зарегистрировано Минюстом России 17.03.2011, регистрационный № 20169);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 24.12.2010 № 171 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.2800-10 «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет источников ионизирующего излучения» (зарегистрировано Минюстом России 27.01.2011, регистрационный № 19587);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 27.12.2010 № 176 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.2802-10 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении работ со скважинными генераторами нейтронов» (зарегистрировано Минюстом России 14.04.2011, регистрационный № 20496);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 29.12.2010 № 183 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.2819-10 «Обеспечение радиационной безопасности населения, проживающего в районах проведения (1965 - 1988 гг.) ядерных взрывов в мирных целях» (зарегистрировано Минюстом России 01.04.2011, регистрационный № 20383);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16.09.2013 № 43 «О внесении изменений в отдельные санитарные правила, устанавливающие требования в области радиационной безопасности» (зарегистрировано Минюстом России 05.11.2013, регистрационный № 30309);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16.09.2013 № 44 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.3106-13 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при использовании рентгеновских сканеров для персонального досмотра людей» (зарегистрировано Минюстом России 14.11.2013, регистрационный № 30380);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 05.05.2014 № 34 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.3164-14 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при рентгеновской дефектоскопии» (зарегистрировано Минюстом России 04.08.2014, регистрационный № 33450);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 24.12.2014 № 89 «Об утверждении   
СП 2.6.1.3241-14 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при радионуклидной дефектоскопии» (зарегистрировано Минюстом России 26.02.2015, регистрационный № 36220);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 29.12.2014 № 91 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.3239-14 «Производство и применение радиолюминесцентных источников света с газообразным тритием и изделий на их основе» (зарегистрировано Минюстом России 10.04.2015, регистрационный № 36817);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 12.01.2015 № 4 «Об утверждении   
СП 2.6.1.3247-15 «Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации радоновых лабораторий, отделений радонотерапии» (зарегистрировано Минюстом России 20.02.2015, регистрационный № 36171);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14.07.2015 № 27 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.3287-15 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с радиоизотопными приборами и их устройству» (зарегистрировано Минюстом России 13.08.2015, регистрационный № 38518);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 20.07.2015 № 31 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.3288-15 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии» (зарегистрировано Минюстом России 24.08.2015, регистрационный № 38655);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 20.07.2015 № 32 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.3289-15 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с источниками, генерирующими рентгеновское излучение при ускоряющем напряжении до 150 кВ» (зарегистрировано Минюстом России 14.08.2015, регистрационный № 38534);

постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 04.09.2017 № 124 «Об утверждении   
СанПиН 2.6.1.3488-17 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками» (зарегистрировано Минюстом России 14.11.2017, регистрационный № 48883).

А.Ю. Попова

Приложение 1

Утверждены

постановлением Главного

государственного санитарного

врача Российской Федерации

от №

**НОРМЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**(НРБ-99/2020)**

**Санитарные правила и нормативы**

**СанПиН 2.6. -20**

**I. Область применения**

1.1. Настоящие нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2020) (далее - Нормы) применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.

Требования и нормативы, установленные Нормами, являются обязательными для всех юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, независимо от их подчиненности и формы собственности, в результате деятельности которых возможно облучение людей, а также для администраций субъектов Российской Федерации, местных органов власти, граждан Российской Федерации, иностранных граждан и лиц без гражданства, проживающих на территории Российской Федерации.

1.2. Настоящие Нормы устанавливают основные пределы доз, допустимые уровни воздействия ионизирующего излучения по ограничению облучения населения в соответствии с Федеральным законом от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»[[1]](#footnote-1).

1.3. Нормы распространяются на следующие источники ионизирующего излучения (далее - ИИИ):

- ИИИ, специально созданные для полезного их применения или являющиеся побочным продуктом этой деятельности (далее - техногенные ИИИ) за счёт их нормального использования;

- техногенные ИИИ в результате радиационной аварии;

- ИИИ природного происхождения (далее - природные ИИИ);

- ИИИ, применяемые в целях диагностики или терапии в медицине (далее - медицинские ИИИ).

1.4. Требования Норм не распространяются на ИИИ, создающие при любых условиях обращения с ними:

- индивидуальную годовую эффективную дозу не более 10 мкЗв;

- коллективную эффективную годовую дозу не более 1 чел.-Зв, либо, когда при коллективной дозе более 1 чел.-Зв оценка по принципу оптимизации показывает нецелесообразность снижения коллективной дозы;

- индивидуальную годовую эквивалентную дозу в коже, кистях рук и стопах не более 50 мЗв и в хрусталике глаза не более 15 мЗв.

Требования Норм не распространяются также на космическое излучение на поверхности Земли и внутреннее облучение человека, создаваемое природным калием, на которые практически невозможно влиять.

**ІІ. Общие положения**

2.1. Для обеспечения радиационной безопасности населения при нормальном (в определенных проектом пределах и условиях эксплуатации, хранения или вывода из эксплуатации) использовании техногенных ИИИ необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех ИИИ (принцип нормирования);

- запрещение всех видов деятельности по использованию ИИИ, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (принцип обоснования);

- поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого ИИИ (принцип оптимизации).

2.2. Для обоснования расходов на радиационную защиту при реализации принципа оптимизации принимается, что облучение в коллективной эффективной дозе в 1 чел.-Зв приводит к потенциальному ущербу, равному потере примерно 1 чел.-года жизни населения. Величина денежного эквивалента потери 1 чел.-года жизни устанавливается отдельными документами федерального уровня в размере не менее 1 годового душевого национального дохода.

2.3. Для наиболее полной оценки вреда, который может быть нанесен здоровью в результате облучения в малых дозах, определяется ущерб, количественно учитывающий как эффекты облучения отдельных органов и тканей тела, отличающиеся радиочувствительностью к ионизирующему излучению, так и всего организма в целом. В соответствии с общепринятой в мире линейной беспороговой теорией зависимости риска стохастических эффектов от дозы, величина риска пропорциональна дозе излучения и связана с дозой через линейные коэффициенты радиационного риска, приведенные в таблице 2.3.

**Таблица 2.3**

**Линейные коэффициенты радиационного риска**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Облучаемая группа населения | Коэффициент риска злокачественных новообразований,  ×10-2 Зв-1 | Коэффициент риска наследственных эффектов,  ×10-2 Зв-1 | Сумма,  ×10-2 Зв-1 |
| Все население | 5,5 | 0,2 | 5,7 |
| Взрослые | 4,1 | 0,1 | 4,2 |

Усредненная величина коэффициента риска, используемая для установления пределов доз персонала и населения, принята равной 0,05 Зв-1.

В условиях нормальной эксплуатации источников ионизирующего излучения пределы доз облучения в течение года устанавливаются исходя из следующих значений годового вклада в индивидуальный пожизненный риск:

- для персонала – 1,0×10-3;

- для населения – 5,0×10-5.

Уровень пренебрежимо малого риска составляет 10-6.

**ІІІ. Требования к ограничению техногенного облучения**

**в контролируемых условиях**

**3.1. Нормальные условия использования источников**

**ионизирующего излучения**

3.1.1. Устанавливаются следующие категории облучаемых лиц:

- персонал - лица, работающие с техногенными ИИИ (далее - группа А) или работающие на радиационном объекте или на территории его санитарно-защитной зоны и находящиеся в сфере воздействия техногенных ИИИ (далее - группа Б);

- все население, включая лиц из персонала вне сферы и условий их производственной деятельности.

3.1.2. Для категорий облучаемых лиц устанавливаются два класса нормативов:

- основные пределы доз (далее - ПД), приведенные в таблице 3.1;

- допустимые уровни монофакторного воздействия (для одного радионуклида, пути поступления или одного вида внешнего облучения), являющиеся производными от основных пределов доз: пределы годового поступления (далее - ПГП), допустимые среднегодовые объемные активности (далее - ДОА), допустимые среднегодовые удельные активности (далее - ДУА), допустимые среднегодовые мощности амбиентного эквивалента дозы.

Для обеспечения условий, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого, с учетом достигнутого в организации уровня радиационной безопасности, администрацией организации дополнительно устанавливаются контрольные уровни (дозы, мощности дозы, уровни активности, плотности потоков).

**Таблица 3.1**

**Основные пределы доз**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Нормируемые**  **Величины**\* | **Пределы доз** | |
| **персонал (группа А)\*\*** | **Население** |
| Эффективная доза | 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год | 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год |
| Эквивалентная доза в: хрусталике глаза\*\*\*  Коже\*\*\*\*  кистях и стопах | 150 мЗв [[2]](#footnote-2)  20 мЗв/год, усредненная за 5 последовательных лет и 50 мЗв за любой отдельный год[[3]](#footnote-3)  500 мЗв  500 мЗв | 15 мЗв  50 мЗв  50 мЗв |

**Примечания:**

\* Допускается одновременное облучение до указанных пределов по всем нормируемым величинам.

\*\* Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни воздействия персонала группы Б, равны 1/4 значений для персонала группы А. Далее в тексте все нормативные значения для категории персонал приводятся только для группы А.

\*\*\* Относится к дозе на глубине 300 мг/см2.

\*\*\*\* Относится к среднему по площади в 1 см2 значению в базальном слое кожи толщиной 5 мг/см2 под покровным слоем толщиной 5 мг/см2. На ладонях толщина покровного слоя - 40 мг/см2. Указанным пределом допускается облучение всей кожи человека при условии, что в пределах усредненного облучения любого 1 см2 площади кожи этот предел не будет превышен. Предел дозы при облучении кожи лица обеспечивает непревышение предела дозы на хрусталик от бета-частиц.

3.1.3. Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного (обусловленного природными ИИИ) и медицинского[[4]](#footnote-4) облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

3.1.4. Эффективная доза для персонала за счет нормального использования техногенных ИИИ не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) - 1000 мЗв, а для населения за период жизни (70 лет) - 70 мЗв. Началом периодов считается 1 января 2000 года.

3.1.5. Годовая эффективная доза облучения персонала и годовые эквивалентные дозы персонала в хрусталике глаза, коже, кистях рук и стопах ног за счет нормального использования техногенных ИИИ не должны превышать пределов доз, установленных в табл. 3.1

3.1.6. В стандартных условиях монофакторного поступления радионуклидов, определенных в разделе 8 Норм, годовое поступление радионуклидов через органы дыхания и среднегодовая объемная активность их во вдыхаемом воздухе не должны превышать числовых значений ПГП и ДОА, приведенных в Приложениях 1 и 2, где пределы доз взяты равными 20 мЗв в год для персонала и 1 мЗв в год для населения.

При наличии нескольких радионуклидов сумма отношений годового поступления каждого радионуклида к его ПГП и сумма отношений среднегодовой объемной активности каждого радионуклида к его ДОА не должны превышать 1.

В условиях нестандартного поступления радионуклидов величины ПГП и ДОА устанавливаются в соответствии с санитарным законодательством.

3.1.7. Для персонала группы А значения ПГП и ДОА дочерних продуктов изотопов радона (222Rn и 220Rn) - 218Po; 214Pb; 214Bi; 212Pb; 212Bi в единицах эквивалентной равновесной активности (для ПГП) и эквивалентной равновесной объемной активности (для ДОА) составляют:

- ПГП: 0,10 П218Po + 0,52 П214Pb + 0,38 П214Bi = 3,0 МБк;

0,91 П212Pb  + 0,09 П212Bi = 0,68 МБк;

ДОА: 0,10 А218Po  + 0,52 А214Pb + 0,38 А214Bi = 1200 Бк/м3;

0,91 А212Pb + 0,09 А212Bi = 270 Бк/м3,

где Пi и Аi - годовые поступления и среднегодовые объемные активности в зоне дыхания соответствующих дочерних продуктов изотопов радона.

3.1.8. Для женщин в возрасте до 45 лет, работающих с ИИИ, вводятся дополнительные ограничения: эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота не должна превышать 1 мЗв в месяц, а поступление радионуклидов в организм за год не должно быть более 1/20 предела годового поступления для персонала.

На период беременности и грудного вскармливания ребёнка женщины должны переводиться на работу, не связанную с ИИИ.

3.1.9. Для студентов и учащихся старше 16 лет, проходящих профессиональное обучение с использованием ИИИ, годовые дозы не должны превышать значений, установленных для персонала группы Б.

**3.2. Планируемое повышенное облучение**

3.2.1. Планируемое повышенное облучение персонала группы А выше установленных пределов доз (таблица 3.1) при предотвращении развития аварии или ликвидации ее последствий может быть разрешено только в случае необходимости спасения людей и (или) предотвращения их облучения. Планируемое повышенное облучение допускается для мужчин, как правило, старше 30 лет лишь при их добровольном письменном согласии, после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

3.2.2. Планируемое повышенное облучение в эффективной дозе до 100 мЗв в год и эквивалентных дозах не более двукратных значений, приведенных в таблице 3.1, допускается организациями (структурными подразделениями) федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор на уровне субъекта Российской Федерации, а облучение в эффективной дозе до 200 мЗв в год и четырехкратных значений эквивалентных доз по таблице 3.1 – допускается только федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Повышенное облучение не допускается:

- для работников, ранее уже облученных в течение года в результате аварии или запланированного повышенного облучения с эффективной дозой 200 мЗв или с эквивалентной дозой, превышающей в четыре раза соответствующие пределы доз, приведенные в таблице 3.1.

3.2.3. Лица, подвергшиеся облучению в эффективной дозе, превышающей 100 мЗв в течение года, при дальнейшей работе не должны подвергаться облучению в дозе свыше 20 мЗв за год.

Облучение эффективной дозой свыше 200 мЗв в течение года должно рассматриваться как потенциально опасное. Лица, подвергшиеся такому облучению, должны немедленно выводиться из зоны облучения и направляться на медицинское обследование. Последующая работа с ИИИ этим лицам может быть разрешена только в индивидуальном порядке с учетом их согласия по решению компетентной медицинской комиссии.

3.2.4. Лица, не относящиеся к персоналу группы А, привлекаемые для проведения аварийных и спасательных работ, должны быть оформлены и допущены к указанным работам как персонал группы А.

**ІV. Требования к защите от природного облучения**

**в производственных условиях**

4.1. При проектировании зданий и сооружений производственного назначения должно быть предусмотрено, чтобы после окончания их строительства, капитального ремонта или реконструкции среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность (далее - ЭРОА) изотопов радона в воздухе помещений ЭРОАRn+ 4,6·ЭРОАTn  не превышала 150 Бк/м3, а мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения не превышала 0,6 мкЗв/ч. Радиационная безопасность законченных строительством объектов подтверждается результатами радиационно-гигиенического обследования, выполненного аккредитованной лабораторией.

4.2. В помещениях эксплуатируемых зданий и сооружений производственного назначения ЭРОАизотопов радона в воздухе помещений ЭРОАRn+ 4,6·ЭРОАTn не должна превышать 300 Бк/м3, а мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения - 0,6 мкЗв/ч. При более высоких значениях объемной активности должны проводиться защитные мероприятия, направленные на снижение поступления радона в воздух помещений и улучшение вентиляции помещений. Мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на территории вне контура застройки здания, в пределах которой проектом строительства предусмотрено благоустройство (далее – прилегающая территория), не должна превышать 0,6 мкЗв/ч. Защитные мероприятия должны проводиться также, если мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в помещениях или на прилегающей к зданиям производственного назначения территории превышает 0,6 мкЗв/ч.

4.3. Если показатели радиационной безопасности зданий и сооружений производственного назначения (части помещений) превышают установленные в [пункте](http://docs.cntd.ru/document/902170553)  4.2 значения, то предусматриваются мероприятия по их снижению. При невозможности снизить значения одного или обоих показателей до нормативного уровня без нарушения целостности здания хозяйствующим субъектом должны быть приняты меры к перепрофилированию здания или части его помещений или к сносу здания.

4.4. Эффективная доза облучения природными источниками излучения всех работников, включая персонал, не должна превышать 5 мЗв в год в производственных условиях (любые профессии и производства).

4.5. Средние значения радиационных факторов в течение года, соответствующие при монофакторном воздействии эффективной дозе 5 мЗв/год при продолжительности работы 2000 ч/год, средней скорости дыхания 1,2 м3/ч и радиоактивном равновесии радионуклидов уранового и ториевого рядов в производственной пыли, составляют:

- мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на рабочем месте - 2,5 мкЗв/ч;

- ЭРОАRn в воздухе зоны дыхания - 310 Бк/м3;

- ЭРОАTn в воздухе зоны дыхания - 68 Бк/м3;

- удельная активность в производственной пыли 238U, находящегося в радиоактивном равновесии с членами своего ряда - 40/*f* кБк/кг, где *f* - среднегодовая общая запыленность воздуха в зоне дыхания, мг/м3;

- удельная активность в производственной пыли 232Th, находящегося в радиоактивном равновесии с членами своего ряда, - 27/*f*, кБк/кг.

При многофакторном воздействии должно выполняться условие: сумма отношений воздействующих факторов к значениям, приведенным выше, не должна превышать 1.

Для оценки доз на рабочих местах, на которых продолжительность работы, средняя скорость дыхания или радиоактивное равновесие природных радионуклидов в производственной пыли отличаются от значений, приведенных в пункте 4.5, устанавливаются расчетные значения радиационных факторов в течение года с учетом конкретных условий работы, соответствующие эффективной дозе 5 мЗв/год.

4.6. Воздействие космических излучений на экипажи воздушных судов авиации нормируется как облучение природными источниками излучения в производственных условиях по п. 4.4.

**V. Требования к ограничению облучения населения**

**5.1. Общие требования**

5.1.1. Радиационная безопасность населения достигается путем ограничения воздействия от всех основных видов облучения (п. 1.3). Возможности регулирования разных видов облучения существенно различаются, поэтому регламентация их осуществляется раздельно с применением разных методологических подходов и технических способов.

5.1.2. В отношении всех источников облучения населения следует принимать меры как по снижению дозы облучения у отдельных лиц, так и по уменьшению числа лиц, подвергающихся облучению, в соответствии с принципом оптимизации.

**5.2. Ограничение техногенного облучения в нормальных условиях**

5.2.1. Годовая доза облучения населения не должна превышать основные пределы доз (таблица 3.1). Указанные пределы доз относятся к средней дозе группы лиц из населения (не менее 10 человек), однородной по одному или нескольким признакам - полу, возрасту, социальным или профессиональным условиям, месту проживания, рациону питания, которая подвергается наибольшему радиационному воздействию по данному пути облучения от данного ИИИ (далее по тексту - критическая группа населения), рассматриваемой как сумма доз внешнего облучения за текущий год и ожидаемой дозы до 70 лет вследствие поступления радионуклидов в организм за текущий год.

5.2.2. Радиационное воздействие на население, проживающее в зоне наблюдения радиационного объекта[[5]](#footnote-5) I категории или находящееся в зоне влияния нескольких радиационных объектов, должно быть ограничено квотами от предела дозы, установленными для каждого радиационного объекта, обеспечивающими непревышение среднегодового значения предела дозы для населения.

5.2.3. Облучение населения техногенными ИИИ ограничивается путем обеспечения сохранности ИИИ, контроля технологических процессов и ограничения выброса (сброса) радионуклидов в окружающую среду, а также другими мероприятиями на стадии проектирования, эксплуатации, вывода из эксплуатации и прекращения использования ИИИ.

5.2.4. Допустимые значения содержания радионуклидов в пищевых продуктах, питьевой воде и воздухе, соответствующие пределу дозы техногенного облучения населения 1 мЗв/год и квотам от этого предела, рассчитываются на основании значений дозовых коэффициентов при поступлении радионуклидов через органы пищеварения с учетом их распределения по компонентам рациона питания и питьевой воде, а также с учетом поступления радионуклидов через органы дыхания и внешнего облучения людей. Значения дозовых коэффициентов для критических групп населения, ДОА и ПГП через органы дыхания и ПГП через органы пищеварения, приведены в приложении 2 к настоящим Нормам.

**5.3. Ограничение природного облучения**

5.3.1. Допустимое значение эффективной дозы, обусловленной суммарным воздействием природных источников излучения, для населения не устанавливается. Снижение облучения населения достигается путем установления системы ограничений на облучение населения от отдельных природных источников излучения.

5.3.2. При проектировании зданий жилищного и общественного назначения, в проекте должно быть предусмотрено, чтобы после окончания их строительства, капитального ремонта или реконструкции ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений ЭРОАRn+ 4,6·ЭРОАTn не превышала 100 Бк/м3, а мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения не превышала аналогичную величину на открытой местности более чем на 0,3 мкЗв/ч. Радиационная безопасность законченных строительством объектов подтверждается результатами радиационно-гигиенического обследования, выполненного аккредитованной лабораторией.

5.3.3. В помещениях эксплуатируемых зданий жилищного и общественного назначения ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений ЭРОАRn+ 4,6·ЭРОАTn не должна превышать 200 Бк/м3. При более высоких значениях объемной активности должны проводиться защитные мероприятия, направленные на снижение поступления радона в воздух помещений и улучшение вентиляции помещений. Защитные мероприятия должны проводиться также, если мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в помещениях превышает аналогичную величину на открытой местности более чем на 0,3 мкЗв/ч. Мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на прилегающей к зданиям жилищного и общественного назначения территории не должна превышать 0,3 мкЗв/ч.

5.3.4. Если показатели радиационной безопасности зданий жилищного и общественного назначения (части помещений) превышают установленные в [пункте](http://docs.cntd.ru/document/902170553)  5.3.3 значения, то предусматриваются мероприятия по их снижению. При невозможности снизить значения одного или обоих показателей до нормативного уровня без нарушения целостности здания должны быть приняты меры к перепрофилированию здания или части помещений, переселению жильцов и или сносу здания.

5.3.5. Эффективная удельная активность (Аэфф) природных радионуклидов в строительных материалах (например, щебень, гравий, песок, бутовый и пиленный камень, цементное и кирпичное сырье), добываемых на их месторождениях или являющихся побочным продуктом промышленности, а также отходы промышленного производства, используемые для изготовления строительных материалов (например, золы, шлаки), и готовой продукции не должна превышать:

- для материалов, используемых в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях (I класс):

Аэфф  = АRa +1,3АTh +0,09АK ≤ 370 Бк/кг,

где АRa  и АTh - удельные активности 226Rа и 232Тh, находящихся в радиоактивном равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов, АK - удельная активность К-40 (Бк/кг);

- для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений (II класс):

Аэфф ≤ 740 Бк/кг;

- для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (III класс):

Аэфф ≤ 1500 Бк/кг.

Использование сырья и материалов с Аэфф более 1500 Бк/кг для строительства жилых, общественных и производственных зданий и сооружений, а также в дорожном строительстве не допускается.

Эффективная удельная активность природных радионуклидов в облицовочных изделиях и материалах, используемых для внутренней облицовки зданий и сооружений, а также в санитарно-технических изделиях, посуде, емкостях для цветов и растений, изделиях художественных промыслов и предметах интерьера из керамики, керамогранита, природного и искусственного камня, глины, фаянса и фарфора не должна превышать 740 Бк/кг.

5.3.6. Предварительная оценка качества питьевой воды и бутилированной (упакованной) питьевой воды по показателям радиационной безопасности может быть дана по удельной суммарной альфа- (Аα) и бета-активности (Аβ). При значениях Аα и Аβ ниже 0,2 и 1,0 Бк/кг, соответственно, дальнейшие исследования воды не являются обязательными. В случае превышения указанных уровней проводится анализ содержания радионуклидов в воде.

Приоритетный перечень определяемых радионуклидов в воде включает следующие природные радионуклиды: 226Ra, 228Ra, 238U, 234U, 210Po, 210Pb, 232Th, 222Rn (обязательно для воды из подземных источников) и 40К (обязательно при значениях Аβ более 1). При этом удельная активность 40К должна вычитаться из полученного значения Аβ.

Если при совместном присутствии в воде нескольких природных и техногенных радионуклидов выполняется условие:

,

где Аi - удельная активность i-го радионуклида в воде, Бк/кг;

УВi - соответствующие уровни вмешательства[[6]](#footnote-6) по приложению 2а к настоящим Нормам, Бк/кг,

N-общее число определяемых радионуклидов в воде,

то мероприятия по снижению радиоактивности питьевой воды не являются обязательными, и вода считается пригодной для питьевого водоснабжения населения. В указанном соотношении вклад 222Rn не учитывается.

При невыполнении указанного условия бутилированная (упакованная) питьевая вода считается непригодной для питьевого потребления населением.

5.3.7. Если для питьевой воды условие пункта 5.3.6. не выполняется, но выполняется условие:

,

то должны осуществляться мероприятия по снижению содержания радионуклидов в воде с учетом принципа оптимизации.

При этом для удельной активности техногенных радионуклидов в питьевой воде должно выполняться условие:

,

где Аk - удельная активность k-го техногенного радионуклида в воде, Бк/кг;

УВk - соответствующие уровни вмешательства по приложению 2а к настоящим Нормам, Бк/кг;

*M* - общее число определяемых техногенных радионуклидов в воде.

Обоснование характера защитных мероприятий проводится на основании взвешивания пользы и вреда для здоровья населения с учетом результатов исследований воды возможных альтернативных источников по показателям радиационной, биологической, химической безопасности и органолептических свойств, а также возможного ущерба в связи с прерыванием или ограничением водопотребления населения.

В случае, когда условие пункта 5.3.6 и одно или оба условия пункта 5.3.7 не выполняются, вода из источника по показателям радиационной безопасности считается непригодной для питьевого водоснабжения населения.

Поиск и переход на альтернативный источник водоснабжения населения в таких случаях осуществляется в безотлагательном порядке.

Контроль соответствия питьевой воды требованиям радиационной безопасности осуществляет организация, обеспечивающая водоснабжение населения, или производство бутилированной воды, в том числе искусственно минерализованной, а также напитков на основе воды, в рамках программы производственного контроля.

5.3.8. Критическим путем облучения людей за счет 222Rn, содержащегося в питьевой воде, является переход радона в воздух помещения и последующее ингаляционное поступление дочерних продуктов радона в организм. Уровень вмешательства для 222Rn в питьевой воде составляет 60 Бк/кг. Определение удельной активности 222Rn в питьевой воде из подземных источников является обязательным. Если удельная активность 222Rn в питьевой воде не превышает 60 Бк/кг, мероприятия по снижению содержания 222Rn в питьевой воде не являются обязательными, и вода считается пригодной для питьевого водоснабжения населения.

Если выполняется условие:

,

где АRn - удельная активность 222Rn в воде, Бк/кг;

то должны осуществляться мероприятия по снижению содержания радионуклидов в воде с учетом принципа оптимизации. При превышении удельной активности 222Rn в воде значения 600 Бк/кг вода из источника по показателям радиационной безопасности считается непригодной для питьевого водоснабжения населения.

При возможном присутствии в воде 3H, 14C, 131I, 210Pb, 228Ra и 232Th (в зонах наблюдения радиационных объектов I и II категории по потенциальной опасности) определение удельной активности этих радионуклидов в воде является обязательным.

5.3.9. В случае если удельная суммарная альфа-активность бутилированной (упакованной) столовой природной минеральной воды превышает 0,2 Бк/кг и (или) удельная суммарная бета-активность превышает 1,0 Бк/кг, проводится анализ содержания природных радионуклидов (226Ra, 228Ra, 238U, 234U, 210Po, 210Pb, 232Th) в воде.

Оценка безопасности бутилированной (упакованной) столовой природной минеральной воды проводится в соответствии со следующим условием.

Сумма измеренных удельных активностей природных радионуклидов, поделенных на уровни вмешательства для данных радионуклидов (в соответствии с приложением 2а к настоящим Нормам), должна быть меньше или равна 1:

,

где: A - удельная активность i-го радионуклида в воде, Бк/кг;

УВ - уровень вмешательства радионуклида (приложение 2а к настоящим Нормам).

Если условие выполняется, то бутилированная (упакованная) столовая природная минеральная вода считается пригодной для питьевого потребления населением.

5.3.10. В случае если удельная суммарная альфа-активность бутилированной (упакованной) лечебно-столовой природной минеральной воды и бутилированной (упакованной) лечебной природной минеральной воды превышает 0,5 Бк/кг и (или) удельная суммарная бета-активность превышает 1,0 Бк/кг, проводится анализ содержания природных радионуклидов (226Ra, 228Ra, 238U, 234U, 210Po, 210Pb, 232Th) в воде).

Оценка безопасности бутилированной (упакованной) лечебно-столовой природной минеральной воды и бутилированной (упакованной) лечебной природной минеральной воды проводится в соответствии со следующим условием.

Сумма измеренных удельных активностей природных радионуклидов, поделенных на уровни вмешательства для данных радионуклидов (в соответствии с приложением 2а к настоящим Нормам), должна быть меньше или равна 10:

,

где: A - удельная активность i-го радионуклида в воде, Бк/кг;

УВ - уровень вмешательства радионуклида (приложение 2а к настоящим Нормам).

Если условие выполняется, то бутилированная (упакованная) лечебно-столовая природная минеральная вода и бутилированная (упакованная) лечебная природная минеральная вода считаются пригодными для питьевого потребления населением.

5.3.11. В случае если удельная суммарная альфа-активность столовой природной минеральной воды, поступающей из источника или скважины, превышает 0,2 Бк/кг и (или) удельная суммарная бета-активность превышает 1,0 Бк/кг, проводится анализ содержания природных радионуклидов (226Ra, 228Ra, 238U, 234U, 210Po, 210Pb, 232Th) в воде.

Оценка безопасности столовой природной минеральной воды, поступающей из источника или скважины, проводится в соответствии со следующим условием.

Сумма измеренных удельных активностей природных радионуклидов, поделенных на уровни вмешательства для данных радионуклидов (в соответствии с Приложением 2а), должна быть меньше или равна 10:

,

где: A - удельная активность i-го радионуклида в воде, Бк/кг;

УВ - уровень вмешательства радионуклида (приложение 2а к настоящим Нормам).

Если условие выполняется, то столовая природная минеральная вода из источника или скважины признается пригодной для употребления населением.

5.3.12. В случае если удельная суммарная альфа-активность лечебно-столовой природной минеральной воды и лечебной природной минеральной воды, поступающей из источника или скважины, превышает 0,5 Бк/кг и (или) удельная суммарная бета-активность превышает 1,0 Бк/кг, проводится анализ содержания природных радионуклидов (226Ra, 228Ra, 238U, 234U, 210Po, 210Pb, 232Th) в воде.

Оценка безопасности лечебно-столовой природной минеральной воды и лечебной природной минеральной воды, поступающей из источника или скважины, проводится в соответствии со следующим условием.

Сумма измеренных удельных активностей природных радионуклидов, поделенных на уровни вмешательства для данных радионуклидов (в соответствии с приложением 2а к настоящим Нормам), должна быть меньше или равна 100:

,

где: A - удельная активность i-го радионуклида в воде, Бк/кг;

УВ - уровень вмешательства радионуклида (приложение 2а к настоящим Нормам).

Если условие выполняется, то лечебно-столовая природная минеральная вода и лечебная природная минеральная вода из источника или скважины признается пригодной для употребления населением в терапевтических целях.

5.3.13. Ограничение поступления природных радионуклидов из почвы в продукцию сельского хозяйства и последующее поступление их в организм человека с пищевыми продуктами достигается путем установления допустимой удельной активности природных радионуклидов в минеральных удобрениях и агрохимикатах.

Удельная активность природных радионуклидов в минеральных удобрениях и агрохимикатах не должна превышать:

 кБк/кг,

где АU и АTh - удельные активности 238U (226Ra) и 232Th (228Th), находящихся в радиоактивном равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов, соответственно.

Для фосфорных удобрений и агрохимикатов возможно нарушение радиоактивного равновесия в рядах урана и тория, которое следует учитывать при проведении производственного радиационного контроля.

Допустимое содержание 40К в минеральных удобрениях и агрохимикатах не устанавливается. При обращении с материалами, содержащими 40К, должны соблюдаться требования по ограничению облучения населения за счет природных источников излучения, установленные в п. 4.4 и п. 4.5.

При превышении эффективной удельной активности (Аэфф) природных радионуклидов в минеральных удобрениях и агрохимикатах 740 Бк/кг, обращение с ними осуществляется как с минеральным сырьем и материалами с повышенным содержанием природных радионуклидов.

Применение в личных подсобных хозяйствах минеральных удобрений и агрохимикатов с Аэфф > 740 Бк/кг не допускается.

**5.4. Ограничение медицинского облучения**

5.4.1. Радиационная защита пациентов при медицинском облучении должна быть основана на необходимости получения полезной диагностической информации и/или терапевтического эффекта от соответствующих медицинских процедур при наименьших возможных уровнях облучения[[7]](#footnote-7). При этом не устанавливаются пределы доз для пациентов, но применяются принципы обоснования назначения медицинских процедур и оптимизации защиты пациентов.

5.4.2. Проведение медицинских процедур, связанных с облучением пациентов, должно быть обосновано путем сопоставления диагностических или терапевтических выгод, которые они приносят, с радиационным ущербом для здоровья, который может причинить облучение, принимая во внимание имеющиеся альтернативные методы, не связанные с медицинским облучением.

5.4.3. Перед проведением диагностической или терапевтической процедуры, связанной с облучением женщины детородного возраста, необходимо определить, не является ли она беременной или кормящей матерью. Беременная или кормящая женщина, родители детей-пациентов или их законные представители, должны быть информированы врачом о пользе планируемой процедуры и о связанном с ней радиационном риске для эмбриона/плода, новорожденных и детей младшего возраста для принятия сознательного решения о проведении процедуры или отказе от нее.

5.4.4. При проведении обоснованных медицинских рентгенорадиологических обследований в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур, а также рентгенорадиологических профилактических медицинских и научных исследований практически здоровых лиц, не получающих прямой пользы для своего здоровья от процедур, связанных с облучением, годовая эффективная доза не должна превышать 1 мЗв.

5.4.5. Лица (не персонал рентгенорадиологических отделений), оказывающие помощь в поддержке пациентов при выполнении рентгенорадиологических процедур, не должны подвергаться облучению в дозе, превышающей 5 мЗв в год. Такие же требования предъявляются к радиационной безопасности взрослых лиц, проживающих вместе с пациентами, прошедшими курс радионуклидной терапии или брахитерапии с имплантацией закрытых источников и выписанными из клиники. Для остальных взрослых лиц, а также для детей, контактирующих с пациентами, выписанными из клиники после радионуклидной терапии или брахитерапии, предел дозы составляет 1 мЗв в год.

5.4.6. Пациенты, проходящие курс радионуклидной терапии или брахитерапии с имплантацией закрытых источников, могут быть выписаны из клиники при условии, что уровень гамма- и рентгеновского излучения, испускаемого из тела, удовлетворяет требованиям п 5.4.5. Выписка пациента после терапии радионуклидами, указанными в таблице 5.1, допускается, если введенная или остаточная активность радионуклидов в теле или измеренная мощность дозы в воздухе вблизи тела пациента ниже соответствующих значений, приведенных в этой таблице. Перед выпиской пациентам или их законным представителям следует дать письменные и устные инструкции относительно мер предосторожности, которые они должны принимать с тем, чтобы защитить от облучения членов семьи и других лиц, с которыми они могут вступать в контакт. Такие же требования предъявляются к режиму амбулаторного лечения пациентов.

5.4.7. В случае смерти пациента, проходившего курс радионуклидной терапии или брахитерапии с имплантацией закрытых источников, патологоанатомическое исследование и кремация тела разрешается только после того, как остаточная активность в нем или мощность дозы уменьшится до уровня, удовлетворяющего требованиям п. 5.4.5. В случае смерти пациента, в организме которого находится кардиостимулятор с радионуклидным источником энергии, кремация тела осуществляется только после удаления источника.

**Таблица 5.1**

**Активность радионуклидов в теле взрослого пациента (ГБк) после радионуклидной терапии или брахитерапии с имплантацией закрытых источников и мощность амбиентного эквивалента дозы (мкЗв/ч) на расстоянии 1 м от поверхности тела, при которых разрешается выписка пациента из клиники\***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | Период полураспада, сут | МАЭД на расстоянии  1 м от тела пациента, мкЗв/ч | Активность в теле пациента, ГБк |
| 125I\*\* | 60,1 | 10 | 4 |
| 131I | 8,0 | 20 | 0,4 |
| 153Sm | 2,0 | 100 | 9 |
| 188Re | 0,7 | 80 | 12 |
| 177Lu | 6,7 | 29 | 6,1 |
| 223Ra | 11,4 | 0,4 | 17 |
| 225Ac | 10,0 | 0,8 | 19 |
| 117mSn | 13,8 | 0,4 | 14 |
| 67Cu | 2,6 | 5,5 | 75 |

Примечания:

\* В случае многократного лечения в течение года активность в теле и мощность дозы в таблице 5.1 должны быть уменьшены в число раз, равное числу курсов лечения за год.

\*\* В составе имплантатов для брахитерапии предстательной железы.

5.4.8. При планировании и проведении процедур, связанных с облучением ионизирующим излучением, в медицинских организациях вне зависимости от формы собственности должны определяться и регистрироваться в установленном порядке дозы у всех лиц, подвергающихся медицинскому облучению.

**VΙ. Требования по ограничению облучения населения** **в условиях радиационной аварии**

6.1. В случае возникновения аварии должны быть приняты практические меры для восстановления контроля над ИИИ и сведения к минимуму доз облучения, количества облученных лиц, радиоактивного загрязнения окружающей среды, экономических и социальных потерь.

6.2. При радиационной аварии или обнаружении радиоактивного загрязнения ограничение облучения осуществляется защитными мероприятиями, применимыми, как правило, к окружающей среде и (или) к человеку. Эти мероприятия могут приводить к нарушению нормальной жизнедеятельности населения, хозяйственного и социального функционирования территории. При планировании защитных мероприятий необходимо обеспечивать максимально возможное превышение пользы от снижения дозы облучения над ущербом, связанным с проведением этих мероприятий.

Если предполагаемая доза излучения за короткий срок (2 суток) достигает уровней, при превышении которых возможны детерминированные эффекты (таблица 6.1), необходимо срочное вмешательство[[8]](#footnote-8) (меры защиты).

**Таблица 6.1**

**Прогнозируемые уровни облучения,**

**при которых необходимо срочное вмешательство**

|  |  |
| --- | --- |
| **Орган или ткань** | **Поглощенная доза в органе или ткани за 2 суток, Гр** |
| Все тело | 1 |
| Легкие | 6 |
| Кожа | 3 |
| Щитовидная железа | 5 |
| Хрусталик глаза | 2 |
| Гонады | 3 |
| Плод | 0,1 |

6.3. При хроническом облучении в течение жизни защитные мероприятия становятся обязательными, если годовые поглощенные дозы превышают значения, приведенные в таблице 6.2. Превышение этих доз приводит к серьезным детерминированным эффектам.

**Таблица 6.2**

**Уровни вмешательства при хроническом облучении**

|  |  |
| --- | --- |
| **Орган или ткань** | **Годовая поглощенная доза, Гр** |
| Гонады | 0,2 |
| Хрусталик глаза | 0,1 |
| Красный костный мозг | 0,4 |

6.4. Уровни вмешательства для временного отселения населения составляют: для начала временного отселения - 30 мЗв в месяц, для окончания временного отселения 10 мЗв в месяц. Если прогнозируется, что накопленная за один месяц доза будет находиться выше указанных уровней в течение года, следует решать вопрос об отселении населения на постоянное место жительства.

6.5. При проведении противорадиационных вмешательств пределы доз (таблица 3.1) не применяются. При планировании защитных мероприятий на случай радиационной аварии устанавливаются уровни вмешательства (дозы и мощности доз облучения, уровни радиоактивного загрязнения) применительно к конкретному радиационному объекту и условиям его размещения с учетом вероятных типов аварии, сценариев развития аварийной ситуации и складывающейся радиационной обстановки.

6.6. При аварии, повлекшей за собой радиоактивное загрязнение обширной территории, на основании контроля и прогноза радиационной обстановки устанавливается зона радиационной аварии[[9]](#footnote-9). В зоне радиационной аварии проводится контроль радиационной обстановки и осуществляются мероприятия по снижению уровней облучения населения на основе изложенных в пунктах 6.1, 6.2, 6.4 принципов и подходов.

6.7. Принятие решений о мерах защиты населения в случае крупной радиационной аварии с радиоактивным загрязнением территории проводится на основании сравнения прогнозируемой дозы, предотвращаемой защитным мероприятием, и уровней загрязнения с уровнями А и Б, приведенными в таблицах 6.3 - 6.5.

**Таблица 6.3**

**Критерии для принятия неотложных решений**

**в начальном периоде радиационной аварии**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Предотвращаемая доза от выпадений и поступления радионуклидов в организм за первые 10 суток, мГр | | | |
| Меры защиты | на все тело | | щитовидная железа, легкие, кожа | |
|  | уровень А | уровень Б | уровень А | уровень Б |
| Укрытие | 5 | 50 | 50 | 500 |
| Йодная профилактика:  взрослые  дети | -  - | -  - | 250\*  100\* | 2500\*  1000\* |
| Эвакуация | 50 | 500 | 500 | 5000 |

Примечание:

\* Только для щитовидной железы.

**Таблица 6.4**

**Критерии для принятия решений об отселении и ограничении**

**потребления загрязненных пищевых продуктов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Меры** | **Предотвращаемая эффективная доза, мЗв** | |
| **защиты** | **уровень А** | **уровень Б** |
| Ограничение потребления загрязненных пищевых продуктов и питьевой воды | 5 за первый год  1 /год в последующие годы | 50 за первый год  10 /год в последующие годы |
| Отселение | 50 за первый год | 500 за первый год |
| 1000 за все время отселения | |

Если уровень облучения, предотвращаемого защитным мероприятием, не превосходит уровень А, нет необходимости в выполнении мер защиты, связанных с нарушением нормальной жизнедеятельности населения, а также хозяйственного и социального функционирования территории.

**Таблица 6.5**

**Критерии для принятия решений об ограничении потребления загрязненных продуктов питания в первый год после возникновения аварии**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Радионуклиды | Удельная активность радионуклида в пищевых продуктах, кБк/кг | |
|  | уровень А | уровень Б |
| 131I, 134Cs, 137Cs | 1 | 10 |
| 90Sr | 0,1 | 1,0 |
| 238Pu, 239Pu, 241Am | 0,01 | 0,1 |

Если предотвращаемое защитным мероприятием облучение превосходит уровень А, но не достигает уровня Б, решение о выполнении мер защиты принимается по принципам обоснования и оптимизации с учетом конкретной обстановки и местных условий.

Если уровень облучения, предотвращаемого защитным мероприятием, достигает и превосходит уровень Б, необходимо выполнение соответствующих мер защиты, даже если они связаны с нарушением нормальной жизнедеятельности населения, хозяйственного и социального функционирования территории.

6.8. На поздних стадиях радиационной аварии, повлекшей за собой загрязнение обширных территорий долгоживущими радионуклидами, решения о защитных мероприятиях принимаются с учетом сложившейся радиационной обстановки и конкретных социально-экономических условий. Числовые значения критериев вмешательства для территорий, загрязненных в результате радиационных аварий, и вмешательства при обнаружении локальных радиоактивных загрязнениях («последствий прежней деятельности») различаются.

**6.9.** **Критерии вмешательства на территориях, загрязненных в результате радиационных аварий**

6.9.1. На разных стадиях аварии вмешательство регулируется зонированием загрязненных территорий, основанным на величине годовой эффективной дозы, которая может быть получена жителями в отсутствии мер радиационной защиты. Под годовой дозой здесь понимается эффективная доза, средняя у жителей населенного пункта за текущий год, обусловленная искусственными радионуклидами, поступившими в окружающую среду в результате радиационной аварии.

6.9.2. На территории, где годовая эффективная доза не превышает 1 мЗв, производится обычный контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды и сельскохозяйственной продукции, по результатам которого оценивается доза облучения населения. Проживание и хозяйственная деятельность населения на этой территории по радиационному фактору не ограничивается. Эта территория не относится к зонам радиоактивного загрязнения. При величине годовой дозы более 1 мЗв загрязненные территории по характеру необходимого контроля обстановки и защитных мероприятий подразделяются на зоны.

6.9.3. Зонирование на ранней и промежуточной стадиях радиационной аварии определяется п. 6.4 настоящего документа.

6.9**.**4. На восстановительной стадии радиационной аварии устанавливаются следующие зоны:

Зона радиационного контроля - от 1 мЗв до 5 мЗв. В этой зоне помимо мониторинга радиоактивности объектов окружающей среды, сельскохозяйственной продукции и доз внешнего и внутреннего облучения населения и его критических групп осуществляются меры по снижению доз на основе принципа оптимизации и другие необходимые активные меры защиты населения.

Зона ограниченного проживания населения - от 5 мЗв до 20 мЗв. В этой зоне осуществляются те же меры мониторинга и защиты населения, что и в зоне радиационного контроля. Добровольный въезд на указанную территорию для постоянного проживания не ограничивается. Лицам, въезжающим на указанную территорию для постоянного проживания, разъясняется риск ущербу здоровья, обусловленный воздействием радиации.

Зона отселения - от 20 мЗв до 50 мЗв. Въезд на указанную территорию для постоянного проживания не разрешен. В этой зоне запрещается постоянное проживание лиц репродуктивного возраста и детей. Здесь осуществляется радиационный мониторинг людей и объектов внешней среды, а также необходимые меры радиационной и медицинской защиты.

Зона отчуждения - более 50 мЗв. В этой зоне постоянное проживание не допускается, а хозяйственная деятельность и природопользование регулируются специальными актами. Осуществляются меры мониторинга и защиты работающих с обязательным и индивидуальным дозиметрическим контролем.

**6.10. Условия прекращения обязательных защитных мероприятий для населенных пунктов (территорий), отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения**

6.10.1. Необходимым условием прекращения обязательных защитных мероприятий для отдельных НП (территорий) является одновременное соблюдение следующих требований:

- обеспечение выполнения гигиенических нормативов радиационной безопасности (обеспечение условий безопасного проживания населения);

- обеспечение возможности ведения на загрязненной территории хозяйственной деятельности без применения специальных мероприятий по снижению содержания радионуклидов в производимой продукции (обеспечение условий нормальной хозяйственной деятельности населения).

6.10.2.Средняя годовая эффективная доза техногенного облучения критической (наиболее облучаемой) группы населения не превышает 1мЗв (далее - критерий обеспечения условий безопасного проживания населения).

Снижение годовой эффективной дозы облучения критической группы населения за счет радиоактивного загрязнения территории до величины 1 мЗв означает, что данная территории более не представляет радиационной опасности для проживающего на ней населения, на этой территории обеспечивается приемлемый уровень защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.

Под средней годовой эффективной дозой облучения критической группы населения, за счет проживания на территориях, загрязненных в результате радиационных аварий, следует понимать среднюю дозу у 10% жителей данного населенного пункта, имеющих наибольшие (максимальные), по сравнению с остальными, индивидуальные дозы техногенного облучения.

6.10.3. Снижение плотности загрязнения почвы радионуклидами до уровней, позволяющих производить на этой территории традиционную сельскохозяйственную продукцию, удовлетворяющую санитарным правилам, без применения специальных мер по снижению содержания в ней радионуклидов (далее - критерий обеспечения условий нормальной хозяйственной деятельности населения). При этом должны учитываться имеющиеся в данном НП и в его ареале группы и типы почв и виды производимой сельскохозяйственной продукции.

Для НП, в которых средняя годовая эффективная доза техногенного облучения критической (наиболее облучаемой) группы населения превышает 1мЗв, должны проводиться защитные мероприятия, направленные на снижение доз облучения населения.

**6.11. Критерии вмешательства при обнаружении локальных радиоактивных загрязнений**

6.11.1. Уровень исследования - от 0,1 до 0,3 мЗв/год. Это такой уровень радиационного воздействия источника на население, при достижении которого требуется выполнить исследование источника с целью уточнения оценки величины годовой эффективной дозы и определения величины дозы, ожидаемой за 70 лет.

6.11.2. Уровень вмешательства - более 0,3 мЗв/год. Это такой уровень радиационного воздействия, при превышении которого требуется проведение защитных мероприятий с целью ограничения облучения населения. Масштабы и характер мероприятий определяются с учетом интенсивности радиационного воздействия на население по величине ожидаемой коллективной эффективной дозы за 70 лет.

6.11.3. Решение о необходимости, а также о характере, объеме и очередности защитных мероприятий принимается территориальными подразделениями Федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор с учетом следующих основных условий:

- местонахождения загрязненных участков (жилая зона; промышленная зона);

- площади загрязненных участков;

- возможного проведения на участке загрязнения работ, действий (процессов), которые могут привести к увеличению уровней радиационного воздействия на население;

- мощности дозы гамма-излучения, обусловленной радиоактивным загрязнением;

- изменения мощности дозы гамма-излучения на различной глубине от поверхности почвы (при загрязнении территории).

**VΙΙ. Требования к контролю за выполнением Норм**

7.1. Радиационный контроль является важнейшей частью обеспечения радиационной безопасности и конкретный перечень видов, и объем контроля включается в проект радиационного объекта. Он имеет целью определение степени соблюдения принципов радиационной безопасности и требований нормативов, включая непревышение установленных основных пределов доз и допустимых уровней при нормальной работе, получение необходимой информации для оптимизации защиты и принятия решений о вмешательстве в случае радиационных аварий, загрязнения местности и зданий радионуклидами, а также на территориях и в зданиях с повышенным уровнем природного облучения. Радиационный контроль осуществляется за всеми ИИИ, кроме приведенных в п. 1.4.

7.2. Радиационному контролю подлежат:

- радиационные характеристики ИИИ, выбросов в атмосферу, сбросов в водные объекты, жидких и твердых отходов, содержащих радионуклиды;

- радиационные факторы, создаваемые технологическим процессом на рабочих местах и в окружающей среде;

- радиационные факторы на загрязненных территориях и в зданиях с повышенным уровнем природного облучения;

- уровни облучения персонала и населения от всех ИИИ, на которые распространяется действие настоящих Норм.

7.3. Основными контролируемыми параметрами являются:

- годовая эффективная и эквивалентная дозы (таблица 3.1);

- поступление радионуклидов в организм и их содержание в организме для оценки годового поступления;

- объемная или удельная активность радионуклидов в воздухе, воде, почве, пищевых продуктах, строительных материалах и др.;

- радиоактивное загрязнение кожных покровов, одежды, обуви, рабочих поверхностей;

- доза и мощность дозы внешнего облучения;

- плотность потока частиц.

Переход от измеряемых величин к нормируемым определяется методическими указаниями по проведению соответствующих видов радиационного контроля.

7.4. С целью оперативного контроля для всех контролируемых параметров по п. 7.3 устанавливаются контрольные уровни. Значение этих уровней устанавливается таким образом, чтобы было гарантировано непревышение основных пределов доз и реализация принципа снижения уровней облучения до возможно низкого уровня.

При этом учитывается облучение от всех подлежащих контролю ИИИ, достигнутый уровень защищенности, возможность его дальнейшего снижения с учетом требований принципа оптимизации. Обнаруженное превышение контрольных уровней является основанием для выяснения причин этого превышения и разработки мероприятий по его устранению.

7.5. Контроль и учет индивидуальных доз облучения, полученных гражданами при использовании ИИИ, проведении медицинских рентгенорадиологических процедур, а также обусловленных естественным радиационным и техногенно измененным радиационным фоном, осуществляются в рамках единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения (ЕСКИД).

7.6. При планировании и проведении мероприятий по обеспечению радиационной безопасности, принятии решений в области обеспечения радиационной безопасности, анализе эффективности указанных мероприятий органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также организациями, осуществляющими деятельность с использованием источников ионизирующего излучения, проводится оценка радиационной безопасности по следующим основным показателям:

- уровни облучения и характеристика радиоактивного загрязнения окружающей среды;

- анализ обеспечения мероприятий по радиационной безопасности и выполнения норм, правил и гигиенических нормативов в области радиационной безопасности;

- масштаб возможных радиационных аварий;

- степень готовности к эффективной ликвидации радиационных аварий и их последствий;

- анализ доз облучения, получаемых отдельными группами населения от всех источников ионизирующего излучения;

- число лиц, подвергшихся облучению выше установленных пределов доз облучения.

**VIII. Значения допустимых уровней радиационного воздействия в нормальных условиях эксплуатации источников ионизирующего излучения**

8.1. Для каждой категории облучаемых лиц значение допустимого уровня радиационного воздействия для данного пути облучения определено таким образом, чтобы при таком уровне воздействия только одного данного фактора облучения в течение года значение дозы равнялось соответствующему годовому пределу (усредненному за пять лет), указанному в таблице 3.1.

В таблицах и приложениях запись вида 1,6-12 означает 1,6×10-12 , а 1,6+12 – 1,6×10+12.

8.2. Значения допустимых уровней для всех путей облучения определены для стандартных условий, которые характеризуются следующими параметрами:

- объемом вдыхаемого воздуха V, с которым радионуклид поступает в организм на протяжении календарного года;

- временем облучения t в течение календарного года;

- массой питьевой воды М, с которой радионуклид поступает в организм на протяжении календарного года;

- геометрией внешнего облучения потоками ионизирующего излучения.

Для персонала установлены следующие значения стандартных параметров:

Vперс = 2,4 × 103  куб.м в год; tперс = 1700 ч в год; Mперс = 0.

Для населения установлены следующие значения стандартных параметров:

- tнас = 8800 ч в год;

- Mнас = 730 кг в год для взрослых.

Годовой объем вдыхаемого воздуха установлен в зависимости от возраста приведен в таблице 8.1.

**Таблица 8.1**

**Годовой объем вдыхаемого воздуха для разных возрастных групп населения**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Возраст, лет** | до 1 | 1-2 | 2-7 | 7-12 | 12-17 | Взрослые  (старше 17 лет) |
| **V, тыс.куб.м в год** | 1,0 | 1,9 | 3,2 | 5,2 | 7,3 | 8,1 |

8.3. Для целей нормирования поступления радионуклидов через органы дыхания в форме радиоактивных аэрозолей их химические соединения разделены на три типа в зависимости от скорости перехода радионуклида из легких в кровь:

- тип «М» (медленно растворимые соединения): при растворении в легких веществ, отнесенных к этому типу, наблюдается компонента активности радионуклида, поступающая в кровь со скоростью 0,0001 сут-1;

- тип «П» (соединения, растворимые с промежуточной скоростью): при растворении в легких веществ, отнесенных к этому типу, основная активность радионуклида поступает в кровь со скоростью 0,005 сут-1;

- тип «Б» (быстро растворимые соединения): при растворении в легких веществ, отнесенных к этому типу, основная активность радионуклида поступает в кровь со скоростью 100 сут-1.

Для целей нормирования поступления радионуклидов через органы дыхания в форме радиоактивных газов выделены типы «Г» (Г1-Г3) газов и паров соединений некоторых элементов.

Распределение соединений элементов по типам при ингаляции в производственных условиях приведено в приложении 3 к настоящим Нормам.

8.4. Приведенные в приложениях 1 и 2 к настоящим Нормам значения дозовых коэффициентов, а также величин ПГПперс , ПГПнас , ДОАперс и ДОАнас для воздуха рассчитаны для аэрозолей с логарифмически нормальным распределением частиц по активности при медианном по активности аэродинамическом диаметре 1 мкм и стандартном геометрическом отклонении, равном 2,5.

8.5. В приложении 1 к настоящим Нормам для персонала для случая поступления радионуклидов с вдыхаемым воздухом приведены значения дозового коэффициента, предела годового поступления ПГПперс, допустимой среднегодовой объемной активности ДОАперс. В приложение 1 к настоящим Нормам не входят инертные газы, поскольку они являются источниками внешнего облучения, а также изотопы радона с продуктами их распада (см. главы 4 и 5). Природные радионуклиды 87Rb, 115In, 144Nd, 147Sm и 187Re не включены в таблицу, поскольку они нормируются по их химической токсичности. Из-за химической токсичности урана поступление через органы дыхания его соединений типов Б или П не должно превышать 2,5 мг в сутки и 500 мг в год.

Если химическая форма соединения данного радионуклида неизвестна, то следует использовать данные из приложения 1 к настоящим Нормам для соединения с наибольшим значением величины дозового коэффициента и, соответственно, наименьшими значениями ПГПперс и ДОАперс.

8.6. В приложении 2 к настоящим Нормам для населения приведены:

а) для случая поступления радионуклидов с вдыхаемым воздухом - критическая возрастная группа, а также значения дозового коэффициента и предела годового поступления ПГПнас для этой же возрастной группы и типа соединений, для которых допустимая среднегодовая объемная активность ДОАнас оказалась наименьшей;

б) для случая поступления радионуклидов с пищей - критическая возрастная группа[[10]](#footnote-10)\*, группа, значения дозового коэффициента и предела годового поступления ПГПнас для этой же группы, где ПГПнас наименьшее. Уровни вмешательства для радионуклидов в продуктах питания не приводятся и должны определяться по специальным методическим указаниям с учетом местных особенностей внутреннего и внешнего облучения населения для обеспечения непревышения основных пределов доз (таблица 3.1) в нормальных условиях использования техногенных ИИИ и критериев таблиц 6.4 и 6.5 при аварийном облучении населения.

В приложении 2а к настоящим Нормам для населения приведены значения дозовых коэффициентов и уровни вмешательства при поступлении радионуклидов в организм взрослых людей с питьевой водой.

8.7. В таблицах 8.2 - 8.8 приведены значения эквивалентной (эффективной) дозы, приходящейся на единичный флюенс (удельные дозы), а также числовые значения среднегодовых допустимых плотностей потоков частиц при внешнем облучении всего тела, кожи и хрусталика глаза лиц из персонала моноэнергетическими электронами (таблицах 8.2 - 8.3), бета-частицами (таблице 8.4), моноэнергетическими фотонами (таблицах 8.5 - 8.7) и моноэнергетическими нейтронами (таблицах 8.8) для широкого диапазона энергий излучения и двух наиболее вероятных геометрий облучения: изотропного (2π или 4π) поля излучения и падения параллельного пучка излучения на тело спереди (передне-задняя геометрия). Удельные эквивалентные дозы излучений, воздействующих на космонавтов в космических полетах, устанавливаются отдельными документами.

8.8. В таблице 8.9 приведены значения допустимого радиоактивного загрязнения поверхностей рабочих помещений и находящегося в них оборудования, кожных покровов, спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты персонала. Для кожных покровов, спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты нормируется общее (снимаемое и неснимаемое) радиоактивное загрязнение. В остальных случаях нормируется только снимаемое загрязнение.

Уровни общего радиоактивного загрязнения кожных покровов определены с учетом проникновения доли радионуклида в кожу и в организм. Расчет проведен в предположении, что общая площадь загрязнения не должна превосходить 300 см2.

8.9. В таблице 8.10 приведены допустимые уровни снимаемого радиоактивного загрязнения поверхности транспортных средств, используемых для перевозки радиоактивных веществ и материалов.

8.10. Минимально значимые удельная активность (МЗУА) и активность радионуклидов в помещении или на рабочем месте (МЗА) приведены в приложении 4 к настоящим Нормам.

**Таблица 8.2**

**Значения эквивалентной дозы и среднегодовые допустимые**

**плотности потока моноэнергетических электронов для лиц из персонала**

**при облучении кожи**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Энергия электронов, МэВ | Эквивалентная доза в коже на единичный флюенс,  10-10 Зв⋅см2 | | Среднегодовая допустимая плотность потока ДППперс ,  см-2⋅с-1 | |
|  | \*ИЗО | \*ПЗ | \*ИЗО | \*ПЗ |
| 0,07 | 0,3 | 2,2 | 2700 | 370 |
| 0,10 | 5,7 | 16,6 | 140 | 50 |
| 0,20 | 5,6 | 8,3 | 150 | 100 |
| 0,40 | 4,3 | 4,6 | 190 | 180 |
| 0,70 | 3,7 | 3,4 | 220 | 240 |
| 1,00 | 3,5 | 3,1 | 230 | 260 |
| 2,00 | 3,2 | 2,8 | 260 | 290 |
| 4,00 | 3,2 | 2,7 | 260 | 300 |
| 7,00 | 3,2 | 2,7 | 260 | 300 |
| 10,0 | 3,2 | 2,7 | 260 | 300 |

Примечание:

\* ИЗО - изотропное (2π) поле излучения; ПЗ - облучение параллельным пучком в передне-задней геометрии.

**Таблица 8.3**

**Значения эквивалентной дозы и среднегодовые допустимые плотности потока моноэнергетических электронов для лиц из персонала при облучении хрусталиков глаз[[11]](#footnote-11)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Энергия электронов, МэВ | Эквивалентная доза в хрусталике на единичный флюенс, 10-10 Зв⋅см2 | | Среднегодовая допустимая плотность потока ДППперс ,  см-2⋅с-1 | |
|  | \*ИЗО | \*ПЗ | \*ИЗО | \*ПЗ |
| 0,80 | 0,08 | 0,45 | 3100 | 540 |
| 1,00 | 0,75 | 3,0 | 330 | 80 |
| 1,50 | 1,9 | 5,2 | 130 | 50 |
| 2,00 | 2,2 | 4,8 | 110 | 50 |
| 4,00 | 2,6 | 3,3 | 95 | 75 |
| 7,00 | 2,9 | 3,1 | 85 | 80 |
| 10,0 | 3,0 | 3,0 | 80 | 80 |

Примечание:

\* ИЗО - изотропное (2π) поле излучения, ПЗ - облучение параллельным пучком в передне-задней геометрии.

Флюенс частиц (Φ) - отношение dN/dα, где dN - количество частиц, падающих на сферу с площадью поперечного сечения dα:

Φ = dN/dα, м-2

Плотность потока частиц n - отношение dN/(dα⋅dt), где dN - количество частиц, падающих на сферу с площадью поперечного сечения dα за интервал времени dt:

n = dN/(dα⋅dt), м-2⋅с-1

**Таблица 8.4**

**Значения эквивалентной дозы и среднегодовые допустимые плотности потока бета-частиц для лиц из персонала при контактном облучении кожи**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Средняя энергия бета-спектра, МэВ | Эквивалентная доза в коже на единичный флюенс, 10-10 Зв⋅см2 | Среднегодовая допустимая плотность потока ДППперс , см-2⋅с-1 |
| 0,05 | 1,0 | 820 |
| 0,07 | 1,8 | 450 |
| 0,10 | 2,6 | 310 |
| 0,15 | 3,4 | 240 |
| 0,20 | 3,8 | 215 |
| 0,30 | 4,3 | 190 |
| 0,40 | 4,5 | 180 |
| 0,50 | 4,6 | 180 |
| 0,70 | 4,8 | 170 |
| 1,00 | 5,0 | 165 |
| 1,50 | 5,2 | 160 |
| 2,00 | 5,3 | 155 |

**Таблица 8.5**

**Значения эффективной дозы и среднегодовые допустимые плотности потока**

**моноэнергетических фотонов для лиц из персонала**

**при внешнем облучении всего тела**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Энергия фотонов, МэВ | Эффективная доза на единичный флюенс,  10-12 Зв⋅см2 | | Среднегодовая допустимая плотность потока, ДППперс,  см-2⋅с-1 | |
|  | \*ИЗО | \*ПЗ | \*ИЗО | \*ПЗ |
| 1,0-2 | 0,0201 | 0,0485 | 1,63+05 | 6,77+04 |
| 1,5-2 | 0,0384 | 0,125 | 8,73+04 | 2,62+04 |
| 2,0-2 | 0,0608 | 0,205 | 5,41+04 | 1,62+04 |
| 3,0-2 | 0,103 | 0,300 | 3,24+04 | 1,08+04 |
| 4,0-2 | 0,140 | 0,338 | 2,31+04 | 9,65+03 |
| 5,0-2 | 0,165 | 0,357 | 1,99+04 | 9,12+03 |
| 6,0-2 | 0,186 | 0,378 | 1,77+04 | 8,63+03 |
| 8,0-2 | 0,230 | 0,440 | 1,42+04 | 7,44+03 |
| 1,0-1 | 0,278 | 0,517 | 1,18+04 | 6,33+03 |
| 1,5-1 | 0,419 | 0,752 | 7,79+03 | 4,33+03 |
| 2,0-1 | 0,581 | 1,00 | 5,61+03 | 3,28+03 |
| 3,0-1 | 0,916 | 1,51 | 3,54+03 | 2,17+03 |
| 4,0-1 | 1,26 | 2,00 | 2,59+03 | 1,63+03 |
| 5,0-1 | 1,61 | 2,47 | 2,02+03 | 1,32+03 |
| 6,0-1 | 1,94 | 2,91 | 1,69+03 | 1,12+03 |
| 8,0-1 | 2,59 | 3,73 | 1,26+03 | 8,73+02 |
| 1,0 | 3,21 | 4,48 | 1,01+03 | 7,33+02 |
| 2,0 | 5,84 | 7,49 | 5,63+02 | 4,38+02 |
| 4,0 | 9,97 | 12,0 | 3,28+02 | 2,73+02 |
| 6,0 | 13,6 | 16,0 | 2,38+02 | 2,05+02 |
| 8,0 | 17,3 | 19,9 | 1,89+02 | 1,64+02 |
| 10,0 | 20,8 | 23,8 | 1,56+02 | 1,38+02 |

Примечание:

\* ИЗО - изотропное (4π) поле излучения; ПЗ - облучение параллельным пучком в передне-задней геометрии.

**Таблица 8.6**

**Значения эквивалентной дозы и среднегодовые допустимые**

**плотности потока моноэнергетических фотонов для лиц из персонала**

**при облучении кожи**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Энергия фотонов, МэВ | Эквивалентная доза в коже на единичный флюенс,  10-12 Зв⋅см2 | | Среднегодовая допустимая плотность потока ДППперс см-2⋅с-1 | |
|  | \*ИЗО | \*ПЗ | \*ИЗО | \*ПЗ |
| 1,0-2 | 6,17 | 7,06 | 1,31+04 | 1,16+04 |
| 2,0-2 | 1,66 | 1,76 | 4,96+04 | 4,63+04 |
| 3,0-2 | 0,822 | 0,880 | 1,00+05 | 9,25+04 |
| 5,0-2 | 0,462 | 0,494 | 1,81+05 | 1,63+05 |
| 1,0-1 | 0,549 | 0,575 | 1,50+05 | 1,42+05 |
| 1,5-1 | 0,827 | 0,851 | 9,74+04 | 9,74+04 |
| 3,0-1 | 1,79 | 1,81 | 4,53+04 | 4,53+04 |
| 4,0-1 | 2,38 | 2,38 | 3,38+04 | 3,38+04 |
| 5,0-1 | 2,93 | 2,93 | 2,80+04 | 2,80+04 |
| 6,0-1 | 3,44 | 3,44 | 2,40+04 | 2,40+04 |
| 8,0-1 | 4,39 | 4,39 | 1,88+04 | 1,88+04 |
| 1,0 | 5,23 | 5,23 | 1,55+04 | 1,55+04 |
| 2,0 | 8,61 | 8,61 | 9,57+03 | 9,57+03 |
| 4,0 | 13,6 | 13,6 | 6,08+03 | 6,08+03 |
| 6,0 | 17,9 | 17,9 | 4,57+03 | 4,57+03 |
| 8,0 | 22,3 | 22,3 | 3,66+03 | 3,66+03 |
| 10,0 | 26,4 | 26,4 | 3,13+03 | 3,13+03 |

Примечание:

\* ИЗО - изотропное (2π) поле излучения, ПЗ - облучение параллельным пучком в передне-задней геометрии.

**Таблица 8.7**

**Значения эквивалентной дозы и среднегодовые допустимые плотности потока моноэнергетических фотонов для лиц из персонала при облучении хрусталиков глаз[[12]](#footnote-12)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Энергия фотонов, МэВ | Эквивалентная доза в хрусталике на единичный флюенс,  10-12 Зв⋅см2 | | Среднегодовая допустимая плотность потока ДППперс см-2⋅с-1 | |
|  | \*ИЗО | \*ПЗ | \*ИЗО | \*ПЗ |
| 1,0-2 | 0,669 | 2,23 | 3,66+04 | 1,08+04 |
| 1,5-2 | 0,749 | 2,06 | 3,29+04 | 1,16+04 |
| 2,0-2 | 0,622 | 1,53 | 3,97+04 | 1,60+04 |
| 3,0-2 | 0,375 | 0,865 | 6,55+04 | 2,85+04 |
| 4,0-2 | 0,275 | 0,571 | 9,07+04 | 4,27+04 |
| 5,0-2 | 0,239 | 0,459 | 1,03+05 | 5,33+04 |
| 6,0-2 | 0,234 | 0,431 | 1,06+05 | 5,67+04 |
| 8,0-2 | 0,264 | 0,476 | 9,05+04 | 5,16+04 |
| 1,0-1 | 0,326 | 0,568 | 7,26+04 | 4,34+04 |
| 1,5-1 | 0,545 | 0,857 | 4,59+04 | 2,88+04 |
| 2,0-1 | 0,762 | 1,16 | 3,31+04 | 2,11+04 |
| 3,0-1 | 1,20 | 1,77 | 2,09+04 | 1,39+04 |
| 4,0-1 | 1,59 | 2,33 | 1,54+04 | 1,06+04 |
| 5,0-1 | 2,00 | 2,86 | 1,24+04 | 8,64+03 |
| 6,0-1 | 2,39 | 3,32 | 1,04+04 | 7,34+03 |
| 8,0-1 | 3,10 | 4,21 | 7,90+03 | 5,87+03 |
| 1,0 | 3,76 | 4,96 | 6,53+03 | 4,91+03 |
| 2,0 | 6,64 | 7,93 | 3,68+03 | 3,09+03 |
| 4,0 | 11,1 | 12,1 | 2,20+03 | 2,00+03 |
| 6,0 | 15,1 | 15,6 | 1,62+03 | 1,57+03 |
| 8,0 | 19,1 | 19,1 | 1,29+03 | 1,29+03 |
| 10,0 | 23,0 | 22,3 | 1,06+03 | 1,10+03 |

Примечание:

\* ИЗО - изотропное (4π) поле излучения; ПЗ - облучение параллельным пучком в передне-задней геометрии.

**Таблица 8.8**

**Значения эффективной дозы и среднегодовые допустимые плотности**

**потока моноэнергетических нейтронов для лиц из персонала**

**при внешнем облучении всего тела**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Энергия нейтронов, МэВ | Эффективная доза на единичный флюенс,  10-12 Зв⋅см2 | | Среднегодовая допустимая плотность потока, ДППперс, см-2⋅с-1 | |
|  | \*ИЗО | \*ПЗ | \*ИЗО | \*ПЗ |
| тепловые нейтроны | 3,30 | 7,60 | 9,90+2 | 4,30+2 |
| 1,0-7 | 4,13 | 9,95 | 7,91+2 | 3,28+2 |
| 1,0-6 | 5,63 | 1,38+1 | 5,80+2 | 2,37+2 |
| 1,0-5 | 6,44 | 1,51+1 | 5,07+2 | 2,16+2 |
| 1,0-4 | 6,45 | 1,46+1 | 5,07+2 | 2,24+2 |
| 1,0-3 | 6,04 | 1,42+1 | 5,41+2 | 2,30+2 |
| 1,0-2 | 7,70 | 1,83+1 | 4,24+2 | 1,79+2 |
| 2,0-2 | 1,02+1 | 2,38+1 | 3,20+2 | 1,37+2 |
| 5,0-2 | 1,73+1 | 3,85+1 | 1,89+2 | 8,49+1 |
| 1,0-1 | 2,72+1 | 5,98+1 | 1,20+2 | 5,46+1 |
| 2,0-1 | 4,24+1 | 9,90+1 | 7,71+1 | 3,30+1 |
| 5,0-1 | 7,50+1 | 1,88+2 | 4,36+1 | 1,74+1 |
| 1,0 | 1,16+2 | 2,82+2 | 2,82+1 | 1,16+1 |
| 1,2 | 1,30+2 | 3,10+2 | 2,51+1 | 1,05+1 |
| 2,0 | 1,78+2 | 3,83+2 | 1,84+1 | 8,53 |
| 3,0 | 2,20+2 | 4,32+2 | 1,49+1 | 7,56 |
| 4,0 | 2,50+2 | 4,58+2 | 1,31+1 | 7,13 |
| 5,0 | 2,72+2 | 4,74+2 | 1,20+1 | 6,89 |
| 6,0 | 2,82+2 | 4,83+2 | 1,16+1 | 6,76 |
| 7,0 | 2,90+2 | 4,90+2 | 1,13+1 | 6,67 |
| 8,0 | 2,97+2 | 4,94+2 | 1,10+1 | 6,61 |
| 10 | 3,09+2 | 4,99+2 | 1,06+1 | 6,55 |
| 14 | 3,33+2 | 4,96+2 | 9,81 | 6,59 |
| 20 | 3,43+2 | 4,80+2 | 9,52 | 6,81 |

Примечание:

\* ИЗО - изотропное (4π) поле излучения; ПЗ - облучение параллельным пучком в передне-задней геометрии.

**Таблица 8.9**

**Допустимые уровни радиоактивного загрязнения поверхностей рабочих помещений и находящегося в них оборудования, кожных покровов, спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты**

**персонала, част/(см2⋅мин)**

| Объект загрязнения | Альфа-активные нуклиды\* | | Бета-активные  нуклиды\* |
| --- | --- | --- | --- |
| отдельные\*\* | прочие |
| Неповрежденная кожа, спецбелье, полотенца, внутренняя поверхность лицевых частей средств индивидуальной защиты | 2 | 2 | 200\*\*\* |
| Основная спецодежда, внутренняя поверхность дополнительных средств индивидуальной защиты, наружная поверхность спецобуви | 5 | 20 | 2000 |
| Поверхности помещений постоянного пребывания персонала и находящегося в них оборудования | 5 | 20 | 2000 |
| Поверхности помещений периодического пребывания персонала и находящегося  в них оборудования | 50 | 200 | 10000 |
| Наружная поверхность дополнительных средств индивидуальной защиты, снимаемых в саншлюзах | 50 | 200 | 10000 |

Примечания:

\* Для кожных покровов, спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты нормируется общее (снимаемое и неснимаемое) радиоактивное загрязнение. В остальных случаях нормируется только снимаемое загрязнение.

\*\*К отдельным относятся альфа-активные нуклиды, среднегодовая допустимая объемная активность которых в воздухе рабочих помещений ДОА < 0,3 Бк/м3.

\*\*\* Для 90Sr + 90Y - 40 част/(см2⋅мин).

**Таблица 8.10**

**Допустимые уровни радиоактивного загрязнения поверхности транспортных средств, используемых для перевозки радиоактивных веществ и материалов, част/(см2**⋅**мин) (Бк/см2)**

| Объект  загрязнения | Вид загрязнения | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Снимаемое (нефиксированное) | | Неснимаемое (фиксированное) |
| альфа-активные радионуклиды | бета-активные радионуклиды | бета-активные радионуклиды |
| Наружная поверхность транспортного средства и охранной тары контейнера | 1,0 (0,04) | 10 (0,4) | 200\* (8,0) |
| Внутренняя поверхность охранной тары и наружная поверхность транспортного контейнера | 10 (0,4) | 100 (4,0) | 2000 (80) |

Примечание: \* для 90Sr + 90Y - 40 част/(см2⋅мин).

**Приложение 1**

**к НРБ-99/2020**

**Значения дозовых коэффициентов, предела годового поступления**

**с воздухом и допустимой среднегодовой объемной активности**

**в воздухе отдельных радионуклидов для персонала**

| Радио­нуклид | Период полурас­пада | Тип соеди­нения при ингаля­ции1) | Дозовый коэффициент возд  ε перс, Зв/Бк | Предел годового поступления  ПГППЕРС,  Бк в год | Допустимая среднегодовая объемная активность  ДОАПЕРС, Бк/м3 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| H-3 | 12,3 лет | Г1 | 1,8-11 | 1,1+09 | 4,4+05 |
|  |  | Г2 | 1,8-15 | 1,1+13 | 4,4+09 |
|  |  | Г3 | 1,8-13 | 1,1+11 | 4,4+07 |
| Be-7 | 53,3 сут | П | 4,8-11 | 4,2+08 | 1,7+05 |
|  |  | М | 5,2-11 | 3,8+08 | 1,5+05 |
| Be-10 | 1,60+06 лет | П | 9,1-09 | 2,2+06 | 8,8+02 |
|  |  | М | 3,2-08 | 6,3+05 | 2,5+02 |
| C-11 | 0,340 час | Г1 | 3,2-12 | 6,2+09 | 2,5+06 |
|  |  | Г2 | 2,2-12 | 9,1+09 | 3,6+06 |
|  |  | Г3 | 1,2-12 | 1,7+10 | 6,7+06 |
| C-14 | 5,73+03 лет | Г1 | 5,8-10 | 3,4+07 | 1,4+04 |
|  |  | Г2 | 6,2-12 | 3,2+09 | 1,3+06 |
|  |  | Г3 | 8,0-13 | 2,5+10 | 1,0+07 |
| F-18 | 1,83 час | Б | 3,0-11 | 6,7+08 | 2,7+05 |
|  |  | П | 5,7-11 | 3,5+08 | 1,4+05 |
|  |  | М | 6,0-11 | 3,3+08 | 1,3+05 |
| Na-22 | 2,60 лет | Б | 1,3-09 | 1,5+07 | 6,2+03 |
| Na-24 | 15,0 час | Б | 2,9-10 | 6,9+07 | 2,8+04 |
| Mg-28 | 20,9 час | Б | 6,4-10 | 3,1+07 | 1,3+04 |
|  |  | П | 1,2-09 | 1,7+07 | 6,7+03 |
| Al-26 | 7,16+05 лет | Б | 1,1-08 | 1,8+06 | 7,3+02 |
|  |  | П | 1,8-08 | 1,1+06 | 4,4+02 |
| Si-31 | 2,62 час | Б | 2,9-11 | 6,9+08 | 2,8+05 |
|  |  | П | 7,5-11 | 2,7+08 | 1,1+05 |
|  |  | М | 8,0-11 | 2,5+08 | 1,0+05 |
| Si-32 | 4,50+02 лет | Б | 3,2-09 | 6,3+06 | 2,5+03 |
|  |  | П | 1,5-08 | 1,3+06 | 5,3+02 |
|  |  | М | 1,1-07 | 1,8+05 | 7,3+01 |
| P-32 | 14,3 сут | Б | 8,0-10 | 2,5+07 | 1,0+04 |
|  |  | П | 3,2-09 | 6,3+06 | 2,5+03 |
| P-33 | 25,4 сут | Б | 9,6-11 | 2,1+08 | 8,3+04 |
|  |  | П | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
| S-35 | 87,4 сут | Б | 5,3-11 | 3,8+08 | 1,5+05 |
|  |  | П | 1,3-09 | 1,5+07 | 6,2+03 |
|  |  | Г1 | 7,0-10 | 2,9+07 | 1,1+04 |
|  |  | Г2 | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
| Cl-36 | 3,01+05 лет | Б | 3,4-10 | 5,9+07 | 2,4+04 |
|  |  | П | 6,9-09 | 2,9+06 | 1,2+03 |
| Cl-38 | 0,620 час | Б | 2,7-11 | 7,4+08 | 3,0+05 |
|  |  | П | 4,7-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
| Cl-39 | 0,927 час | Б | 2,7-11 | 7,4+08 | 3,0+05 |
|  |  | П | 4,8-11 | 4,2+08 | 1,7+05 |
| K-402) | 1,28+09 лет | Б | 2,1-09 | 9,5+06 | 3,8+03 |
| K-42 | 12,4 час | Б | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
| K-43 | 22,6 час | Б | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
| K-44 | 0,369 час | Б | 2,1-11 | 9,5+08 | 3,8+05 |
| K-45 | 0,333 час | Б | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
| Ca-41 | 1,40+05 лет | П | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
| Ca-45 | 163 сут | П | 2,7-09 | 7,4+06 | 3,0+03 |
| Ca-47 | 4,53 сут | П | 1,8-09 | 1,1+07 | 4,4+03 |
| Sc-43 | 3,89 час | М | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
| Sc-44 | 3,93 час | М | 1,9-10 | 1,1+08 | 4,2+04 |
| Sc-44m | 2,44 сут | М | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
| Sc-46 | 83,8 сут | М | 6,4-09 | 3,1+06 | 1,3+03 |
| Sc-47 | 3,35 сут | М | 7,0-10 | 2,9+07 | 1,1+04 |
| Sc-48 | 1,82 сут | М | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Sc-49 | 0,956 час | М | 4,1-11 | 4,9+08 | 2,0+05 |
| Ti-44 | 47,3 лет | Б | 6,1-08 | 3,3+05 | 1,3+02 |
|  |  | П | 4,0-08 | 5,0+05 | 2,0+02 |
|  |  | М | 1,2-07 | 1,7+05 | 6,7+01 |
| Ti-45 | 3,08 час | Б | 4,6-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
|  |  | П | 9,1-11 | 2,2+08 | 8,8+04 |
|  |  | М | 9,6-11 | 2,1+08 | 8,3+04 |
| V-47 | 0,543 час | Б | 1,9-11 | 1,1+09 | 4,2+05 |
|  |  | П | 3,1-11 | 6,5+08 | 2,6+05 |
| V-48 | 16,2 сут | Б | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
|  |  | П | 2,3-09 | 8,7+06 | 3,5+03 |
| V-49 | 330 сут | Б | 2,1-11 | 9,5+08 | 3,8+05 |
|  |  | П | 3,2-11 | 6,3+08 | 2,5+05 |
| Cr-48 | 23,0 час | Б | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
|  |  | П | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
|  |  | М | 2,2-10 | 9,1+07 | 3,6+04 |
| Cr-49 | 0,702 час | Б | 2,0-11 | 1,0+09 | 4,0+05 |
|  |  | П | 3,5-11 | 5,7+08 | 2,3+05 |
|  |  | М | 3,7-11 | 5,4+08 | 2,2+05 |
| Cr-51 | 27,7 сут | Б | 2,1-11 | 9,5+08 | 3,8+05 |
|  |  | П | 3,1-11 | 6,5+08 | 2,6+05 |
|  |  | М | 3,6-11 | 5,6+08 | 2,2+05 |
| Mn-51 | 0,770 час | Б | 2,4-11 | 8,3+08 | 3,3+05 |
|  |  | П | 4,3-11 | 4,7+08 | 1,9+05 |
| Mn-52 | 5,59 сут | Б | 9,9-10 | 2,0+07 | 8,1+03 |
|  |  | П | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
| Mn-52m | 0,352 час | Б | 2,0-11 | 1,0+09 | 4,0+05 |
|  |  | П | 3,0-11 | 6,7+08 | 2,7+05 |
| Mn-53 | 3,70+06 лет | Б | 2,9-11 | 6,9+08 | 2,8+05 |
|  |  | П | 5,2-11 | 3,8+08 | 1,5+05 |
| Mn-54 | 312 сут | Б | 8,7-10 | 2,3+07 | 9,2+03 |
|  |  | П | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
| Mn-56 | 2,58 час | Б | 6,9-11 | 2,9+08 | 1,2+05 |
|  |  | П | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
| Fe-52 | 8,28 час | Б | 4,1-10 | 4,9+07 | 2,0+04 |
|  |  | П | 6,3-10 | 3,2+07 | 1,3+04 |
| Fe-55 | 2,70 лет | Б | 7,7-10 | 2,6+07 | 1,0+04 |
|  |  | П | 3,7-10 | 5,4+07 | 2,2+04 |
| Fe-59 | 44,5 сут | Б | 2,2-09 | 9,1+06 | 3,6+03 |
|  |  | П | 3,5-09 | 5,7+06 | 2,3+03 |
| Fe-60 | 1,00+05 лет | Б | 2,8-07 | 7,1+04 | 2,9+01 |
|  |  | П | 1,3-07 | 1,5+05 | 6,2+01 |
| Co-55 | 17,5 час | П | 5,1-10 | 3,9+07 | 1,6+04 |
|  |  | М | 5,5-10 | 3,6+07 | 1,5+04 |
| Co-56 | 78,7 сут | П | 4,6-09 | 4,3+06 | 1,7+03 |
|  |  | М | 6,3-09 | 3,2+06 | 1,3+03 |
| Co-57 | 271 сут | П | 5,2-10 | 3,8+07 | 1,5+04 |
|  |  | М | 9,4-10 | 2,1+07 | 8,5+03 |
| Co-58 | 70,8 сут | П | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
|  |  | М | 2,0-09 | 1,0+07 | 4,0+03 |
| Co-58m | 9,15 час | П | 1,3-11 | 1,5+09 | 6,2+05 |
|  |  | М | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
| Co-60 | 5,27 лет | П | 9,6-09 | 2,1+06 | 8,3+02 |
|  |  | М | 2,9-08 | 6,9+05 | 2,8+02 |
| Co-60m | 0,174 час | П | 1,1-12 | 1,8+10 | 7,3+06 |
|  |  | М | 1,3-12 | 1,5+10 | 6,2+06 |
| Co-61 | 1,65 час | П | 4,8-11 | 4,2+08 | 1,7+05 |
|  |  | М | 5,1-11 | 3,9+08 | 1,6+05 |
| Co-62m | 0,232 час | П | 2,1-11 | 9,5+08 | 3,8+05 |
|  |  | М | 2,2-11 | 9,1+08 | 3,6+05 |
| Ni-56 | 6,10 сут | Б | 5,1-10 | 3,9+07 | 1,6+04 |
|  |  | П | 8,6-10 | 2,3+07 | 9,3+03 |
|  |  | Г | 1,2-09 | 1,7+07 | 6,7+03 |
| Ni-57 | 1,50 сут | Б | 2,8-10 | 7,1+07 | 2,9+04 |
|  |  | П | 5,1-10 | 3,9+07 | 1,6+04 |
|  |  | Г | 5,6-10 | 3,6+07 | 1,4+04 |
| Ni-59 | 7,50+04 лет | Б | 1,8-10 | 1,1+08 | 4,4+04 |
|  |  | П | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
|  |  | Г | 8,3-10 | 2,4+07 | 9,6+03 |
| Ni-63 | 96,0 лет | Б | 4,4-10 | 4,5+07 | 1,8+04 |
|  |  | П | 4,4-10 | 4,5+07 | 1,8+04 |
|  |  | Г | 2,0-09 | 1,0+07 | 4,0+03 |
| Ni-65 | 2,52 час | Б | 4,4-11 | 4,5+08 | 1,8+05 |
|  |  | П | 8,7-11 | 2,3+08 | 9,2+04 |
|  |  | Г | 3,6-10 | 5,6+07 | 2,2+04 |
| Ni-66 | 2,27 сут | Б | 4,5-10 | 4,4+07 | 1,8+04 |
|  |  | П | 1,6-09 | 1,3+07 | 5,0+03 |
|  |  | Г | 1,6-09 | 1,3+07 | 5,0+03 |
| Cu-60 | 0,387 час | Б | 2,4-11 | 8,3+08 | 3,3+05 |
|  |  | П | 3,5-11 | 5,7+08 | 2,3+05 |
|  |  | М | 3,6-11 | 5,6+08 | 2,2+05 |
| Cu-61 | 3,41 час | Б | 4,0-11 | 5,0+08 | 2,0+05 |
|  |  | П | 7,6-11 | 2,6+08 | 1,1+05 |
|  |  | М | 8,0-11 | 2,5+08 | 1,0+05 |
| Cu-64 | 12,7 час | Б | 3,8-11 | 5,3+08 | 2,1+05 |
|  |  | П | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | М | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
| Cu-67 | 2,58 сут | Б | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | П | 5,2-10 | 3,8+07 | 1,5+04 |
|  |  | М | 5,8-10 | 3,4+07 | 1,4+04 |
| Zn-62 | 9,26 час | М | 4,7-10 | 4,3+07 | 1,7+04 |
| Zn-63 | 0,635 час | М | 3,8-11 | 5,3+08 | 2,1+05 |
| Zn-65 | 244 сут | М | 2,9-09 | 6,9+06 | 2,8+03 |
| Zn-69 | 0,950 час | М | 2,8-11 | 7,1+08 | 2,9+05 |
| Zn-69m | 13,8 час | М | 2,6-10 | 7,7+07 | 3,1+04 |
| Zn-71m | 3,92 час | М | 1,6-10 | 1,3+08 | 5,0+04 |
| Zn-72 | 1,94 сут | М | 1,2-09 | 1,7+07 | 6,7+03 |
| Ga-65 | 0,253 час | Б | 1,2-11 | 1,7+09 | 6,7+05 |
|  |  | П | 1,8-11 | 1,1+09 | 4,4+05 |
| Ga-66 | 9,40 час | Б | 2,7-10 | 7,4+07 | 3,0+04 |
|  |  | П | 4,6-10 | 4,3+07 | 1,7+04 |
| Ga-67 | 3,26 сут | Б | 6,8-11 | 2,9+08 | 1,2+05 |
|  |  | П | 2,3-10 | 8,7+07 | 3,5+04 |
| Ga-68 | 1,13 час | Б | 2,8-11 | 7,1+08 | 2,9+05 |
|  |  | П | 5,1-11 | 3,9+08 | 1,6+05 |
| Ga-70 | 0,353 час | Б | 9,3-12 | 2,2+09 | 8,6+05 |
|  |  | П | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
| Ga-72 | 14,1 час | Б | 3,1-10 | 6,5+07 | 2,6+04 |
|  |  | П | 5,5-10 | 3,6+07 | 1,5+04 |
| Ga-73 | 4,91 час | Б | 5,8-11 | 3,4+08 | 1,4+05 |
|  |  | П | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
| Ge-66 | 2,27 час | Б | 5,7-11 | 3,5+08 | 1,4+05 |
|  |  | П | 9,2-11 | 2,2+08 | 8,7+04 |
| Ge-67 | 0,312 час | Б | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
|  |  | П | 2,6-11 | 7,7+08 | 3,1+05 |
| Ge-68 | 288 сут | Б | 5,4-10 | 3,7+07 | 1,5+04 |
|  |  | П | 1,3-08 | 1,5+06 | 6,2+02 |
| Ge-69 | 1,63 сут | Б | 1,4-10 | 1,4+08 | 5,7+04 |
|  |  | П | 2,9-10 | 6,9+07 | 2,8+04 |
| Ge-71 | 11,8 сут | Б | 5,0-12 | 4,0+09 | 1,6+06 |
|  |  | П | 1,0-11 | 2,0+09 | 8,0+05 |
| Ge-75 | 1,38 час | Б | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
|  |  | П | 3,7-11 | 5,4+08 | 2,2+05 |
| Ge-77 | 11,3 час | Б | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
|  |  | П | 3,6-10 | 5,6+07 | 2,2+04 |
| Ge-78 | 1,45 час | Б | 4,8-11 | 4,2+08 | 1,7+05 |
|  |  | П | 9,7-11 | 2,1+08 | 8,2+04 |
| As-69 | 0,253 час | П | 2,2-11 | 9,1+08 | 3,6+05 |
| As-70 | 0,876 час | П | 7,2-11 | 2,8+08 | 1,1+05 |
| As-71 | 2,70 сут | П | 4,0-10 | 5,0+07 | 2,0+04 |
| As-72 | 1,08 сут | П | 9,2-10 | 2,2+07 | 8,7+03 |
| As-73 | 80,3 сут | П | 9,3-10 | 2,2+07 | 8,6+03 |
| As-74 | 17,8 сут | П | 2,1-09 | 9,5+06 | 3,8+03 |
| As-76 | 1,10 сут | П | 7,4-10 | 2,7+07 | 1,1+04 |
| As-77 | 1,62 сут | П | 3,8-10 | 5,3+07 | 2,1+04 |
| As-78 | 1,51 час | П | 9,2-11 | 2,2+08 | 8,7+04 |
| Se-70 | 0,683 час | Б | 4,5-11 | 4,4+08 | 1,8+05 |
|  |  | П | 7,3-11 | 2,7+08 | 1,1+05 |
| Se-73 | 7,15 час | Б | 8,6-11 | 2,3+08 | 9,3+04 |
|  |  | П | 1,6-10 | 1,3+08 | 5,0+04 |
| Se-73m | 0,650 час | Б | 9,9-12 | 2,0+09 | 8,1+05 |
|  |  | П | 1,8-11 | 1,1+09 | 4,4+05 |
| Se-75 | 120 сут | Б | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
|  |  | П | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
| Se-79 | 6,50+04 лет | Б | 1,2-09 | 1,7+07 | 6,7+03 |
|  |  | П | 2,9-09 | 6,9+06 | 2,8+03 |
| Se-81 | 0,308 час | Б | 8,6-12 | 2,3+09 | 9,3+05 |
|  |  | П | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
| Se-81m | 0,954 час | Б | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
|  |  | П | 4,7-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
| Se-83 | 0,375 час | Б | 1,9-11 | 1,1+09 | 4,2+05 |
|  |  | П | 3,3-11 | 6,1+08 | 2,4+05 |
| Br-74 | 0,422 час | Б | 2,8-11 | 7,1+08 | 2,9+05 |
|  |  | П | 4,1-11 | 4,9+08 | 2,0+05 |
| Br-74m | 0,691 час | Б | 4,2-11 | 4,8+08 | 1,9+05 |
|  |  | П | 6,5-11 | 3,1+08 | 1,2+05 |
| Br-75 | 1,63 час | Б | 3,1-11 | 6,5+08 | 2,6+05 |
|  |  | П | 5,5-11 | 3,6+08 | 1,5+05 |
| Br-76 | 16,2 час | Б | 2,6-10 | 7,7+07 | 3,1+04 |
|  |  | П | 4,2-10 | 4,8+07 | 1,9+04 |
| Br-77 | 2,33 сут | Б | 6,7-11 | 3,0+08 | 1,2+05 |
|  |  | П | 8,7-11 | 2,3+08 | 9,2+04 |
| Br-80 | 0,290 час | Б | 6,3-12 | 3,2+09 | 1,3+06 |
|  |  | П | 1,0-11 | 2,0+09 | 8,0+05 |
| Br-80m | 4,42 час | Б | 3,5-11 | 5,7+08 | 2,3+05 |
|  |  | П | 7,6-11 | 2,6+08 | 1,1+05 |
| Br-82 | 1,47 сут | Б | 3,7-10 | 5,4+07 | 2,2+04 |
|  |  | П | 6,4-10 | 3,1+07 | 1,3+04 |
| Br-83 | 2,39 час | Б | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
|  |  | П | 4,8-11 | 4,2+08 | 1,7+05 |
| Br-84 | 0,530 час | Б | 2,3-11 | 8,7+08 | 3,5+05 |
|  |  | П | 3,9-11 | 5,1+08 | 2,1+05 |
| Rb-79 | 0,382 час | Б | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
| Rb-81 | 4,58 час | Б | 3,7-11 | 5,4+08 | 2,2+05 |
| Rb-81m | 0,533 час | Б | 7,3-12 | 2,7+09 | 1,1+06 |
| Rb-82m | 6,20 час | Б | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
| Rb-83 | 86,2 сут | Б | 7,1-10 | 2,8+07 | 1,1+04 |
| Rb-84 | 32,8 сут | Б | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Rb-86 | 18,6 сут | Б | 9,6-10 | 2,1+07 | 8,3+03 |
| Rb-88 | 0,297 час | Б | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
| Rb-89 | 0,253 час | Б | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
| Sr-80 | 1,67 час | Б | 7,6-11 | 2,6+08 | 1,1+05 |
|  |  | М | 1,4-10 | 1,4+08 | 5,7+04 |
| Sr-81 | 0,425 час | Б | 2,2-11 | 9,1+08 | 3,6+05 |
|  |  | М | 3,8-11 | 5,3+08 | 2,1+05 |
| Sr-82 | 25,0 сут | Б | 2,2-09 | 9,1+06 | 3,6+03 |
|  |  | М | 1,0-08 | 2,0+06 | 8,0+02 |
| Sr-83 | 1,35 сут | Б | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
|  |  | М | 3,4-10 | 5,9+07 | 2,4+04 |
| Sr-85 | 64,8 сут | Б | 3,9-10 | 5,1+07 | 2,1+04 |
|  |  | М | 7,7-10 | 2,6+07 | 1,0+04 |
| Sr-85m | 1,16 час | Б | 3,1-12 | 6,5+09 | 2,6+06 |
|  |  | М | 4,5-12 | 4,4+09 | 1,8+06 |
| Sr-87m | 2,80 час | Б | 1,2-11 | 1,7+09 | 6,7+05 |
|  |  | М | 2,2-11 | 9,1+08 | 3,6+05 |
| Sr-89 | 50,5 сут | Б | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
|  |  | М | 7,5-09 | 2,7+06 | 1,1+03 |
| Sr-90 | 29,1 лет | Б | 2,4-08 | 8,3+05 | 3,3+02 |
|  |  | М | 1,5-07 | 1,3+05 | 5,3+01 |
| Sr-91 | 9,50 час | Б | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
|  |  | М | 4,1-10 | 4,9+07 | 2,0+04 |
| Sr-92 | 2,71 час | Б | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | М | 2,3-10 | 8,7+07 | 3,5+04 |
| Y-86 | 14,7 час | П | 4,8-10 | 4,2+07 | 1,7+04 |
|  |  | М | 4,9-10 | 4,1+07 | 1,6+04 |
| Y-86m | 0,800 час | П | 2,9-11 | 6,9+08 | 2,8+05 |
|  |  | М | 3,0-11 | 6,7+08 | 2,7+05 |
| Y-87 | 3,35 сут | П | 3,8-10 | 5,3+07 | 2,1+04 |
|  |  | М | 4,0-10 | 5,0+07 | 2,0+04 |
| Y-88 | 107 сут | П | 3,9-09 | 5,1+06 | 2,1+03 |
|  |  | М | 4,1-09 | 4,9+06 | 2,0+03 |
| Y-90 | 2,67 сут | П | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
|  |  | М | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
| Y-90m | 3,19 час | П | 9,6-11 | 2,1+08 | 8,3+04 |
|  |  | М | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
| Y-91 | 58,5 сут | П | 6,7-09 | 3,0+06 | 1,2+03 |
|  |  | М | 8,4-09 | 2,4+06 | 9,5+02 |
| Y-91m | 0,828 час | П | 1,0-11 | 2,0+09 | 8,0+05 |
|  |  | М | 1,1-11 | 1,8+09 | 7,3+05 |
| Y-92 | 3,54 час | П | 1,9-10 | 1,1+08 | 4,2+04 |
|  |  | М | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
| Y-93 | 10,1 час | П | 4,1-10 | 4,9+07 | 2,0+04 |
|  |  | М | 4,3-10 | 4,7+07 | 1,9+04 |
| Y-94 | 0,318 час | П | 2,8-11 | 7,1+08 | 2,9+05 |
|  |  | М | 2,9-11 | 6,9+08 | 2,8+05 |
| Y-95 | 0,178 час | П | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
|  |  | М | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
| Zr-86 | 16,5 час | Б | 3,0-10 | 6,7+07 | 2,7+04 |
|  |  | П | 4,3-10 | 4,7+07 | 1,9+04 |
|  |  | М | 4,5-10 | 4,4+07 | 1,8+04 |
| Zr-88 | 83,4 сут | Б | 3,5-09 | 5,7+06 | 2,3+03 |
|  |  | П | 2,5-09 | 8,0+06 | 3,2+03 |
|  |  | М | 3,3-09 | 6,1+06 | 2,4+03 |
| Zr-89 | 3,27 сут | Б | 3,1-10 | 6,5+07 | 2,6+04 |
|  |  | П | 5,3-10 | 3,8+07 | 1,5+04 |
|  |  | М | 5,5-10 | 3,6+07 | 1,5+04 |
| Zr-93 | 1,53+06 лет | Б | 2,5-08 | 8,0+05 | 3,2+02 |
|  |  | П | 9,6-09 | 2,1+06 | 8,3+02 |
|  |  | М | 3,1-09 | 6,5+06 | 2,6+03 |
| Zr-95 | 64,0 сут | Б | 2,5-09 | 8,0+06 | 3,2+03 |
|  |  | П | 4,5-09 | 4,4+06 | 1,8+03 |
|  |  | М | 5,5-09 | 3,6+06 | 1,5+03 |
| Zr-97 | 16,9 час | Б | 4,2-10 | 4,8+07 | 1,9+04 |
|  |  | П | 9,4-10 | 2,1+07 | 8,5+03 |
|  |  | М | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
| Nb-88 | 0,238 час | П | 2,9-11 | 6,9+08 | 2,8+05 |
|  |  | М | 3,0-11 | 6,7+08 | 2,7+05 |
| Nb-89 | 2,03 час | П | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
|  |  | М | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
| Nb-89 | 1,10 час | П | 7,1-11 | 2,8+08 | 1,1+05 |
|  |  | М | 7,4-11 | 2,7+08 | 1,1+05 |
| Nb-90 | 14,6 час | П | 6,6-10 | 3,0+07 | 1,2+04 |
|  |  | М | 6,9-10 | 2,9+07 | 1,2+04 |
| Nb-93m | 13,6 лет | П | 4,6-10 | 4,3+07 | 1,7+04 |
|  |  | М | 1,6-09 | 1,3+07 | 5,0+03 |
| Nb-94 | 2,03+04 лет | П | 1,0-08 | 2,0+06 | 8,0+02 |
|  |  | М | 4,5-08 | 4,4+05 | 1,8+02 |
| Nb-95 | 35,1 сут | П | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
|  |  | М | 1,6-09 | 1,3+07 | 5,0+03 |
| Nb-95m | 3,61 сут | П | 7,6-10 | 2,6+07 | 1,1+04 |
|  |  | М | 8,5-10 | 2,4+07 | 9,4+03 |
| Nb-96 | 23,3 час | П | 6,5-10 | 3,1+07 | 1,2+04 |
|  |  | М | 6,8-10 | 2,9+07 | 1,2+04 |
| Nb-97 | 1,20 час | П | 4,4-11 | 4,5+08 | 1,8+05 |
|  |  | М | 4,7-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
| Nb-98 | 0,858 час | П | 5,9-11 | 3,4+08 | 1,4+05 |
|  |  | М | 6,1-11 | 3,3+08 | 1,3+05 |
| Mo-90 | 5,67 час | Б | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
|  |  | М | 3,7-10 | 5,4+07 | 2,2+04 |
| Mo-93 | 3,50+03 лет | Б | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
|  |  | М | 2,2-09 | 9,1+06 | 3,6+03 |
| Mo-93m | 6,85 час | Б | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
|  |  | М | 1,8-10 | 1,1+08 | 4,4+04 |
| Mo-99 | 2,75 сут | Б | 2,3-10 | 8,7+07 | 3,5+04 |
|  |  | М | 9,7-10 | 2,1+07 | 8,2+03 |
| Mo-101 | 0,244 час | Б | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
|  |  | М | 2,7-11 | 7,4+08 | 3,0+05 |
| Tc-93 | 2,75 час | Б | 3,4-11 | 5,9+08 | 2,4+05 |
|  |  | П | 3,6-11 | 5,6+08 | 2,2+05 |
| Tc-93m | 0,725 час | Б | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
|  |  | П | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
| Tc-94 | 4,88 час | Б | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
|  |  | П | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
| Tc-94m | 0,867 час | Б | 4,3-11 | 4,7+08 | 1,9+05 |
|  |  | П | 4,9-11 | 4,1+08 | 1,6+05 |
| Tc-95 | 20,0 час | Б | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
|  |  | П | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
| Tc-95m | 61,0 сут | Б | 3,1-10 | 6,5+07 | 2,6+04 |
|  |  | П | 8,7-10 | 2,3+07 | 9,2+03 |
| Tc-96 | 4,28 сут | Б | 6,0-10 | 3,3+07 | 1,3+04 |
|  |  | П | 7,1-10 | 2,8+07 | 1,1+04 |
| Tc-96m | 0,858 час | Б | 6,5-12 | 3,1+09 | 1,2+06 |
|  |  | П | 7,7-12 | 2,6+09 | 1,0+06 |
| Tc-97 | 2,60+06 лет | Б | 4,5-11 | 4,4+08 | 1,8+05 |
|  |  | П | 2,1-10 | 9,5+07 | 3,8+04 |
| Tc-97m | 87,0 сут | Б | 2,8-10 | 7,1+07 | 2,9+04 |
|  |  | П | 3,1-09 | 6,5+06 | 2,6+03 |
| Tc-98 | 4,20+06 лет | Б | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
|  |  | П | 8,1-09 | 2,5+06 | 9,9+02 |
| Tc-99 | 2,13+05 лет | Б | 2,9-10 | 6,9+07 | 2,8+04 |
|  |  | П | 3,9-09 | 5,1+06 | 2,1+03 |
| Tc-99m | 6,02 час | Б | 1,2-11 | 1,7+09 | 6,7+05 |
|  |  | П | 1,9-11 | 1,1+09 | 4,2+05 |
| Tc-101 | 0,237 час | Б | 8,7-12 | 2,3+09 | 9,2+05 |
|  |  | П | 1,3-11 | 1,5+09 | 6,2+05 |
| Tc-104 | 0,303 час | Б | 2,4-11 | 8,3+08 | 3,3+05 |
|  |  | П | 3,0-11 | 6,7+08 | 2,7+05 |
| Ru-94 | 0,863 час | Б | 2,7-11 | 7,4+08 | 3,0+05 |
|  |  | П | 4,4-11 | 4,5+08 | 1,8+05 |
|  |  | М | 4,6-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
|  |  | Г | 5,6-11 | 3,6+08 | 1,4+05 |
| Ru-97 | 2,90 сут | Б | 6,7-11 | 3,0+08 | 1,2+05 |
|  |  | П | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | М | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | Г | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
| Ru-103 | 39,3 сут | Б | 4,9-10 | 4,1+07 | 1,6+04 |
|  |  | П | 2,3-09 | 8,7+06 | 3,5+03 |
|  |  | М | 2,8-09 | 7,1+06 | 2,9+03 |
|  |  | Г | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Ru-105 | 4,44 час | Б | 7,1-11 | 2,8+08 | 1,1+05 |
|  |  | П | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
|  |  | М | 1,8-10 | 1,1+08 | 4,4+04 |
|  |  | Г | 1,8-10 | 1,1+08 | 4,4+04 |
| Ru-106 | 1,01 лет | Б | 8,0-09 | 2,5+06 | 1,0+03 |
|  |  | П | 2,6-08 | 7,7+05 | 3,1+02 |
|  |  | М | 6,2-08 | 3,2+05 | 1,3+02 |
|  |  | Г | 1,8-08 | 1,1+06 | 4,4+02 |
| Rh-99 | 16,0 сут | Б | 3,3-10 | 6,1+07 | 2,4+04 |
|  |  | П | 7,3-10 | 2,7+07 | 1,1+04 |
|  |  | М | 8,3-10 | 2,4+07 | 9,6+03 |
| Rh-99m | 4,70 час | Б | 3,0-11 | 6,7+08 | 2,7+05 |
|  |  | П | 4,1-11 | 4,9+08 | 2,0+05 |
|  |  | М | 4,3-11 | 4,7+08 | 1,9+05 |
| Rh-100 | 20,8 час | Б | 2,8-10 | 7,1+07 | 2,9+04 |
|  |  | П | 3,6-10 | 5,6+07 | 2,2+04 |
|  |  | М | 3,7-10 | 5,4+07 | 2,2+04 |
| Rh-101 | 3,20 лет | Б | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
|  |  | П | 2,2-09 | 9,1+06 | 3,6+03 |
|  |  | М | 5,0-09 | 4,0+06 | 1,6+03 |
| Rh-101m | 4,34 сут | Б | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
|  |  | П | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
|  |  | М | 2,1-10 | 9,5+07 | 3,8+04 |
| Rh-102 | 2,90 лет | Б | 7,3-09 | 2,7+06 | 1,1+03 |
|  |  | П | 6,5-09 | 3,1+06 | 1,2+03 |
|  |  | М | 1,6-08 | 1,3+06 | 5,0+02 |
| Rh-102m | 207 сут | Б | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
|  |  | П | 3,8-09 | 5,3+06 | 2,1+03 |
|  |  | М | 6,7-09 | 3,0+06 | 1,2+03 |
| Rh-103m | 0,935 час | Б | 8,6-13 | 2,3+10 | 9,3+06 |
|  |  | П | 2,3-12 | 8,7+09 | 3,5+06 |
|  |  | М | 2,5-12 | 8,0+09 | 3,2+06 |
| Rh-105 | 1,47 сут | Б | 8,7-11 | 2,3+08 | 9,2+04 |
|  |  | П | 3,1-10 | 6,5+07 | 2,6+04 |
|  |  | М | 3,4-10 | 5,9+07 | 2,4+04 |
| Rh-106m | 2,20 час | Б | 7,0-11 | 2,9+08 | 1,1+05 |
|  |  | П | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | М | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
| Rh-107 | 0,362 час | Б | 9,6-12 | 2,1+09 | 8,3+05 |
|  |  | П | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
|  |  | М | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
| Pd-100 | 3,63 сут | Б | 4,9-10 | 4,1+07 | 1,6+04 |
|  |  | П | 7,9-10 | 2,5+07 | 1,0+04 |
|  |  | М | 8,3-10 | 2,4+07 | 9,6+03 |
| Pd-101 | 8,27 час | Б | 4,2-11 | 4,8+08 | 1,9+05 |
|  |  | П | 6,2-11 | 3,2+08 | 1,3+05 |
|  |  | М | 6,4-11 | 3,1+08 | 1,3+05 |
| Pd-103 | 17,0 сут | Б | 9,0-11 | 2,2+08 | 8,9+04 |
|  |  | П | 3,5-10 | 5,7+07 | 2,3+04 |
|  |  | М | 4,0-10 | 5,0+07 | 2,0+04 |
| Pd-107 | 6,50+06 лет | Б | 2,6-11 | 7,7+08 | 3,1+05 |
|  |  | П | 8,0-11 | 2,5+08 | 1,0+05 |
|  |  | М | 5,5-10 | 3,6+07 | 1,5+04 |
| Pd-109 | 13,4 час | Б | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
|  |  | П | 3,4-10 | 5,9+07 | 2,4+04 |
|  |  | М | 3,6-10 | 5,6+07 | 2,2+04 |
| Ag-102 | 0,215 час | Б | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
|  |  | П | 1,8-11 | 1,1+09 | 4,4+05 |
|  |  | М | 1,9-11 | 1,1+09 | 4,2+05 |
| Ag-103 | 1,09 час | Б | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
|  |  | П | 2,7-11 | 7,4+08 | 3,0+05 |
|  |  | М | 2,8-11 | 7,1+08 | 2,9+05 |
| Ag-104 | 1,15 час | Б | 3,0-11 | 6,7+08 | 2,7+05 |
|  |  | П | 3,9-11 | 5,1+08 | 2,1+05 |
|  |  | М | 4,0-11 | 5,0+08 | 2,0+05 |
| Ag-104m | 0,558 час | Б | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
|  |  | П | 2,6-11 | 7,7+08 | 3,1+05 |
|  |  | М | 2,7-11 | 7,4+08 | 3,0+05 |
| Ag-105 | 41,0 сут | Б | 5,4-10 | 3,7+07 | 1,5+04 |
|  |  | П | 6,9-10 | 2,9+07 | 1,2+04 |
|  |  | М | 7,8-10 | 2,6+07 | 1,0+04 |
| Ag-106 | 0,399 час | Б | 9,8-12 | 2,0+09 | 8,2+05 |
|  |  | П | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
|  |  | М | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
| Ag-106m | 8,41 сут | Б | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
|  |  | П | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
|  |  | М | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Ag-108m | 1,27+02 лет | Б | 6,1-09 | 3,3+06 | 1,3+03 |
|  |  | П | 7,0-09 | 2,9+06 | 1,1+03 |
|  |  | М | 3,5-08 | 5,7+05 | 2,3+02 |
| Ag-110m | 250 сут | Б | 5,5-09 | 3,6+06 | 1,5+03 |
|  |  | П | 7,2-09 | 2,8+06 | 1,1+03 |
|  |  | М | 1,2-08 | 1,7+06 | 6,7+02 |
| Ag-111 | 7,45 сут | Б | 4,1-10 | 4,9+07 | 2,0+04 |
|  |  | П | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
|  |  | М | 1,7-09 | 1,2+07 | 4,7+03 |
| Ag-112 | 3,12 час | Б | 8,2-11 | 2,4+08 | 9,8+04 |
|  |  | П | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
|  |  | М | 1,8-10 | 1,1+08 | 4,4+04 |
| Ag-115 | 0,333 час | Б | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
|  |  | П | 2,8-11 | 7,1+08 | 2,9+05 |
|  |  | М | 3,0-11 | 6,7+08 | 2,7+05 |
| Cd-104 | 0,961 час | Б | 2,7-11 | 7,4+08 | 3,0+05 |
|  |  | П | 3,6-11 | 5,6+08 | 2,2+05 |
|  |  | М | 3,7-11 | 5,4+08 | 2,2+05 |
| Cd-107 | 6,49 час | Б | 2,3-11 | 8,7+08 | 3,5+05 |
|  |  | П | 8,1-11 | 2,5+08 | 9,9+04 |
|  |  | М | 8,7-11 | 2,3+08 | 9,2+04 |
| Cd-109 | 1,27 лет | Б | 8,1-09 | 2,5+06 | 9,9+02 |
|  |  | П | 6,2-09 | 3,2+06 | 1,3+03 |
|  |  | М | 5,8-09 | 3,4+06 | 1,4+03 |
| Cd-113 | 9,30+15 лет | Б | 1,2-07 | 1,7+05 | 6,7+01 |
|  |  | П | 5,3-08 | 3,8+05 | 1,5+02 |
|  |  | М | 2,5-08 | 8,0+05 | 3,2+02 |
| Cd-113m | 13,6 лет | Б | 1,1-07 | 1,8+05 | 7,3+01 |
|  |  | П | 5,0-08 | 4,0+05 | 1,6+02 |
|  |  | М | 3,0-08 | 6,7+05 | 2,7+02 |
| Cd-115 | 2,23 сут | Б | 3,7-10 | 5,4+07 | 2,2+04 |
|  |  | П | 9,7-10 | 2,1+07 | 8,2+03 |
|  |  | М | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Cd-115m | 44,6 сут | Б | 5,3-09 | 3,8+06 | 1,5+03 |
|  |  | П | 5,9-09 | 3,4+06 | 1,4+03 |
|  |  | М | 7,3-09 | 2,7+06 | 1,1+03 |
| Cd-117 | 2,49 час | Б | 7,3-11 | 2,7+08 | 1,1+05 |
|  |  | П | 1,6-10 | 1,3+08 | 5,0+04 |
|  |  | М | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
| Cd-117m | 3,36 час | Б | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
|  |  | П | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
|  |  | М | 2,1-10 | 9,5+07 | 3,8+04 |
| In-109 | 4,20 час | Б | 3,2-11 | 6,3+08 | 2,5+05 |
|  |  | П | 4,4-11 | 4,5+08 | 1,8+05 |
| In-110 | 4,90 час | Б | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
|  |  | П | 1,4-10 | 1,4+08 | 5,7+04 |
| In-110 | 1,15 час | Б | 3,1-11 | 6,5+08 | 2,6+05 |
|  |  | П | 5,0-11 | 4,0+08 | 1,6+05 |
| In-111 | 2,83 сут | Б | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
|  |  | П | 2,3-10 | 8,7+07 | 3,5+04 |
| In-112 | 0,240 час | Б | 5,0-12 | 4,0+09 | 1,6+06 |
|  |  | П | 7,8-12 | 2,6+09 | 1,0+06 |
| In-113m | 1,66 час | Б | 1,0-11 | 2,0+09 | 8,0+05 |
|  |  | П | 2,0-11 | 1,0+09 | 4,0+05 |
| In-114m | 49,5 сут | Б | 9,3-09 | 2,2+06 | 8,6+02 |
|  |  | П | 5,9-09 | 3,4+06 | 1,4+03 |
| In-115m | 4,49 час | Б | 2,5-11 | 8,0+08 | 3,2+05 |
|  |  | П | 6,0-11 | 3,3+08 | 1,3+05 |
| In-116m | 0,902 час | Б | 3,0-11 | 6,7+08 | 2,7+05 |
|  |  | П | 4,8-11 | 4,2+08 | 1,7+05 |
| In-117 | 0,730 час | Б | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
|  |  | П | 3,0-11 | 6,7+08 | 2,7+05 |
| In-117m | 1,94 час | Б | 3,1-11 | 6,5+08 | 2,6+05 |
|  |  | П | 7,3-11 | 2,7+08 | 1,1+05 |
| In-119m | 0,300 час | Б | 1,1-11 | 1,8+09 | 7,3+05 |
|  |  | П | 1,8-11 | 1,1+09 | 4,4+05 |
| Sn-110 | 4,00 час | Б | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | П | 1,6-10 | 1,3+08 | 5,0+04 |
| Sn-111 | 0,588 час | Б | 8,3-12 | 2,4+09 | 9,6+05 |
|  |  | П | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
| Sn-113 | 115 сут | Б | 5,4-10 | 3,7+07 | 1,5+04 |
|  |  | П | 2,5-09 | 8,0+06 | 3,2+03 |
| Sn-117m | 13,6 сут | Б | 2,9-10 | 6,9+07 | 2,8+04 |
|  |  | П | 2,3-09 | 8,7+06 | 3,5+03 |
| Sn-119m | 293 сут | Б | 2,9-10 | 6,9+07 | 2,8+04 |
|  |  | П | 2,0-09 | 1,0+07 | 4,0+03 |
| Sn-121 | 1,13 сут | Б | 6,4-11 | 3,1+08 | 1,3+05 |
|  |  | П | 2,2-10 | 9,1+07 | 3,6+04 |
| Sn-121m | 55,0 лет | Б | 8,0-10 | 2,5+07 | 1,0+04 |
|  |  | П | 4,2-09 | 4,8+06 | 1,9+03 |
| Sn-123 | 129 сут | Б | 1,2-09 | 1,7+07 | 6,7+03 |
|  |  | П | 7,7-09 | 2,6+06 | 1,0+03 |
| Sn-123m | 0,668 час | Б | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
|  |  | П | 2,8-11 | 7,1+08 | 2,9+05 |
| Sn-125 | 9,64 сут | Б | 9,2-10 | 2,2+07 | 8,7+03 |
|  |  | П | 3,0-09 | 6,7+06 | 2,7+03 |
| Sn-126 | 1,00+05 лет | Б | 1,1-08 | 1,8+06 | 7,3+02 |
|  |  | П | 2,7-08 | 7,4+05 | 3,0+02 |
| Sn-127 | 2,10 час | Б | 6,9-11 | 2,9+08 | 1,2+05 |
|  |  | П | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
| Sn-128 | 0,985 час | Б | 5,4-11 | 3,7+08 | 1,5+05 |
|  |  | П | 9,6-11 | 2,1+08 | 8,3+04 |
| Sb-115 | 0,530 час | Б | 9,2-12 | 2,2+09 | 8,7+05 |
|  |  | П | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
| Sb-116 | 0,263 час | Б | 9,9-12 | 2,0+09 | 8,1+05 |
|  |  | П | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
| Sb-116m | 1,00 час | Б | 3,5-11 | 5,7+08 | 2,3+05 |
|  |  | П | 5,0-11 | 4,0+08 | 1,6+05 |
| Sb-117 | 2,80 час | Б | 9,3-12 | 2,2+09 | 8,6+05 |
|  |  | П | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
| Sb-118m | 5,00 час | Б | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
|  |  | П | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
| Sb-119 | 1,59 сут | Б | 2,5-11 | 8,0+08 | 3,2+05 |
|  |  | П | 3,7-11 | 5,4+08 | 2,2+05 |
| Sb-120 | 5,76 сут | Б | 5,9-10 | 3,4+07 | 1,4+04 |
|  |  | П | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
| Sb-120 | 0,265 час | Б | 4,9-12 | 4,1+09 | 1,6+06 |
|  |  | П | 7,4-12 | 2,7+09 | 1,1+06 |
| Sb-122 | 2,70 сут | Б | 3,9-10 | 5,1+07 | 2,1+04 |
|  |  | П | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
| Sb-124 | 60,2 сут | Б | 1,3-09 | 1,5+07 | 6,2+03 |
|  |  | П | 6,1-09 | 3,3+06 | 1,3+03 |
| Sb-124m | 0,337 час | Б | 3,0-12 | 6,7+09 | 2,7+06 |
|  |  | П | 5,5-12 | 3,6+09 | 1,5+06 |
| Sb-125 | 2,77 лет | Б | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
|  |  | П | 4,5-09 | 4,4+06 | 1,8+03 |
| Sb-126 | 12,4 сут | Б | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
|  |  | П | 2,7-09 | 7,4+06 | 3,0+03 |
| Sb-126m | 0,317 час | Б | 1,3-11 | 1,5+09 | 6,2+05 |
|  |  | П | 2,0-11 | 1,0+09 | 4,0+05 |
| Sb-127 | 3,85 сут | Б | 4,6-10 | 4,3+07 | 1,7+04 |
|  |  | П | 1,6-09 | 1,3+07 | 5,0+03 |
| Sb-128 | 9,01 час | Б | 2,5-10 | 8,0+07 | 3,2+04 |
|  |  | П | 4,2-10 | 4,8+07 | 1,9+04 |
| Sb-128 | 0,173 час | Б | 1,1-11 | 1,8+09 | 7,3+05 |
|  |  | П | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
| Sb-129 | 4,32 час | Б | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | П | 2,4-10 | 8,3+07 | 3,3+04 |
| Sb-130 | 0,667 час | Б | 3,5-11 | 5,7+08 | 2,3+05 |
|  |  | П | 5,4-11 | 3,7+08 | 1,5+05 |
| Sb-131 | 0,383 час | Б | 3,7-11 | 5,4+08 | 2,2+05 |
|  |  | П | 5,2-11 | 3,8+08 | 1,5+05 |
| Te-116 | 2,49 час | Б | 6,3-11 | 3,2+08 | 1,3+05 |
|  |  | П | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | Г | 8,7-11 | 2,3+08 | 9,2+04 |
| Te-121 | 17,0 сут | Б | 2,5-10 | 8,0+07 | 3,2+04 |
|  |  | П | 3,9-10 | 5,1+07 | 2,1+04 |
|  |  | Г | 5,1-10 | 3,9+07 | 1,6+04 |
| Te-121m | 154 сут | Б | 1,8-09 | 1,1+07 | 4,4+03 |
|  |  | П | 4,2-09 | 4,8+06 | 1,9+03 |
|  |  | Г | 5,5-09 | 3,6+06 | 1,5+03 |
| Te-123 | 1,00+13 лет | Б | 4,0-09 | 5,0+06 | 2,0+03 |
|  |  | П | 2,6-09 | 7,7+06 | 3,1+03 |
|  |  | Г | 1,2-08 | 1,7+06 | 6,7+02 |
| Te-123m | 120 сут | Б | 9,7-10 | 2,1+07 | 8,2+03 |
|  |  | П | 3,9-09 | 5,1+06 | 2,1+03 |
|  |  | Г | 2,9-09 | 6,9+06 | 2,8+03 |
| Te-125m | 58,0 сут | Б | 5,1-10 | 3,9+07 | 1,6+04 |
|  |  | П | 3,3-09 | 6,1+06 | 2,4+03 |
|  |  | Г | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
| Te-127 | 9,35 час | Б | 4,2-11 | 4,8+08 | 1,9+05 |
|  |  | П | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
|  |  | Г | 7,7-11 | 2,6+08 | 1,0+05 |
| Te-127m | 109 сут | Б | 1,6-09 | 1,3+07 | 5,0+03 |
|  |  | П | 7,2-09 | 2,8+06 | 1,1+03 |
|  |  | Г | 4,6-09 | 4,3+06 | 1,7+03 |
| Te-129 | 1,16 час | Б | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
|  |  | П | 3,8-11 | 5,3+08 | 2,1+05 |
|  |  | Г | 3,7-11 | 5,4+08 | 2,2+05 |
| Te-129m | 33,6 сут | Б | 1,3-09 | 1,5+07 | 6,2+03 |
|  |  | П | 6,3-09 | 3,2+06 | 1,3+03 |
|  |  | Г | 3,7-09 | 5,4+06 | 2,2+03 |
| Te-131 | 0,417 час | Б | 2,3-11 | 8,7+08 | 3,5+05 |
|  |  | П | 3,8-11 | 5,3+08 | 2,1+05 |
|  |  | Г | 6,8-11 | 2,9+08 | 1,2+05 |
| Te-131m | 1,25 сут | Б | 8,7-10 | 2,3+07 | 9,2+03 |
|  |  | П | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
|  |  | Г | 2,4-09 | 8,3+06 | 3,3+03 |
| Te-132 | 3,26 сут | Б | 1,8-09 | 1,1+07 | 4,4+03 |
|  |  | П | 2,2-09 | 9,1+06 | 3,6+03 |
|  |  | Г | 5,1-09 | 3,9+06 | 1,6+03 |
| Te-133 | 0,207 час | Б | 2,0-11 | 1,0+09 | 4,0+05 |
|  |  | П | 2,7-11 | 7,4+08 | 3,0+05 |
|  |  | Г | 5,6-11 | 3,6+08 | 1,4+05 |
| Te-133m | 0,923 час | Б | 8,4-11 | 2,4+08 | 9,5+04 |
|  |  | П | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
|  |  | Г | 2,2-10 | 9,1+07 | 3,6+04 |
| Te-134 | 0,696 час | Б | 5,0-11 | 4,0+08 | 1,6+05 |
|  |  | П | 7,1-11 | 2,8+08 | 1,1+05 |
|  |  | Г | 8,4-11 | 2,4+08 | 9,5+04 |
| I-120 | 1,35 час | Б | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
|  |  | Г1 | 3,0-10 | 6,7+07 | 2,7+04 |
|  |  | Г2 | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
| I-120m | 0,883 час | Б | 8,7-11 | 2,3+08 | 9,2+04 |
|  |  | Г1 | 1,8-10 | 1,1+08 | 4,4+04 |
|  |  | Г2 | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
| I-121 | 2,12 час | Б | 2,8-11 | 7,1+08 | 2,9+05 |
|  |  | Г1 | 8,6-11 | 2,3+08 | 9,3+04 |
|  |  | Г2 | 5,6-11 | 3,6+08 | 1,4+05 |
| I-123 | 13,2 час | Б | 7,6-11 | 2,6+08 | 1,1+05 |
|  |  | Г1 | 2,1-10 | 9,5+07 | 3,8+04 |
|  |  | Г2 | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
| I-124 | 4,18 сут | Б | 4,5-09 | 4,4+06 | 1,8+03 |
|  |  | Г1 | 1,2-08 | 1,7+06 | 6,7+02 |
|  |  | Г2 | 9,2-09 | 2,2+06 | 8,7+02 |
| I-125 | 60,1 сут | Б | 5,3-09 | 3,8+06 | 1,5+03 |
|  |  | Г1 | 1,4-08 | 1,4+06 | 5,7+02 |
|  |  | Г2 | 1,1-08 | 1,8+06 | 7,3+02 |
| I-126 | 13,0 сут | Б | 1,0-08 | 2,0+06 | 8,0+02 |
|  |  | Г1 | 2,6-08 | 7,7+05 | 3,1+02 |
|  |  | Г2 | 2,0-08 | 1,0+06 | 4,0+02 |
| I-128 | 0,416 час | Б | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
|  |  | Г1 | 6,5-11 | 3,1+08 | 1,2+05 |
|  |  | Г2 | 1,3-11 | 1,5+09 | 6,2+05 |
| I-129 | 1,57+07 лет | Б | 3,7-08 | 5,4+05 | 2,2+02 |
|  |  | Г1 | 9,6-08 | 2,1+05 | 8,3+01 |
|  |  | Г2 | 7,4-08 | 2,7+05 | 1,1+02 |
| I-130 | 12,4 час | Б | 6,9-10 | 2,9+07 | 1,2+04 |
|  |  | Г1 | 1,9-09 | 1,1+07 | 4,2+03 |
|  |  | Г2 | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
| I-131 | 8,04 сут | Б | 7,6-09 | 2,6+06 | 1,1+03 |
|  |  | Г1 | 2,0-08 | 1,0+06 | 4,0+02 |
|  |  | Г2 | 1,5-08 | 1,3+06 | 5,3+02 |
| I-132 | 2,30 час | Б | 9,6-11 | 2,1+08 | 8,3+04 |
|  |  | Г1 | 3,1-10 | 6,5+07 | 2,6+04 |
|  |  | Г2 | 1,9-10 | 1,1+08 | 4,2+04 |
| I-132m | 1,39 час | Б | 8,1-11 | 2,5+08 | 9,9+04 |
|  |  | Г1 | 2,7-10 | 7,4+07 | 3,0+04 |
|  |  | Г2 | 1,6-10 | 1,3+08 | 5,0+04 |
| I-133 | 20,8 час | Б | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
|  |  | Г1 | 4,0-09 | 5,0+06 | 2,0+03 |
|  |  | Г2 | 3,1-09 | 6,5+06 | 2,6+03 |
| I-134 | 0,876 час | Б | 4,8-11 | 4,2+08 | 1,7+05 |
|  |  | Г1 | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
|  |  | Г2 | 5,0-11 | 4,0+08 | 1,6+05 |
| I-135 | 6,61 час | Б | 3,3-10 | 6,1+07 | 2,4+04 |
|  |  | Г1 | 9,2-10 | 2,2+07 | 8,7+03 |
|  |  | Г2 | 6,8-10 | 2,9+07 | 1,2+04 |
| Cs-125 | 0,750 час | Б | 1,3-11 | 1,5+09 | 6,2+05 |
| Cs-127 | 6,25 час | Б | 2,2-11 | 9,1+08 | 3,6+05 |
| Cs-129 | 1,34 сут | Б | 4,5-11 | 4,4+08 | 1,8+05 |
| Cs-130 | 0,498 час | Б | 8,4-12 | 2,4+09 | 9,5+05 |
| Cs-131 | 9,69 сут | Б | 2,8-11 | 7,1+08 | 2,9+05 |
| Cs-132 | 6,48 сут | Б | 2,4-10 | 8,3+07 | 3,3+04 |
| Cs-134 | 2,06 лет | Б | 6,8-09 | 2,9+06 | 1,2+03 |
| Cs-134m | 2,90 час | Б | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
| Cs-135 | 2,30+06 лет | Б | 7,1-10 | 2,8+07 | 1,1+04 |
| Cs-135m | 0,883 час | Б | 1,3-11 | 1,5+09 | 6,2+05 |
| Cs-136 | 13,1 сут | Б | 1,3-09 | 1,5+07 | 6,2+03 |
| Cs-137 | 30,0 лет | Б | 4,8-09 | 4,2+06 | 1,7+03 |
| Cs-138 | 0,536 час | Б | 2,6-11 | 7,7+08 | 3,1+05 |
| Ba-126 | 1,61 час | Б | 7,8-11 | 2,6+08 | 1,0+05 |
| Ba-128 | 2,43 сут | Б | 8,0-10 | 2,5+07 | 1,0+04 |
| Ba-131 | 11,8 сут | Б | 2,3-10 | 8,7+07 | 3,5+04 |
| Ba-131m | 0,243 час | Б | 4,1-12 | 4,9+09 | 2,0+06 |
| Ba-133 | 10,7 лет | Б | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
| Ba-133m | 1,62 сут | Б | 1,9-10 | 1,1+08 | 4,2+04 |
| Ba-135m | 1,20 сут | Б | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
| Ba-139 | 1,38 час | Б | 3,5-11 | 5,7+08 | 2,3+05 |
| Ba-140 | 12,7 сут | Б | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
| Ba-141 | 0,305 час | Б | 2,2-11 | 9,1+08 | 3,6+05 |
| Ba-142 | 0,177 час | Б | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
| La-131 | 0,983 час | Б | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
|  |  | П | 2,3-11 | 8,7+08 | 3,5+05 |
| La-132 | 4,80 час | Б | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | П | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
| La-135 | 19,5 час | Б | 1,1-11 | 1,8+09 | 7,3+05 |
|  |  | П | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
| La-137 | 6,00+04 лет | Б | 8,6-09 | 2,3+06 | 9,3+02 |
|  |  | П | 3,4-09 | 5,9+06 | 2,4+03 |
| La-138 | 1,35+11 лет | Б | 1,5-07 | 1,3+05 | 5,3+01 |
|  |  | П | 6,1-08 | 3,3+05 | 1,3+02 |
| La-140 | 1,68 сут | Б | 6,0-10 | 3,3+07 | 1,3+04 |
|  |  | П | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| La-141 | 3,93 час | Б | 6,7-11 | 3,0+08 | 1,2+05 |
|  |  | П | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
| La-142 | 1,54 час | Б | 5,6-11 | 3,6+08 | 1,4+05 |
|  |  | П | 9,3-11 | 2,2+08 | 8,6+04 |
| La-143 | 0,237 час | Б | 1,2-11 | 1,7+09 | 6,7+05 |
|  |  | П | 2,2-11 | 9,1+08 | 3,6+05 |
| Ce-134 | 3,00 сут | П | 1,3-09 | 1,5+07 | 6,2+03 |
|  |  | М | 1,3-09 | 1,5+07 | 6,2+03 |
| Ce-135 | 17,6 час | П | 4,9-10 | 4,1+07 | 1,6+04 |
|  |  | М | 5,1-10 | 3,9+07 | 1,6+04 |
| Ce-137 | 9,00 час | П | 1,0-11 | 2,0+09 | 8,0+05 |
|  |  | М | 1,1-11 | 1,8+09 | 7,3+05 |
| Ce-137m | 1,43 сут | П | 4,0-10 | 5,0+07 | 2,0+04 |
|  |  | М | 4,3-10 | 4,7+07 | 1,9+04 |
| Ce-139 | 138 сут | П | 1,6-09 | 1,3+07 | 5,0+03 |
|  |  | М | 1,8-09 | 1,1+07 | 4,4+03 |
| Ce-141 | 32,5 сут | П | 3,1-09 | 6,5+06 | 2,6+03 |
|  |  | М | 3,6-09 | 5,6+06 | 2,2+03 |
| Ce-143 | 1,38 сут | П | 7,4-10 | 2,7+07 | 1,1+04 |
|  |  | М | 8,1-10 | 2,5+07 | 9,9+03 |
| Ce-144 | 284 сут | П | 3,4-08 | 5,9+05 | 2,4+02 |
|  |  | М | 4,9-08 | 4,1+05 | 1,6+02 |
| Pr-136 | 0,218 час | П | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
|  |  | М | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
| Pr-137 | 1,28 час | П | 2,1-11 | 9,5+08 | 3,8+05 |
|  |  | М | 2,2-11 | 9,1+08 | 3,6+05 |
| Pr-138m | 2,10 час | П | 7,6-11 | 2,6+08 | 1,1+05 |
|  |  | М | 7,9-11 | 2,5+08 | 1,0+05 |
| Pr-139 | 4,51 час | П | 1,9-11 | 1,1+09 | 4,2+05 |
|  |  | М | 2,0-11 | 1,0+09 | 4,0+05 |
| Pr-142 | 19,1 час | П | 5,3-10 | 3,8+07 | 1,5+04 |
|  |  | М | 5,6-10 | 3,6+07 | 1,4+04 |
| Pr-142m | 0,243 час | П | 6,7-12 | 3,0+09 | 1,2+06 |
|  |  | М | 7,1-12 | 2,8+09 | 1,1+06 |
| Pr-143 | 13,6 сут | П | 2,1-09 | 9,5+06 | 3,8+03 |
|  |  | М | 2,3-09 | 8,7+06 | 3,5+03 |
| Pr-144 | 0,288 час | П | 1,8-11 | 1,1+09 | 4,4+05 |
|  |  | М | 1,9-11 | 1,1+09 | 4,2+05 |
| Pr-145 | 5,98 час | П | 1,6-10 | 1,3+08 | 5,0+04 |
|  |  | М | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
| Pr-147 | 0,227 час | П | 1,8-11 | 1,1+09 | 4,4+05 |
|  |  | М | 1,9-11 | 1,1+09 | 4,2+05 |
| Nd-136 | 0,844 час | П | 5,3-11 | 3,8+08 | 1,5+05 |
|  |  | М | 5,6-11 | 3,6+08 | 1,4+05 |
| Nd-138 | 5,04 час | П | 2,4-10 | 8,3+07 | 3,3+04 |
|  |  | М | 2,6-10 | 7,7+07 | 3,1+04 |
| Nd-139 | 0,495 час | П | 1,0-11 | 2,0+09 | 8,0+05 |
|  |  | М | 1,1-11 | 1,8+09 | 7,3+05 |
| Nd-139m | 5,50 час | П | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
|  |  | М | 1,6-10 | 1,3+08 | 5,0+04 |
| Nd-141 | 2,49 час | П | 5,1-12 | 3,9+09 | 1,6+06 |
|  |  | М | 5,3-12 | 3,8+09 | 1,5+06 |
| Nd-147 | 11,0 сут | П | 2,0-09 | 1,0+07 | 4,0+03 |
|  |  | М | 2,3-09 | 8,7+06 | 3,5+03 |
| Nd-149 | 1,73 час | П | 8,5-11 | 2,4+08 | 9,4+04 |
|  |  | М | 9,0-11 | 2,2+08 | 8,9+04 |
| Nd-151 | 0,207 час | П | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
|  |  | М | 1,8-11 | 1,1+09 | 4,4+05 |
| Pm-141 | 0,348 час | П | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
|  |  | М | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
| Pm-143 | 265 сут | П | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
|  |  | М | 1,3-09 | 1,5+07 | 6,2+03 |
| Pm-144 | 363 сут | П | 7,8-09 | 2,6+06 | 1,0+03 |
|  |  | М | 7,0-09 | 2,9+06 | 1,1+03 |
| Pm-145 | 17,7 лет | П | 3,4-09 | 5,9+06 | 2,4+03 |
|  |  | М | 2,1-09 | 9,5+06 | 3,8+03 |
| Pm-146 | 5,53 лет | П | 1,9-08 | 1,1+06 | 4,2+02 |
|  |  | М | 1,6-08 | 1,3+06 | 5,0+02 |
| Pm-147 | 2,62 лет | П | 4,7-09 | 4,3+06 | 1,7+03 |
|  |  | М | 4,6-09 | 4,3+06 | 1,7+03 |
| Pm-148 | 5,37 сут | П | 2,0-09 | 1,0+07 | 4,0+03 |
|  |  | М | 2,1-09 | 9,5+06 | 3,8+03 |
| Pm-148m | 41,3 сут | П | 4,9-09 | 4,1+06 | 1,6+03 |
|  |  | М | 5,4-09 | 3,7+06 | 1,5+03 |
| Pm-149 | 2,21 сут | П | 6,6-10 | 3,0+07 | 1,2+04 |
|  |  | М | 7,2-10 | 2,8+07 | 1,1+04 |
| Pm-150 | 2,68 час | П | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
|  |  | М | 1,4-10 | 1,4+08 | 5,7+04 |
| Pm-151 | 1,18 сут | П | 4,2-10 | 4,8+07 | 1,9+04 |
|  |  | М | 4,5-10 | 4,4+07 | 1,8+04 |
| Sm-141 | 0,170 час | П | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
| Sm-141m | 0,377 час | П | 3,4-11 | 5,9+08 | 2,4+05 |
| Sm-142 | 1,21 час | П | 7,4-11 | 2,7+08 | 1,1+05 |
| Sm-145 | 340 сут | П | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
| Sm-146 | 1,03+08 лет | П | 9,9-06 | 2,0+03 | 8,1-01 |
| Sm-151 | 90,0 лет | П | 3,7-09 | 5,4+06 | 2,2+03 |
| Sm-153 | 1,95 сут | П | 6,1-10 | 3,3+07 | 1,3+04 |
| Sm-155 | 0,368 час | П | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
| Sm-156 | 9,40 час | П | 2,1-10 | 9,5+07 | 3,8+04 |
| Eu-145 | 5,94 сут | П | 5,6-10 | 3,6+07 | 1,4+04 |
| Eu-146 | 4,61 сут | П | 8,2-10 | 2,4+07 | 9,8+03 |
| Eu-147 | 24,0 сут | П | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
| Eu-148 | 54,5 сут | П | 2,7-09 | 7,4+06 | 3,0+03 |
| Eu-149 | 93,1 сут | П | 2,7-10 | 7,4+07 | 3,0+04 |
| Eu-150 | 34,2 лет | П | 5,0-08 | 4,0+05 | 1,6+02 |
| Eu-150 | 12,6 час | П | 1,9-10 | 1,1+08 | 4,2+04 |
| Eu-152 | 13,3 лет | П | 3,9-08 | 5,1+05 | 2,1+02 |
| Eu-152m | 9,32 час | П | 2,2-10 | 9,1+07 | 3,6+04 |
| Eu-154 | 8,80 лет | П | 5,0-08 | 4,0+05 | 1,6+02 |
| Eu-155 | 4,96 лет | П | 6,5-09 | 3,1+06 | 1,2+03 |
| Eu-156 | 15,2 сут | П | 3,3-09 | 6,1+06 | 2,4+03 |
| Eu-157 | 15,1 час | П | 3,2-10 | 6,3+07 | 2,5+04 |
| Eu-158 | 0,765 час | П | 4,8-11 | 4,2+08 | 1,7+05 |
| Gd-145 | 0,382 час | Б | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
|  |  | П | 2,1-11 | 9,5+08 | 3,8+05 |
| Gd-146 | 48,3 сут | Б | 4,4-09 | 4,5+06 | 1,8+03 |
|  |  | П | 6,0-09 | 3,3+06 | 1,3+03 |
| Gd-147 | 1,59 сут | Б | 2,7-10 | 7,4+07 | 3,0+04 |
|  |  | П | 4,1-10 | 4,9+07 | 2,0+04 |
| Gd-148 | 93,0 лет | Б | 2,5-05 | 8,0+02 | 3,2-01 |
|  |  | П | 1,1-05 | 1,8+03 | 7,3-01 |
| Gd-149 | 9,40 сут | Б | 2,6-10 | 7,7+07 | 3,1+04 |
|  |  | П | 7,0-10 | 2,9+07 | 1,1+04 |
| Gd-151 | 120 сут | Б | 7,8-10 | 2,6+07 | 1,0+04 |
|  |  | П | 8,1-10 | 2,5+07 | 9,9+03 |
| Gd-152 | 1,08+14 лет | Б | 1,9-05 | 1,1+03 | 4,2-01 |
|  |  | П | 7,4-06 | 2,7+03 | 1,1 |
| Gd-153 | 242 сут | Б | 2,1-09 | 9,5+06 | 3,8+03 |
|  |  | П | 1,9-09 | 1,1+07 | 4,2+03 |
| Gd-159 | 18,6 час | Б | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | П | 2,7-10 | 7,4+07 | 3,0+04 |
| Tb-147 | 1,65 час | П | 7,9-11 | 2,5+08 | 1,0+05 |
| Tb-149 | 4,15 час | П | 4,3-09 | 4,7+06 | 1,9+03 |
| Tb-150 | 3,27 час | П | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
| Tb-151 | 17,6 час | П | 2,3-10 | 8,7+07 | 3,5+04 |
| Tb-153 | 2,34 сут | П | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
| Tb-154 | 21,4 час | П | 3,8-10 | 5,3+07 | 2,1+04 |
| Tb-155 | 5,32 сут | П | 2,1-10 | 9,5+07 | 3,8+04 |
| Tb-156 | 5,34 сут | П | 1,2-09 | 1,7+07 | 6,7+03 |
| Tb-156m | 1,02 сут | П | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
| Tb-156m | 5,00 час | П | 9,2-11 | 2,2+08 | 8,7+04 |
| Tb-157 | 1,50+02 лет | П | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Tb-158 | 1,50+02 лет | П | 4,3-08 | 4,7+05 | 1,9+02 |
| Tb-160 | 72,3 сут | П | 6,6-09 | 3,0+06 | 1,2+03 |
| Tb-161 | 6,91 сут | П | 1,2-09 | 1,7+07 | 6,7+03 |
| Dy-155 | 10,0 час | П | 8,0-11 | 2,5+08 | 1,0+05 |
| Dy-157 | 8,10 час | П | 3,2-11 | 6,3+08 | 2,5+05 |
| Dy-159 | 144 сут | П | 3,5-10 | 5,7+07 | 2,3+04 |
| Dy-165 | 2,33 час | П | 6,1-11 | 3,3+08 | 1,3+05 |
| Dy-166 | 3,40 сут | П | 1,8-09 | 1,1+07 | 4,4+03 |
| Ho-155 | 0,800 час | П | 2,0-11 | 1,0+09 | 4,0+05 |
| Ho-157 | 0,210 час | П | 4,5-12 | 4,4+09 | 1,8+06 |
| Ho-159 | 0,550 час | П | 6,3-12 | 3,2+09 | 1,3+06 |
| Ho-161 | 2,50 час | П | 6,3-12 | 3,2+09 | 1,3+06 |
| Ho-162 | 0,250 час | П | 2,9-12 | 6,9+09 | 2,8+06 |
| Ho-162m | 1,13 час | П | 2,2-11 | 9,1+08 | 3,6+05 |
| Ho-164 | 0,483 час | П | 8,6-12 | 2,3+09 | 9,3+05 |
| Ho-164m | 0,625 час | П | 1,2-11 | 1,7+09 | 6,7+05 |
| Ho-166 | 1,12 сут | П | 6,6-10 | 3,0+07 | 1,2+04 |
| Ho-166m | 1,20+03 лет | П | 1,1-07 | 1,8+05 | 7,3+01 |
| Ho-167 | 3,10 час | П | 7,1-11 | 2,8+08 | 1,1+05 |
| Er-161 | 3,24 час | П | 5,1-11 | 3,9+08 | 1,6+05 |
| Er-165 | 10,4 час | П | 8,3-12 | 2,4+09 | 9,6+05 |
| Er-169 | 9,30 сут | П | 9,8-10 | 2,0+07 | 8,2+03 |
| Er-171 | 7,52 час | П | 2,2-10 | 9,1+07 | 3,6+04 |
| Er-172 | 2,05 сут | П | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Tm-162 | 0,362 час | П | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
| Tm-166 | 7,70 час | П | 1,8-10 | 1,1+08 | 4,4+04 |
| Tm-167 | 9,24 сут | П | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Tm-170 | 129 сут | П | 6,6-09 | 3,0+06 | 1,2+03 |
| Tm-171 | 1,92 лет | П | 1,3-09 | 1,5+07 | 6,2+03 |
| Tm-172 | 2,65 сут | П | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Tm-173 | 8,24 час | П | 1,8-10 | 1,1+08 | 4,4+04 |
| Tm-175 | 0,253 час | П | 1,9-11 | 1,1+09 | 4,2+05 |
| Yb-162 | 0,315 час | П | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
|  |  | М | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
| Yb-166 | 2,36 сут | П | 7,2-10 | 2,8+07 | 1,1+04 |
|  |  | М | 7,6-10 | 2,6+07 | 1,1+04 |
| Yb-167 | 0,292 час | П | 6,5-12 | 3,1+09 | 1,2+06 |
|  |  | М | 6,9-12 | 2,9+09 | 1,2+06 |
| Yb-169 | 32,0 сут | П | 2,4-09 | 8,3+06 | 3,3+03 |
|  |  | М | 2,8-09 | 7,1+06 | 2,9+03 |
| Yb-175 | 4,19 сут | П | 6,3-10 | 3,2+07 | 1,3+04 |
|  |  | М | 7,0-10 | 2,9+07 | 1,1+04 |
| Yb-177 | 1,90 час | П | 6,4-11 | 3,1+08 | 1,3+05 |
|  |  | М | 6,9-11 | 2,9+08 | 1,2+05 |
| Yb-178 | 1,23 час | П | 7,1-11 | 2,8+08 | 1,1+05 |
|  |  | М | 7,6-11 | 2,6+08 | 1,1+05 |
| Lu-169 | 1,42 сут | П | 3,5-10 | 5,7+07 | 2,3+04 |
|  |  | М | 3,8-10 | 5,3+07 | 2,1+04 |
| Lu-170 | 2,00 сут | П | 6,4-10 | 3,1+07 | 1,3+04 |
|  |  | М | 6,7-10 | 3,0+07 | 1,2+04 |
| Lu-171 | 8,22 сут | П | 7,6-10 | 2,6+07 | 1,1+04 |
|  |  | М | 8,3-10 | 2,4+07 | 9,6+03 |
| Lu-172 | 6,70 сут | П | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
|  |  | М | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
| Lu-173 | 1,37 лет | П | 2,0-09 | 1,0+07 | 4,0+03 |
|  |  | М | 2,3-09 | 8,7+06 | 3,5+03 |
| Lu-174 | 3,31 лет | П | 4,0-09 | 5,0+06 | 2,0+03 |
|  |  | М | 3,9-09 | 5,1+06 | 2,1+03 |
| Lu-174m | 142 сут | П | 3,4-09 | 5,9+06 | 2,4+03 |
|  |  | М | 3,8-09 | 5,3+06 | 2,1+03 |
| Lu-176 | 3,60+10 лет | П | 6,6-08 | 3,0+05 | 1,2+02 |
|  |  | М | 5,2-08 | 3,8+05 | 1,5+02 |
| Lu-176m | 3,68 час | П | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | М | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
| Lu-177 | 6,71 сут | П | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
|  |  | М | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Lu-177m | 161 сут | П | 1,2-08 | 1,7+06 | 6,7+02 |
|  |  | М | 1,5-08 | 1,3+06 | 5,3+02 |
| Lu-178 | 0,473 час | П | 2,5-11 | 8,0+08 | 3,2+05 |
|  |  | М | 2,6-11 | 7,7+08 | 3,1+05 |
| Lu-178m | 0,378 час | П | 3,3-11 | 6,1+08 | 2,4+05 |
|  |  | М | 3,5-11 | 5,7+08 | 2,3+05 |
| Lu-179 | 4,59 час | П | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | М | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
| Hf-170 | 16,0 час | Б | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
|  |  | П | 3,2-10 | 6,3+07 | 2,5+04 |
| Hf-172 | 1,87 лет | Б | 3,2-08 | 6,3+05 | 2,5+02 |
|  |  | П | 1,9-08 | 1,1+06 | 4,2+02 |
| Hf-173 | 24,0 час | Б | 7,9-11 | 2,5+08 | 1,0+05 |
|  |  | П | 1,6-10 | 1,3+08 | 5,0+04 |
| Hf-175 | 70,0 сут | Б | 7,2-10 | 2,8+07 | 1,1+04 |
|  |  | П | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Hf-177m | 0,856 час | Б | 4,7-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
|  |  | П | 9,2-11 | 2,2+08 | 8,7+04 |
| Hf-178m | 31,0 лет | Б | 2,6-07 | 7,7+04 | 3,1+01 |
|  |  | П | 1,1-07 | 1,8+05 | 7,3+01 |
| Hf-179m | 25,1 сут | Б | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
|  |  | П | 3,6-09 | 5,6+06 | 2,2+03 |
| Hf-180m | 5,50 час | Б | 6,4-11 | 3,1+08 | 1,3+05 |
|  |  | П | 1,4-10 | 1,4+08 | 5,7+04 |
| Hf-181 | 42,4 сут | Б | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
|  |  | П | 4,7-09 | 4,3+06 | 1,7+03 |
| Hf-182 | 9,00+06 лет | Б | 3,0-07 | 6,7+04 | 2,7+01 |
|  |  | П | 1,2-07 | 1,7+05 | 6,7+01 |
| Hf-182m | 1,02 час | Б | 2,3-11 | 8,7+08 | 3,5+05 |
|  |  | П | 4,7-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
| Hf-183 | 1,07 час | Б | 2,6-11 | 7,7+08 | 3,1+05 |
|  |  | П | 5,8-11 | 3,4+08 | 1,4+05 |
| Hf-184 | 4,12 час | Б | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
|  |  | П | 3,3-10 | 6,1+07 | 2,4+04 |
| Ta-172 | 0,613 час | П | 3,4-11 | 5,9+08 | 2,4+05 |
|  |  | М | 3,6-11 | 5,6+08 | 2,2+05 |
| Ta-173 | 3,65 час | П | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | М | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
| Ta-174 | 1,20 час | П | 4,2-11 | 4,8+08 | 1,9+05 |
|  |  | М | 4,4-11 | 4,5+08 | 1,8+05 |
| Ta-175 | 10,5 час | П | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
|  |  | М | 1,4-10 | 1,4+08 | 5,7+04 |
| Ta-176 | 8,08 час | П | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
|  |  | М | 2,1-10 | 9,5+07 | 3,8+04 |
| Ta-177 | 2,36 сут | П | 9,3-11 | 2,2+08 | 8,6+04 |
|  |  | М | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
| Ta-178 | 2,20 час | П | 6,6-11 | 3,0+08 | 1,2+05 |
|  |  | М | 6,9-11 | 2,9+08 | 1,2+05 |
| Ta-179 | 1,82 лет | П | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
|  |  | М | 5,2-10 | 3,8+07 | 1,5+04 |
| Ta-180 | 1,00+13 лет | П | 6,0-09 | 3,3+06 | 1,3+03 |
|  |  | М | 2,4-08 | 8,3+05 | 3,3+02 |
| Ta-180m | 8,10 час | П | 4,4-11 | 4,5+08 | 1,8+05 |
|  |  | М | 4,7-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
| Ta-182 | 115 сут | П | 7,2-09 | 2,8+06 | 1,1+03 |
|  |  | М | 9,7-09 | 2,1+06 | 8,2+02 |
| Ta-182m | 0,264 час | П | 2,1-11 | 9,5+08 | 3,8+05 |
|  |  | М | 2,2-11 | 9,1+08 | 3,6+05 |
| Ta-183 | 5,10 сут | П | 1,8-09 | 1,1+07 | 4,4+03 |
|  |  | М | 2,0-09 | 1,0+07 | 4,0+03 |
| Ta-184 | 8,70 час | П | 4,1-10 | 4,9+07 | 2,0+04 |
|  |  | М | 4,4-10 | 4,5+07 | 1,8+04 |
| Ta-185 | 0,816 час | П | 4,6-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
|  |  | М | 4,9-11 | 4,1+08 | 1,6+05 |
| Ta-186 | 0,175 час | П | 1,8-11 | 1,1+09 | 4,4+05 |
|  |  | М | 1,9-11 | 1,1+09 | 4,2+05 |
| W-176 | 2,30 час | Б | 4,4-11 | 4,5+08 | 1,8+05 |
| W-177 | 2,25 час | Б | 2,6-11 | 7,7+08 | 3,1+05 |
| W-178 | 21,7 сут | Б | 7,6-11 | 2,6+08 | 1,1+05 |
| W-179 | 0,625 час | Б | 9,9-13 | 2,0+10 | 8,1+06 |
| W-181 | 121 сут | Б | 2,8-11 | 7,1+08 | 2,9+05 |
| W-185 | 75,1 сут | Б | 1,4-10 | 1,4+08 | 5,7+04 |
| W-187 | 23,9 час | Б | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
| W-188 | 69,4 сут | Б | 5,9-10 | 3,4+07 | 1,4+04 |
| Re-177 | 0,233 час | Б | 1,0-11 | 2,0+09 | 8,0+05 |
|  |  | П | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
| Re-178 | 0,220 час | Б | 1,1-11 | 1,8+09 | 7,3+05 |
|  |  | П | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
| Re-181 | 20,0 час | Б | 1,9-10 | 1,1+08 | 4,2+04 |
|  |  | П | 2,5-10 | 8,0+07 | 3,2+04 |
| Re-182 | 2,67 сут | Б | 6,8-10 | 2,9+07 | 1,2+04 |
|  |  | П | 1,3-09 | 1,5+07 | 6,2+03 |
| Re-182 | 12,7 час | Б | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
|  |  | П | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
| Re-184 | 38,0 сут | Б | 4,6-10 | 4,3+07 | 1,7+04 |
|  |  | П | 1,8-09 | 1,1+07 | 4,4+03 |
| Re-184m | 165 сут | Б | 6,1-10 | 3,3+07 | 1,3+04 |
|  |  | П | 6,1-09 | 3,3+06 | 1,3+03 |
| Re-186 | 3,78 сут | Б | 5,3-10 | 3,8+07 | 1,5+04 |
|  |  | П | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Re-186m | 2,00+05 лет | Б | 8,5-10 | 2,4+07 | 9,4+03 |
|  |  | П | 1,1-08 | 1,8+06 | 7,3+02 |
| Re-188 | 17,0 час | Б | 4,7-10 | 4,3+07 | 1,7+04 |
|  |  | П | 5,5-10 | 3,6+07 | 1,5+04 |
| Re-188m | 0,310 час | Б | 1,0-11 | 2,0+09 | 8,0+05 |
|  |  | П | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
| Re-189 | 1,01 сут | Б | 2,7-10 | 7,4+07 | 3,0+04 |
|  |  | П | 4,3-10 | 4,7+07 | 1,9+04 |
| Os-180 | 0,366 час | Б | 8,8-12 | 2,3+09 | 9,1+05 |
|  |  | П | 1,4-11 | 1,4+09 | 5,7+05 |
|  |  | М | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
| Os-181 | 1,75 час | Б | 3,6-11 | 5,6+08 | 2,2+05 |
|  |  | П | 6,3-11 | 3,2+08 | 1,3+05 |
|  |  | М | 6,6-11 | 3,0+08 | 1,2+05 |
| Os-182 | 22,0 час | Б | 1,9-10 | 1,1+08 | 4,2+04 |
|  |  | П | 3,7-10 | 5,4+07 | 2,2+04 |
|  |  | М | 3,9-10 | 5,1+07 | 2,1+04 |
| Os-185 | 94,0 сут | Б | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
|  |  | П | 1,2-09 | 1,7+07 | 6,7+03 |
|  |  | М | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
| Os-189m | 6,00 час | Б | 2,7-12 | 7,4+09 | 3,0+06 |
|  |  | П | 5,1-12 | 3,9+09 | 1,6+06 |
|  |  | М | 5,4-12 | 3,7+09 | 1,5+06 |
| Os-191 | 15,4 сут | Б | 2,5-10 | 8,0+07 | 3,2+04 |
|  |  | П | 1,5-09 | 1,3+07 | 5,3+03 |
|  |  | М | 1,8-09 | 1,1+07 | 4,4+03 |
| Os-191m | 13,0 час | Б | 2,6-11 | 7,7+08 | 3,1+05 |
|  |  | П | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
|  |  | М | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
| Os-193 | 1,25 сут | Б | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
|  |  | П | 4,7-10 | 4,3+07 | 1,7+04 |
|  |  | М | 5,1-10 | 3,9+07 | 1,6+04 |
| Os-194 | 6,00 лет | Б | 1,1-08 | 1,8+06 | 7,3+02 |
|  |  | П | 2,0-08 | 1,0+06 | 4,0+02 |
|  |  | М | 7,9-08 | 2,5+05 | 1,0+02 |
| Ir-182 | 0,250 час | Б | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
|  |  | П | 2,4-11 | 8,3+08 | 3,3+05 |
|  |  | М | 2,5-11 | 8,0+08 | 3,2+05 |
| Ir-184 | 3,02 час | Б | 6,7-11 | 3,0+08 | 1,2+05 |
|  |  | П | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | М | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
| Ir-185 | 14,0 час | Б | 8,8-11 | 2,3+08 | 9,1+04 |
|  |  | П | 1,8-10 | 1,1+08 | 4,4+04 |
|  |  | М | 1,9-10 | 1,1+08 | 4,2+04 |
| Ir-186 | 15,8 час | Б | 1,8-10 | 1,1+08 | 4,4+04 |
|  |  | П | 3,2-10 | 6,3+07 | 2,5+04 |
|  |  | М | 3,3-10 | 6,1+07 | 2,4+04 |
| Ir-186 | 1,75 час | Б | 2,5-11 | 8,0+08 | 3,2+05 |
|  |  | П | 4,3-11 | 4,7+08 | 1,9+05 |
|  |  | М | 4,5-11 | 4,4+08 | 1,8+05 |
| Ir-187 | 10,5 час | Б | 4,0-11 | 5,0+08 | 2,0+05 |
|  |  | П | 7,5-11 | 2,7+08 | 1,1+05 |
|  |  | М | 7,9-11 | 2,5+08 | 1,0+05 |
| Ir-188 | 1,73 сут | Б | 2,6-10 | 7,7+07 | 3,1+04 |
|  |  | П | 4,1-10 | 4,9+07 | 2,0+04 |
|  |  | М | 4,3-10 | 4,7+07 | 1,9+04 |
| Ir-189 | 13,3 сут | Б | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | П | 4,8-10 | 4,2+07 | 1,7+04 |
|  |  | М | 5,5-10 | 3,6+07 | 1,5+04 |
| Ir-190 | 12,1 сут | Б | 7,9-10 | 2,5+07 | 1,0+04 |
|  |  | П | 2,0-09 | 1,0+07 | 4,0+03 |
|  |  | М | 2,3-09 | 8,7+06 | 3,5+03 |
| Ir-190m | 3,10 час | Б | 5,3-11 | 3,8+08 | 1,5+05 |
|  |  | П | 8,3-11 | 2,4+08 | 9,6+04 |
|  |  | М | 8,6-11 | 2,3+08 | 9,3+04 |
| Ir-190m | 1,20 час | Б | 3,7-12 | 5,4+09 | 2,2+06 |
|  |  | П | 9,0-12 | 2,2+09 | 8,9+05 |
|  |  | М | 1,0-11 | 2,0+09 | 8,0+05 |
| Ir-192 | 74,0 сут | Б | 1,8-09 | 1,1+07 | 4,4+03 |
|  |  | П | 4,9-09 | 4,1+06 | 1,6+03 |
|  |  | М | 6,2-09 | 3,2+06 | 1,3+03 |
| Ir-192m | 2,41+02 лет | Б | 4,8-09 | 4,2+06 | 1,7+03 |
|  |  | П | 5,4-09 | 3,7+06 | 1,5+03 |
|  |  | М | 3,6-08 | 5,6+05 | 2,2+02 |
| Ir-193m | 11,9 сут | Б | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
|  |  | П | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
|  |  | М | 1,2-09 | 1,7+07 | 6,7+03 |
| Ir-194 | 19,1 час | Б | 2,2-10 | 9,1+07 | 3,6+04 |
|  |  | П | 5,3-10 | 3,8+07 | 1,5+04 |
|  |  | М | 5,6-10 | 3,6+07 | 1,4+04 |
| Ir-194m | 171 сут | Б | 5,4-09 | 3,7+06 | 1,5+03 |
|  |  | П | 8,5-09 | 2,4+06 | 9,4+02 |
|  |  | М | 1,2-08 | 1,7+06 | 6,7+02 |
| Ir-195 | 2,50 час | Б | 2,6-11 | 7,7+08 | 3,1+05 |
|  |  | П | 6,7-11 | 3,0+08 | 1,2+05 |
|  |  | М | 7,2-11 | 2,8+08 | 1,1+05 |
| Ir-195m | 3,80 час | Б | 6,5-11 | 3,1+08 | 1,2+05 |
|  |  | П | 1,6-10 | 1,3+08 | 5,0+04 |
|  |  | М | 1,7-10 | 1,2+08 | 4,7+04 |
| Pt-186 | 2,00 час | Б | 3,6-11 | 5,6+08 | 2,2+05 |
| Pt-188 | 10,2 сут | Б | 4,3-10 | 4,7+07 | 1,9+04 |
| Pt-189 | 10,9 час | Б | 4,1-11 | 4,9+08 | 2,0+05 |
| Pt-191 | 2,80 сут | Б | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
| Pt-193 | 50,0 лет | Б | 2,1-11 | 9,5+08 | 3,8+05 |
| Pt-193m | 4,33 сут | Б | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
| Pt-195m | 4,02 сут | Б | 1,9-10 | 1,1+08 | 4,2+04 |
| Pt-197 | 18,3 час | Б | 9,1-11 | 2,2+08 | 8,8+04 |
| Pt-197m | 1,57 час | Б | 2,5-11 | 8,0+08 | 3,2+05 |
| Pt-199 | 0,513 час | Б | 1,3-11 | 1,5+09 | 6,2+05 |
| Pt-200 | 12,5 час | Б | 2,4-10 | 8,3+07 | 3,3+04 |
| Au-193 | 17,6 час | Б | 3,9-11 | 5,1+08 | 2,1+05 |
|  |  | П | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | М | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
| Au-194 | 1,64 сут | Б | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
|  |  | П | 2,4-10 | 8,3+07 | 3,3+04 |
|  |  | М | 2,5-10 | 8,0+07 | 3,2+04 |
| Au-195 | 183 сут | Б | 7,1-11 | 2,8+08 | 1,1+05 |
|  |  | П | 1,0-09 | 2,0+07 | 8,0+03 |
|  |  | М | 1,6-09 | 1,3+07 | 5,0+03 |
| Au-198 | 2,69 сут | Б | 2,3-10 | 8,7+07 | 3,5+04 |
|  |  | П | 7,6-10 | 2,6+07 | 1,1+04 |
|  |  | М | 8,4-10 | 2,4+07 | 9,5+03 |
| Au-198m | 2,30 сут | Б | 3,4-10 | 5,9+07 | 2,4+04 |
|  |  | П | 1,7-09 | 1,2+07 | 4,7+03 |
|  |  | М | 1,9-09 | 1,1+07 | 4,2+03 |
| Au-199 | 3,14 сут | Б | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | П | 6,8-10 | 2,9+07 | 1,2+04 |
|  |  | М | 7,5-10 | 2,7+07 | 1,1+04 |
| Au-200 | 0,807 час | Б | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
|  |  | П | 3,5-11 | 5,7+08 | 2,3+05 |
|  |  | М | 3,6-11 | 5,6+08 | 2,2+05 |
| Au-200m | 18,7 час | Б | 3,2-10 | 6,3+07 | 2,5+04 |
|  |  | П | 6,9-10 | 2,9+07 | 1,2+04 |
|  |  | М | 7,3-10 | 2,7+07 | 1,1+04 |
| Au-201 | 0,440 час | Б | 9,2-12 | 2,2+09 | 8,7+05 |
|  |  | П | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
|  |  | М | 1,8-11 | 1,1+09 | 4,4+05 |
| Hg-193 | 3,50 час | Б (ор) | 2,6-11 | 7,7+08 | 3,1+05 |
|  |  | Б (но) | 2,8-11 | 7,1+08 | 2,9+05 |
|  |  | П (но) | 7,5-11 | 2,7+08 | 1,1+05 |
|  |  | Г | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
| Hg-193m | 11,1 час | Б (ор) | 1,1-10 | 1,8+08 | 7,3+04 |
|  |  | Б (но) | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
|  |  | П (но) | 2,6-10 | 7,7+07 | 3,1+04 |
|  |  | Г | 3,1-09 | 6,5+06 | 2,6+03 |
| Hg-194 | 2,60+02 лет | Б (ор) | 1,5-08 | 1,3+06 | 5,3+02 |
|  |  | Б (но) | 1,3-08 | 1,5+06 | 6,2+02 |
|  |  | П (но) | 7,8-09 | 2,6+06 | 1,0+03 |
|  |  | Г | 4,0-08 | 5,0+05 | 2,0+02 |
| Hg-195 | 9,90 час | Б (ор) | 2,4-11 | 8,3+08 | 3,3+05 |
|  |  | Б (но) | 2,7-11 | 7,4+08 | 3,0+05 |
|  |  | П (но) | 7,2-11 | 2,8+08 | 1,1+05 |
|  |  | Г | 1,4-09 | 1,4+07 | 5,7+03 |
| Hg-195m | 1,73 сут | Б (ор) | 1,3-10 | 1,5+08 | 6,2+04 |
|  |  | Б (но) | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
|  |  | П (но) | 5,1-10 | 3,9+07 | 1,6+04 |
|  |  | Г | 8,2-09 | 2,4+06 | 9,8+02 |
| Hg-197 | 2,67 сут | Б (ор) | 5,0-11 | 4,0+08 | 1,6+05 |
|  |  | Б (но) | 6,0-11 | 3,3+08 | 1,3+05 |
|  |  | П (но) | 2,9-10 | 6,9+07 | 2,8+04 |
|  |  | Г | 4,4-09 | 4,5+06 | 1,8+03 |
| Hg-197m | 23,8 час | Б (ор) | 1,0-10 | 2,0+08 | 8,0+04 |
|  |  | Б (но) | 1,2-10 | 1,7+08 | 6,7+04 |
|  |  | П (но) | 5,1-10 | 3,9+07 | 1,6+04 |
|  |  | Г | 5,8-09 | 3,4+06 | 1,4+03 |
| Hg-199m | 0,710 час | Б (ор) | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
|  |  | Б (но) | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
|  |  | П (но) | 3,3-11 | 6,1+08 | 2,4+05 |
|  |  | Г | 1,8-10 | 1,1+08 | 4,4+04 |
| Hg-203 | 46,6 сут | Б (ор) | 5,7-10 | 3,5+07 | 1,4+04 |
|  |  | Б (но) | 4,7-10 | 4,3+07 | 1,7+04 |
|  |  | П (но) | 2,3-09 | 8,7+06 | 3,5+03 |
|  |  | Г | 7,0-09 | 2,9+06 | 1,1+03 |
| Tl-194 | 0,550 час | Б | 4,8-12 | 4,2+09 | 1,7+06 |
| Tl-194m | 0,546 час | Б | 2,0-11 | 1,0+09 | 4,0+05 |
| Tl-195 | 1,16 час | Б | 1,6-11 | 1,3+09 | 5,0+05 |
| Tl-197 | 2,84 час | Б | 1,5-11 | 1,3+09 | 5,3+05 |
| Tl-198 | 5,30 час | Б | 6,6-11 | 3,0+08 | 1,2+05 |
| Tl-198m | 1,87 час | Б | 4,0-11 | 5,0+08 | 2,0+05 |
| Tl-199 | 7,42 час | Б | 2,0-11 | 1,0+09 | 4,0+05 |
| Tl-200 | 1,09 сут | Б | 1,4-10 | 1,4+08 | 5,7+04 |
| Tl-201 | 3,04 сут | Б | 4,7-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
| Tl-202 | 12,2 сут | Б | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
| Tl-204 | 3,78 лет | Б | 4,4-10 | 4,5+07 | 1,8+04 |
| Pb-195m | 0,263 час | Б | 1,7-11 | 1,2+09 | 4,7+05 |
| Pb-198 | 2,40 час | Б | 4,7-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
| Pb-199 | 1,50 час | Б | 2,6-11 | 7,7+08 | 3,1+05 |
| Pb-200 | 21,5 час | Б | 1,5-10 | 1,3+08 | 5,3+04 |
| Pb-201 | 9,40 час | Б | 6,5-11 | 3,1+08 | 1,2+05 |
| Pb-202 | 3,00+05 лет | Б | 1,1-08 | 1,8+06 | 7,3+02 |
| Pb-202m | 3,62 час | Б | 6,7-11 | 3,0+08 | 1,2+05 |
| Pb-203 | 2,17 сут | Б | 9,1-11 | 2,2+08 | 8,8+04 |
| Pb-205 | 1,43+07 лет | Б | 3,4-10 | 5,9+07 | 2,4+04 |
| Pb-209 | 3,25 час | Б | 1,8-11 | 1,1+09 | 4,4+05 |
| Pb-210 | 22,3 лет | Б | 8,9-07 | 2,2+04 | 9,0 |
| Pb-211 | 0,601 час | Б | 3,9-09 | 5,1+06 | 2,1+03 |
| Pb-212 | 10,6 час | Б | 1,9-08 | 1,1+06 | 4,2+02 |
| Pb-214 | 0,447 час | Б | 2,9-09 | 6,9+06 | 2,8+03 |
| Bi-200 | 0,606 час | Б | 2,4-11 | 8,3+08 | 3,3+05 |
|  |  | П | 3,4-11 | 5,9+08 | 2,4+05 |
| Bi-201 | 1,80 час | Б | 4,7-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
|  |  | П | 7,0-11 | 2,9+08 | 1,1+05 |
| Bi-202 | 1,67 час | Б | 4,6-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
|  |  | П | 5,8-11 | 3,4+08 | 1,4+05 |
| Bi-203 | 11,8 час | Б | 2,0-10 | 1,0+08 | 4,0+04 |
|  |  | П | 2,8-10 | 7,1+07 | 2,9+04 |
| Bi-205 | 15,3 сут | Б | 4,0-10 | 5,0+07 | 2,0+04 |
|  |  | П | 9,2-10 | 2,2+07 | 8,7+03 |
| Bi-206 | 6,24 сут | Б | 7,9-10 | 2,5+07 | 1,0+04 |
|  |  | П | 1,7-09 | 1,2+07 | 4,7+03 |
| Bi-207 | 38,0 лет | Б | 5,2-10 | 3,8+07 | 1,5+04 |
|  |  | П | 5,2-09 | 3,8+06 | 1,5+03 |
| Bi-210 | 5,01 сут | Б | 1,1-09 | 1,8+07 | 7,3+03 |
|  |  | П | 8,4-08 | 2,4+05 | 9,5+01 |
| Bi-210m | 3,00+06 лет | Б | 4,5-08 | 4,4+05 | 1,8+02 |
|  |  | П | 3,1-06 | 6,5+03 | 2,6 |
| Bi-212 | 1,01 час | Б | 9,3-09 | 2,2+06 | 8,6+02 |
|  |  | П | 3,0-08 | 6,7+05 | 2,7+02 |
| Bi-213 | 0,761 час | Б | 1,1-08 | 1,8+06 | 7,3+02 |
|  |  | П | 2,9-08 | 6,9+05 | 2,8+02 |
| Bi-214 | 0,332 час | Б | 7,2-09 | 2,8+06 | 1,1+03 |
|  |  | П | 1,4-08 | 1,4+06 | 5,7+02 |
| Po-203 | 0,612 час | Б | 2,5-11 | 8,0+08 | 3,2+05 |
|  |  | П | 3,6-11 | 5,6+08 | 2,2+05 |
| Po-205 | 1,80 час | Б | 3,5-11 | 5,7+08 | 2,3+05 |
|  |  | П | 6,4-11 | 3,1+08 | 1,3+05 |
| Po-207 | 5,83 час | Б | 6,3-11 | 3,2+08 | 1,3+05 |
|  |  | П | 8,4-11 | 2,4+08 | 9,5+04 |
| Po-210 | 138 сут | Б | 6,0-07 | 3,3+04 | 1,3+01 |
|  |  | П | 3,0-06 | 6,7+03 | 2,7 |
| At-207 | 1,80 час | Б | 3,5-10 | 5,7+07 | 2,3+04 |
|  |  | П | 2,1-09 | 9,5+06 | 3,8+03 |
| At-211 | 7,21 час | Б | 1,6-08 | 1,3+06 | 5,0+02 |
|  |  | П | 9,8-08 | 2,0+05 | 8,2+01 |
| Fr-222 | 0,240 час | Б | 1,4-08 | 1,4+06 | 5,7+02 |
| Fr-223 | 0,363 час | Б | 9,1-10 | 2,2+07 | 8,8+03 |
| Ra-223 | 11,4 сут | П | 6,9-06 | 2,9+03 | 1,2 |
| Ra-224 | 3,66 сут | П | 2,9-06 | 6,9+03 | 2,8 |
| Ra-225 | 14,8 сут | П | 5,8-06 | 3,4+03 | 1,4 |
| Ra-226 | 1,60+03 лет | П | 3,2-06 | 6,3+03 | 2,5 |
| Ra-227 | 0,703 час | П | 2,8-10 | 7,1+07 | 2,9+04 |
| Ra-228 | 5,75 лет | П | 2,6-06 | 7,7+03 | 3,1 |
| Ac-224 | 2,90 час | Б | 1,1-08 | 1,8+06 | 7,3+02 |
|  |  | П | 1,0-07 | 2,0+05 | 8,0+01 |
|  |  | М | 1,2-07 | 1,7+05 | 6,7+01 |
| Ac-225 | 10,0 сут | Б | 8,7-07 | 2,3+04 | 9,2 |
|  |  | П | 6,9-06 | 2,9+03 | 1,2 |
|  |  | М | 7,9-06 | 2,5+03 | 1,0 |
| Ac-226 | 1,21 сут | Б | 9,5-08 | 2,1+05 | 8,4+01 |
|  |  | П | 1,1-06 | 1,8+04 | 7,3 |
|  |  | М | 1,2-06 | 1,7+04 | 6,7 |
| Ac-227 | 21,8 лет | Б | 5,4-04 | 3,7+01 | 1,5-02 |
|  |  | П | 2,1-04 | 9,5+01 | 3,8-02 |
|  |  | М | 6,6-05 | 3,0+02 | 1,2-01 |
| Ac-228 | 6,13 час | Б | 2,5-08 | 8,0+05 | 3,2+02 |
|  |  | П | 1,6-08 | 1,3+06 | 5,0+02 |
|  |  | М | 1,4-08 | 1,4+06 | 5,7+02 |
| Th-226 | 0,515 час | П | 5,5-08 | 3,6+05 | 1,5+02 |
|  |  | М | 5,9-08 | 3,4+05 | 1,4+02 |
| Th-227 | 18,7 сут | П | 7,8-06 | 2,6+03 | 1,0 |
|  |  | М | 9,6-06 | 2,1+03 | 8,3-01 |
| Th-228 | 1,91 лет | П | 3,1-05 | 6,5+02 | 2,6-01 |
|  |  | М | 3,9-05 | 5,1+02 | 2,1-01 |
| Th-229 | 7,34+03 лет | П | 9,9-05 | 2,0+02 | 8,1-02 |
|  |  | М | 6,5-05 | 3,1+02 | 1,2-01 |
| Th-230 | 7,70+04 лет | П | 4,0-05 | 5,0+02 | 2,0-01 |
|  |  | М | 1,3-05 | 1,5+03 | 6,2-01 |
| Th-231 | 1,06 сут | П | 2,9-10 | 6,9+07 | 2,8+04 |
|  |  | М | 3,2-10 | 6,3+07 | 2,5+04 |
| Th-232 | 1,40+10 лет | П | 4,2-05 | 4,8+02 | 1,9-01 |
|  |  | М | 2,3-05 | 8,7+02 | 3,5-01 |
| Th-234 | 24,1 сут | П | 6,3-09 | 3,2+06 | 1,3+03 |
|  |  | М | 7,3-09 | 2,7+06 | 1,1+03 |
| Pa-227 | 0,638 час | П | 7,0-08 | 2,9+05 | 1,1+02 |
|  |  | М | 7,6-08 | 2,6+05 | 1,1+02 |
| Pa-228 | 22,0 час | П | 5,9-08 | 3,4+05 | 1,4+02 |
|  |  | М | 6,9-08 | 2,9+05 | 1,2+02 |
| Pa-230 | 17,4 сут | П | 5,6-07 | 3,6+04 | 1,4+01 |
|  |  | М | 7,1-07 | 2,8+04 | 1,1+01 |
| Pa-231 | 3,27+04 лет | П | 1,3-04 | 1,5+02 | 6,2-02 |
|  |  | М | 3,2-05 | 6,3+02 | 2,5-01 |
| Pa-232 | 1,31 сут | П | 9,5-09 | 2,1+06 | 8,4+02 |
|  |  | М | 3,2-09 | 6,3+06 | 2,5+03 |
| Pa-233 | 27,0 сут | П | 3,1-09 | 6,5+06 | 2,6+03 |
|  |  | М | 3,7-09 | 5,4+06 | 2,2+03 |
| Pa-234 | 6,70 час | П | 3,8-10 | 5,3+07 | 2,1+04 |
|  |  | М | 4,0-10 | 5,0+07 | 2,0+04 |
| U-230 | 20,8 сут | Б | 3,6-07 | 5,6+04 | 2,2+01 |
|  |  | П | 1,2-05 | 1,7+03 | 6,7-01 |
|  |  | М | 1,5-05 | 1,3+03 | 5,3-01 |
| U-231 | 4,20 сут | Б | 8,3-11 | 2,4+08 | 9,6+04 |
|  |  | П | 3,4-10 | 5,9+07 | 2,4+04 |
|  |  | М | 3,7-10 | 5,4+07 | 2,2+04 |
| U-232 | 72,0 лет | Б | 4,0-06 | 5,0+03 | 2,0 |
|  |  | П | 7,2-06 | 2,8+03 | 1,1 |
|  |  | М | 3,5-05 | 5,7+02 | 2,3-01 |
| U-233 | 1,58+05 лет | Б | 5,7-07 | 3,5+04 | 1,4+01 |
|  |  | П | 3,2-06 | 6,3+03 | 2,5 |
|  |  | М | 8,7-06 | 2,3+03 | 9,2-01 |
| U-234 | 2,44+05 лет | Б | 5,5-07 | 3,6+04 | 1,5+01 |
|  |  | П | 3,1-06 | 6,5+03 | 2,6 |
|  |  | М | 8,5-06 | 2,4+03 | 9,4-01 |
| U-235 | 7,04+08 лет | Б | 5,1-07 | 2,7+044) | 1,1+014) |
|  |  | П | 2,8-06 | 7,1+03 | 2,9 |
|  |  | М | 7,7-06 | 2,6+03 | 1,0 |
| U-236 | 2,34+07 лет | Б | 5,2-07 | 3,8+04 | 1,5+01 |
|  |  | П | 2,9-06 | 6,9+03 | 2,8 |
|  |  | М | 7,9-06 | 2,5+03 | 1,0 |
| U-237 | 6,75 сут | Б | 1,9-10 | 1,1+08 | 4,2+04 |
|  |  | П | 1,6-09 | 1,3+07 | 5,0+03 |
|  |  | М | 1,8-09 | 1,1+07 | 4,4+03 |
| U-238 | 4,47+09 лет | Б | 4,9-07 | 6,0+034) | 2,44) |
|  |  | П | 2,6-06 | 6,0+034) | 2,44) |
|  |  | М | 7,3-06 | 2,7+03 | 1,1 |
| U-239 | 0,392 час | Б | 1,1-11 | 1,8+09 | 7,3+05 |
|  |  | П | 2,3-11 | 8,7+08 | 3,5+05 |
|  |  | М | 2,4-11 | 8,3+08 | 3,3+05 |
| U-240 | 14,1 час | Б | 2,1-10 | 9,5+07 | 3,8+04 |
|  |  | П | 5,3-10 | 3,8+07 | 1,5+04 |
|  |  | М | 5,7-10 | 3,5+07 | 1,4+04 |
| Np-232 | 0,245 час | П | 4,7-11 | 4,3+08 | 1,7+05 |
| Np-233 | 0,603 час | П | 1,7-12 | 1,2+10 | 4,7+06 |
| Np-234 | 4,40 сут | П | 5,4-10 | 3,7+07 | 1,5+04 |
| Np-235 | 1,08 лет | П | 4,0-10 | 5,0+07 | 2,0+04 |
| Np-236 | 1,15+05 лет | П | 3,0-06 | 6,7+03 | 2,7 |
| Np-236 | 22,5 час | П | 5,0-09 | 4,0+06 | 1,6+03 |
| Np-237 | 2,14+06 лет | П | 2,1-05 | 9,5+02 | 3,8-01 |
| Np-238 | 2,12 сут | П | 2,0-09 | 1,0+07 | 4,0+03 |
| Np-239 | 2,36 сут | П | 9,0-10 | 2,2+07 | 8,9+03 |
| Np-240 | 1,08 час | П | 8,7-11 | 2,3+08 | 9,2+04 |
| Pu-234 | 8,80 час | П | 1,9-08 | 1,1+06 | 4,2+02 |
|  |  | М | 2,2-08 | 9,1+05 | 3,6+02 |
| Pu-235 | 0,422 час | П | 1,5-12 | 1,3+10 | 5,3+06 |
|  |  | М | 1,6-12 | 1,2+10 | 5,0+06 |
| Pu-236 | 2,85 лет | П | 1,8-05 | 1,1+03 | 4,4-01 |
|  |  | М | 9,6-06 | 2,1+03 | 8,3-01 |
| Pu-237 | 45,3 сут | П | 3,3-10 | 6,1+07 | 2,4+04 |
|  |  | М | 3,6-10 | 5,6+07 | 2,2+04 |
| Pu-238 | 87,7 лет | П | 4,3-05 | 8,9+011) | 3,7-021) |
|  |  | М | 1,5-05 | 1,3+03 | 5,3-01 |
| Pu-239 | 2,41+04 лет | П | 4,7-05 | 7,8+011) | 3,2-021) |
|  |  | М | 1,5-05 | 1,3+03 | 5,3-01 |
| Pu-240 | 6,54+03 лет | П | 4,7-05 | 7,8+011) | 3,2-021) |
|  |  | М | 1,5-05 | 1,3+03 | 5,3-01 |
| Pu-241 | 14,4 лет | П | 8,5-07 | 4,1+033) | 1,73) |
|  |  | М | 1,6-07 | 1,3+05 | 5,0+01 |
| Pu-242 | 3,76+05 лет | П | 4,4-05 | 7,4+013) | 3,1-023) |
|  |  | М | 1,4-05 | 1,4+03 | 5,7-01 |
| Pu-243 | 4,95 час | П | 8,2-11 | 1,6+083) | 6,8+043) |
|  |  | М | 8,5-11 | 2,0+083) | 8,5+043) |
| Pu-244 | 8,26+07 лет | П | 4,4-05 | 1,5+023) | 6,3-023) |
|  |  | М | 1,3-05 | 1,5+03 | 6,2-01 |
| Pu-245 | 10,5 час | П | 4,5-10 | 4,4+07 | 1,8+04 |
|  |  | М | 4,8-10 | 4,2+07 | 1,7+04 |
| Pu-246 | 10,9 сут | П | 7,0-09 | 2,9+06 | 1,1+03 |
|  |  | М | 7,6-09 | 2,6+06 | 1,1+03 |
| Am-237 | 1,22 час | П | 2,5-11 | 8,0+08 | 3,2+05 |
| Am-238 | 1,63 час | П | 8,5-11 | 2,4+08 | 9,4+04 |
| Am-239 | 11,9 час | П | 2,2-10 | 9,1+07 | 3,6+04 |
| Am-240 | 2,12 сут | П | 4,4-10 | 4,5+07 | 1,8+04 |
| Am-241 | 4,32+02 лет | П | 3,9-05 | 5,1+02 | 2,1-01 |
| Am-242 | 16,0 час | П | 1,6-08 | 1,3+06 | 5,0+02 |
| Am-242m | 1,52+02 лет | П | 3,5-05 | 5,7+02 | 2,3-01 |
| Am-243 | 7,38+03 лет | П | 3,9-05 | 5,1+02 | 2,1-01 |
| Am-244 | 10,1 час | П | 1,9-09 | 1,1+07 | 4,2+03 |
| Am-244m | 0,433 час | П | 7,9-11 | 2,5+08 | 1,0+05 |
| Am-245 | 2,05 час | П | 5,3-11 | 3,8+08 | 1,5+05 |
| Am-246 | 0,650 час | П | 6,8-11 | 2,9+08 | 1,2+05 |
| Am-246m | 0,417 час | П | 2,3-11 | 8,7+08 | 3,5+05 |
| Cm-238 | 2,40 час | П | 4,1-09 | 4,9+06 | 2,0+03 |
| Cm-240 | 27,0 сут | П | 2,9-06 | 6,9+03 | 2,8 |
| Cm-241 | 32,8 сут | П | 3,4-08 | 5,9+05 | 2,4+02 |
| Cm-242 | 163 сут | П | 4,8-06 | 4,2+03 | 1,7 |
| Cm-243 | 28,5 лет | П | 2,9-05 | 6,9+02 | 2,8-01 |
| Cm-244 | 18,1 лет | П | 2,5-05 | 8,0+02 | 3,2-01 |
| Cm-245 | 8,50+03 лет | П | 4,0-05 | 5,0+02 | 2,0-01 |
| Cm-246 | 4,73+03 лет | П | 4,0-05 | 5,0+02 | 2,0-01 |
| Cm-247 | 1,56+07 лет | П | 3,6-05 | 5,6+02 | 2,2-01 |
| Cm-248 | 3,39+05 лет | П | 1,4-04 | 1,4+02 | 5,7-02 |
| Cm-249 | 1,07 час | П | 3,2-11 | 6,3+08 | 2,5+05 |
| Cm-250 | 6,90+03 лет | П | 7,9-04 | 2,5+01 | 1,0-02 |
| Bk-245 | 4,94 сут | П | 2,0-09 | 1,0+07 | 4,0+03 |
| Bk-246 | 1,83 сут | П | 3,4-10 | 5,9+07 | 2,4+04 |
| Bk-247 | 1,38+03 лет | П | 6,5-05 | 3,1+02 | 1,2-01 |
| Bk-249 | 320 сут | П | 1,5-07 | 1,3+05 | 5,3+01 |
| Bk-250 | 3,22 час | П | 9,6-10 | 2,1+07 | 8,3+03 |
| Cf-244 | 0,323 час | П | 1,3-08 | 1,5+06 | 6,2+02 |
| Cf-246 | 1,49 сут | П | 4,2-07 | 4,8+04 | 1,9+01 |
| Cf-248 | 334 сут | П | 8,2-06 | 2,4+03 | 9,8-01 |
| Cf-249 | 3,50+02 лет | П | 6,6-05 | 3,0+02 | 1,2-01 |
| Cf-250 | 13,1 лет | П | 3,2-05 | 6,3+02 | 2,5-01 |
| Cf-251 | 8,98+02 лет | П | 6,7-05 | 3,0+02 | 1,2-01 |
| Cf-252 | 2,64 лет | П | 1,8-05 | 1,1+03 | 4,4-01 |
| Cf-253 | 17,8 сут | П | 1,2-06 | 1,7+04 | 6,7 |
| Cf-254 | 60,5 сут | П | 3,7-05 | 5,4+02 | 2,2-01 |
| Es-250 | 2,10 час | П | 5,9-10 | 3,4+07 | 1,4+04 |
| Es-251 | 1,38 сут | П | 2,0-09 | 1,0+07 | 4,0+03 |
| Es-253 | 20,5 сут | П | 2,5-06 | 8,0+03 | 3,2 |
| Es-254 | 276 сут | П | 8,0-06 | 2,5+03 | 1,0 |
| Es-254m | 1,64 сут | П | 4,4-07 | 4,5+04 | 1,8+01 |
| Fm-252 | 22,7 час | П | 3,0-07 | 6,7+04 | 2,7+01 |
| Fm-253 | 3,00 сут | П | 3,7-07 | 5,4+04 | 2,2+01 |
| Fm-254 | 3,24 час | П | 5,6-08 | 3,6+05 | 1,4+02 |
| Fm-255 | 20,1 час | П | 2,5-07 | 8,0+04 | 3,2+01 |
| Fm-257 | 101 сут | П | 6,6-06 | 3,0+03 | 1,2 |
| Md-257 | 5,20 час | П | 2,3-08 | 8,7+05 | 3,5+02 |
| Md-258 | 55,0 сут | П | 5,5-06 | 3,6+03 | 1,5 |

1 Расшифровка типов соединений приведена в приложении 3

2 При поступлении изотопа 40K дополнительно к природной смеси изотопов калия.

3 Сохранены значения ПГПперс и ДОАперс, приведенные в НРБ-76/87, в связи с достигнутым уровнем безопасности на предприятиях России. Эти значения ниже, чем значения, полученные с использованием дозовых коэффициентов из данного приложения

4 Соответствует годовому пределу поступления урана, равного 500 мг в год и величина которого определяется химической токсичностью соединений урана.

**Приложение 2**

**к НРБ-99/2020**

**Значения дозовых коэффициентов, пределов годового поступления с воздухом и пищей и допустимой объемной активности во вдыхаемом воздухе отдельных радионуклидов для критических групп населения**1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радио-нук­лид | | Период полураспада | | Поступление с воздухом | | | | | | | | | | Поступление с пищей | | | | | | | |
| Крити-ческая группа2) | | | | Дозовый коэффи-циент, | | Предел годового поступ-ления, | | Допустимая среднего-довая объемная актив­ность, | | Крити-ческая группа 2) | | | | Дозо­вый коэф­фи­циент, | | Пре­дел годового поступ­ления, | |
| РН | | Т1/2 | | КГ | | | | , Зв/Бк | | ,  Бк в год | | ,  Бк/м3 | | КГ | | | | , Зв/Бк | | , Бк в год | |
| H-3 | | 12,3 лет | |  | | #2 | | 2,7-10 | | 3,7+6 | | 1,9+3 | | 3) | | #2 | | 4,8-11 | | 2,1+7 | |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | 4) | | #2 | | 1,2-10 | | 8,3+6 | |
| Be-7 | | 53,3 сут | |  | | #4 | | 9,6-11 | | 1,0+7 | | 2,0+3 | |  | | #2 | | 1,3-10 | | 7,7+6 | |
| Be-10 | | 1,60+6 лет | |  | | #6 | | 3,5-8 | | 2,9+4 | | 3,5 | |  | | #2 | | 8,0-9 | | 1,3+5 | |
| C-14 | | 5,73+3 лет | |  | | #5 | | 2,5-9 | | 4,0+5 | | 5,5+1 | |  | | #2 | | 1,6-9 | | 6,3+5 | |
| Na-22 | | 2,60 лет | |  | | #2 | | 7,3-9 | | 1,4+5 | | 7,2+1 | |  | | #2 | | 1,5-8 | | 6,7+4 | |
| Na-24 | | 15.0 час | |  | | #2 | | 1,8-9 | | 5,6+5 | | 2,9+2 | |  | | #2 | | 2,1-8 | | 4,8+4 | |
| Al-26 | | 7,16+5 лет | |  | | #6 | | 2,0-8 | | 5,0+4 | | 6,2 | |  | | #2 | | 2,1-8 | | 4,8+4 | |
| Si-32 | | 4,50+2 лет | |  | | #6 | | 1,1-7 | | 9,1+3 | | 1,1 | |  | | #2 | | 4,1-9 | | 2,4+5 | |
| P-32 | | 14,3 сут | |  | | #5 | | 4,0-9 | | 2,5+5 | | 3,4+1 | |  | | #2 | | 1,9-8 | | 5,3+4 | |
| P-33 | | 25,4 сут | |  | | #5 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | | 7,2+1 | |  | | #2 | | 1,8-9 | | 5,6+5 | |
| S-35 | | 87,4 сут | |  | | #5 | | 1,8-9 | | 5,6+5 | | 7,6+1 | | 5) | | #2 | | 8,7-10 | | 1,1+6 | |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | 6) | | #2 | | 5,4-9 | | 1,9+5 | |
| Cl-36 | | 3,01+5 лет | |  | | #5 | | 8,8-9 | | 1,1+5 | | 1,6+1 | |  | | #2 | | 6,3-9 | | 1,6+5 | |
| K-407) | | 1,28+9 лет | |  | | #2 | | 1,7-8 | | 5,9+4 | | 3,1+1 | |  | | #2 | | 4,2-8 | | 2,4+4 | |
| Ca-41 | | 1,40+5 лет | |  | | #5 | | 3,3-10 | | 3,0+6 | | 4,2+2 | |  | | #5 | | 5,0-10 | | 2,0+6 | |
| Ca-45 | | 163 сут | |  | | #5 | | 4,6-9 | | 2,2+5 | | 3,0+1 | |  | | #2 | | 4,9-9 | | 2,0+5 | |
| Ca-47 | | 4,53 сут | |  | | #5 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | | 5,3+1 | |  | | #2 | | 9,3-9 | | 1,1+5 | |
| Sc-44m | | 2,44 сут | |  | | #2 | | 8,4-9 | | 1,2+5 | | 6,3+1 | |  | | #2 | | 1,6-8 | | 6,3+4 | |
| Sc-46 | | 83,8 сут | |  | | #5 | | 8,4-9 | | 1,2+5 | | 1,6+1 | |  | | #2 | | 7,9-9 | | 1,3+5 | |
| Sc-47 | | 3,35 сут | |  | | #5 | | 9,2-10 | | 1,1+6 | | 1,5+2 | |  | | #2 | | 3,9-9 | | 2,6+5 | |
| Sc-48 | | 1,82 сут | |  | | #2 | | 5,9-9 | | 1,7+5 | | 8,9+1 | |  | | #2 | | 9,3-9 | | 1,1+5 | |
| Ti-44 | | 47,3 лет | |  | | #6 | | 1,2-7 | | 8,3+3 | | 1,0 | |  | | #2 | | 3,1-8 | | 3,2+4 | |
| V-48 | | 16,2 сут | |  | | #4 | | 4,3-9 | | 2,3+5 | | 4,5+1 | |  | | #2 | | 1,1-8 | | 9,1+4 | |
| V-49 | | 330 сут | |  | | #2 | | 2,1-10 | | 4,8+6 | | 2,5+3 | |  | | #2 | | 1,4-10 | | 7,1+6 | |
| Cr-51 | | 27,7 сут | |  | | #2 | | 2,1-10 | | 4,8+6 | | 2,5+3 | |  | | #2 | | 2,3-10 | | 4,3+6 | |
| Mn-52 | | 5,59 сут | |  | | #2 | | 6,8-9 | | 1,5+5 | | 7,7+1 | |  | | #2 | | 8,8-9 | | 1,1+5 | |
| Mn-53 | | 3,70+6 лет | |  | | #2 | | 3,4-10 | | 2,9+6 | | 1,5+3 | |  | | #2 | | 2,2-10 | | 4,5+6 | |
| Mn-54 | | 312 сут | |  | | #5 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | | 7,2+1 | |  | | #2 | | 3,1-9 | | 3,2+5 | |
| Mn-56 | | 2,58 час | |  | | #2 | | 7,8-10 | | 1,3+6 | | 6,8+2 | |  | | #2 | | 1,7-9 | | 5,9+5 | |
| Fe-55 | | 2,70 лет | |  | | #4 | | 6,2-10 | | 1,6+6 | | 3,1+2 | |  | | #2 | | 2,4-9 | | 4,2+5 | |
| Fe-59 | | 44,5 сут | |  | | #5 | | 4,6-9 | | 2,2+5 | | 3,0+1 | |  | | #2 | | 1,3-8 | | 7,7+4 | |
| Fe-60 | | 1,00+5 лет | |  | | #6 | | 1,4-7 | | 7,1+3 | | 8,8-1 | |  | | #5 | | 2,3-7 | | 4,3+3 | |
| Co-56 | | 78,7 сут | |  | | #5 | | 5,8-9 | | 1,7+5 | | 2,4+1 | |  | | #2 | | 1,5-8 | | 6,7+4 | |
| Co-57 | | 271 сут | |  | | #5 | | 6,7-10 | | 1,5+6 | | 2,0+2 | |  | | #2 | | 1,6-9 | | 6,3+5 | |
| Co-58 | | 70,8 сут | |  | | #5 | | 2,0-9 | | 5,0+5 | | 6,8+1 | |  | | #2 | | 4,4-9 | | 2,3+5 | |
| Co-60 | | 5,27 лет | |  | | #5 | | 1,2-8 | | 8,3+4 | | 1,1+1 | |  | | #2 | | 2,7-8 | | 3,7+4 | |
| Ni-56 | | 6,10 сут | |  | | #5 | | 1,1-9 | | 9,1+5 | | 1,2+2 | |  | | #2 | | 4,0-9 | | 2,5+5 | |
| Ni-57 | | 1,50 сут | |  | | #2 | | 2,8-9 | | 3,6+5 | | 1,9+2 | |  | | #2 | | 4,9-9 | | 2,0+5 | |
| Ni-59 | | 7,50+4 лет | |  | | #2 | | 6,2-10 | | 1,6+6 | | 8,5+2 | |  | | #2 | | 3,4-10 | | 2,9+6 | |
| Ni-63 | | 96,0 лет | |  | | #6 | | 4,8-10 | | 2,1+6 | | 2,6+2 | |  | | #2 | | 8,4-10 | | 1,2+6 | |
| Ni-66 | | 2,27 сут | |  | | #2 | | 9,4-9 | | 1,1+5 | | 5,6+1 | |  | | #2 | | 2,2-8 | | 4,5+4 | |
| Cu-67 | | 2,58 сут | |  | | #5 | | 7,7-10 | | 1,3+6 | | 1,8+2 | |  | | #2 | | 2,4-9 | | 4,2+5 | |
| Zn-65 | | 244 сут | |  | | #5 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | | 7,2+1 | |  | | #2 | | 1,6-8 | | 6,3+4 | |
| Zn-72 | | 1,94 сут | |  | | #2 | | 6,5-9 | | 1,5+5 | | 8,1+1 | |  | | #2 | | 8,6-9 | | 1,2+5 | |
| Ga-67 | | 3,26 сут | |  | | #5 | | 3,0-10 | | 3,3+6 | | 4,6+2 | |  | | #2 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | |
| Ge-68 | | 288 сут | |  | | #5 | | 1,6-8 | | 6,3+4 | | 8,6 | |  | | #2 | | 8,0-9 | | 1,3+5 | |
| Ge-69 | | 1,63 сут | |  | | #2 | | 1,4-9 | | 7,1+5 | | 3,8+2 | |  | | #2 | | 1,3-9 | | 7,7+5 | |
| Ge-71 | | 11,8 сут | |  | | #2 | | 8,6-11 | | 1,2+7 | | 6,1+3 | |  | | #2 | | 7,8-11 | | 1,3+7 | |
| As-71 | | 2,70 сут | |  | | #5 | | 5,0-10 | | 2,0+6 | | 2,7+2 | |  | | #2 | | 2,8-9 | | 3,6+5 | |
| As-72 | | 1,08 сут | |  | | #2 | | 5,7-9 | | 1,8+5 | | 9,2+1 | |  | | #2 | | 1,2-8 | | 8,3+4 | |
| As-73 | | 80,3 сут | |  | | #5 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | | 1,1+2 | |  | | #2 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | |
| As-74 | | 17,8 сут | |  | | #5 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | | 5,3+1 | |  | | #2 | | 8,2-9 | | 1,2+5 | |
| As-76 | | 1,10 сут | |  | | #2 | | 4,6-9 | | 2,2+5 | | 1,1+2 | |  | | #2 | | 1,1-8 | | 9,1+4 | |
| As-77 | | 1,62 сут | |  | | #5 | | 5,0-10 | | 2,0+6 | | 2,7+2 | |  | | #2 | | 2,9-9 | | 3,4+5 | |
| Se-75 | | 120 сут | |  | | #4 | | 2,5-9 | | 4,0+5 | | 7,7+1 | |  | | #2 | | 1,3-8 | | 7,7+4 | |
| Se-79 | | 6,50+4 лет | |  | | #4 | | 5,6-9 | | 1,8+5 | | 3,4+1 | |  | | #2 | | 2,8-8 | | 3,6+4 | |
| Br-77 | | 2,33 сут | |  | | #2 | | 5,1-10 | | 2,0+6 | | 1,0+3 | |  | | #2 | | 4,4-10 | | 2,3+6 | |
| Br-82 | | 1,47 сут | |  | | #5 | | 7,9-10 | | 1,3+6 | | 1,7+2 | |  | | #2 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | |
| Rb-83 | | 86,2 сут | |  | | #2 | | 3,8-9 | | 2,6+5 | | 1,4+2 | |  | | #2 | | 8,4-9 | | 1,2+5 | |
| Rb-84 | | 32,8 сут | |  | | #2 | | 6,4-9 | | 1,6+5 | | 8,2+1 | |  | | #2 | | 1,4-8 | | 7,1+4 | |
| Rb-86 | | 18,7 сут | |  | | #2 | | 7,7-9 | | 1,3+5 | | 6,8+1 | |  | | #2 | | 2,0-8 | | 5,0+4 | |
| Sr-82 | | 25,0 сут | |  | | #2 | | 4,0-8 | | 2,5+4 | | 1,3+1 | |  | | #2 | | 4,1-8 | | 2,4+4 | |
| Sr-83 | | 1,35 сут | |  | | #2 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | | 2,8+2 | |  | | #2 | | 2,7-9 | | 3,7+5 | |
| Sr-85 | | 64,8 сут | |  | | #5 | | 8,8-10 | | 1,1+6 | | 1,6+2 | |  | | #2 | | 3,1-9 | | 3,2+5 | |
| Sr-89 | | 50,5 сут | |  | | #5 | | 7,3-9 | | 1,4+5 | | 1,9+1 | |  | | #2 | | 1,8-8 | | 5,6+4 | |
| Sr-90 | | 29,1 лет | |  | | #5 | | 5,0-8 | | 2,0+4 | | 2,7 | |  | | #5 | | 8,0-8 | | 1,3+4 | |
| Y-87 | | 3,35 сут | |  | | #2 | | 2,2-9 | | 4,5+5 | | 2,4+2 | |  | | #2 | | 3,2-9 | | 3,1+5 | |
| Y-88 | | 107 сут | |  | | #5 | | 5,4-9 | | 1,9+5 | | 2,5+1 | |  | | #2 | | 6,0-9 | | 1,7+5 | |
| Y-90 | | 2,67 сут | |  | | #2 | | 8,8-9 | | 1,1+5 | | 6,0+1 | |  | | #2 | | 2,0-8 | | 5,0+4 | |
| Y-91 | | 58,5 сут | |  | | #5 | | 1,0-8 | | 1,0+5 | | 1,4+1 | |  | | #2 | | 1,8-8 | | 5,6+4 | |
| Zr-88 | | 83,4 сут | |  | | #5 | | 3,0-9 | | 3,3+5 | | 4,6+1 | |  | | #2 | | 2,0-9 | | 5,0+5 | |
| Zr-89 | | 3,27 сут | |  | | #2 | | 2,8-9 | | 3,6+5 | | 1,9+2 | |  | | #2 | | 4,5-9 | | 2,2+5 | |
| Zr-93 | | 1,53+6 лет | |  | | #6 | | 1,0-8 | | 1,0+5 | | 1,2+1 | |  | | #6 | | 1,1-9 | | 9,1+5 | |
| Zr-95 | | 64,0 сут | |  | | #5 | | 5,9-9 | | 1,7+5 | | 2,3+1 | |  | | #2 | | 5,6-9 | | 1,8+5 | |
| Nb-93m | | 13,6 лет | |  | | #2 | | 2,4-9 | | 4,2+5 | | 2,2+2 | |  | | #2 | | 9,1-10 | | 1,1+6 | |
| Nb-94 | | 2,03+4 лет | |  | | #5 | | 1,3-8 | | 7,7+4 | | 1,1+1 | |  | | #2 | | 9,7-9 | | 1,0+5 | |
| Nb-95 | | 35,1 сут | |  | | #5 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | | 7,2+1 | |  | | #2 | | 3,2-9 | | 3,1+5 | |
| Nb-95m | | 3,61 сут | |  | | #5 | | 1,0-9 | | 1,0+6 | | 1,4+2 | |  | | #2 | | 4,1-9 | | 2,4+5 | |
| Mo-93 | | 3,50+3 лет | |  | | #5 | | 6,6-10 | | 1,5+6 | | 2,1+2 | |  | | #2 | | 6,9-9 | | 1,4+5 | |
| Mo-99 | | 2,75 сут | |  | | #2 | | 4,4-9 | | 2,3+5 | | 1,2+2 | |  | | #2 | | 3,5-9 | | 2,9+5 | |
| Tc-95m | | 61,0 сут | |  | | #5 | | 1,1-9 | | 9,1+5 | | 1,2+2 | |  | | #2 | | 2,8-9 | | 3,6+5 | |
| Tc-96 | | 4,28 сут | |  | | #2 | | 3,9-9 | | 2,6+5 | | 1,3+2 | |  | | #2 | | 5,1-9 | | 2,0+5 | |
| Tc-97 | | 2,60+6 лет | |  | | #5 | | 2,8-10 | | 3,6+6 | | 4,9+2 | |  | | #2 | | 4,9-10 | | 2,0+6 | |
| Tc-97m | | 87,0 сут | |  | | #5 | | 4,1-9 | | 2,4+5 | | 3,3+1 | |  | | #2 | | 4,1-9 | | 2,4+5 | |
| Tc-98 | | 4,20+6 лет | |  | | #5 | | 1,0-8 | | 1,0+5 | | 1,4+1 | |  | | #2 | | 1,2-8 | | 8,3+4 | |
| Tc-99 | | 2,13+5 лет | |  | | #5 | | 5,0-9 | | 2,0+5 | | 2,7+1 | |  | | #2 | | 4,8-9 | | 2,1+5 | |
| Ru-97 | | 2,90 сут | |  | | #2 | | 6,1-10 | | 1,6+6 | | 8,6+2 | |  | | #2 | | 8,5-10 | | 1,2+6 | |
| Ru-103 | | 39,3 сут | |  | | #5 | | 3,0-9 | | 3,3+5 | | 4,6+1 | |  | | #2 | | 4,6-9 | | 2,2+5 | |
| Ru-106 | | 1,01 лет | |  | | #6 | | 2,8-8 | | 3,6+4 | | 4,4 | |  | | #2 | | 4,9-8 | | 2,0+4 | |
| Rh-99 | | 16,0 сут | |  | | #5 | | 1,1-9 | | 9,1+5 | | 1,2+2 | |  | | #2 | | 2,9-9 | | 3,4+5 | |
| Rh-101 | | 3,20 лет | |  | | #5 | | 6,2-9 | | 1,6+5 | | 2,2+1 | |  | | #2 | | 2,8-9 | | 3,6+5 | |
| Rh-101m | | 4,34 сут | |  | | #5 | | 2,7-10 | | 3,7+6 | | 5,1+2 | |  | | #2 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | |
| Rh-102 | | 2,90 лет | |  | | #5 | | 2,0-8 | | 5,0+4 | | 6,8 | |  | | #2 | | 1,0-8 | | 1,0+5 | |
| Rh-102m | | 207 сут | |  | | #5 | | 8,2-9 | | 1,2+5 | | 1,7+1 | |  | | #2 | | 7,4-9 | | 1,4+5 | |
| Rh-105 | | 1,47 сут | |  | | #5 | | 4,5-10 | | 2,2+6 | | 3,0+2 | |  | | #2 | | 2,7-9 | | 3,7+5 | |
| Pd-100 | | 3,63 сут | |  | | #4 | | 1,5-9 | | 6,7+5 | | 1,3+2 | |  | | #2 | | 5,2-9 | | 1,9+5 | |
| Pd-103 | | 17,0 сут | |  | | #5 | | 5,3-10 | | 1,9+6 | | 2,6+2 | |  | | #2 | | 1,4-9 | | 7,1+5 | |
| Pd-107 | | 6,50+6 лет | |  | | #6 | | 5,9-10 | | 1,7+6 | | 2,1+2 | |  | | #2 | | 2,8-10 | | 3,6+6 | |
| Ag-105 | | 41,0 сут | |  | | #4 | | 1,3-9 | | 7,7+5 | | 1,5+2 | |  | | #2 | | 2,5-9 | | 4,0+5 | |
| Ag-106m | | 8,41 сут | |  | | #2 | | 5,8-9 | | 1,7+5 | | 9,1+1 | |  | | #2 | | 6,9-9 | | 1,4+5 | |
| Ag-108m | | 1,27+2 лет | |  | | #5 | | 8,6-9 | | 1,2+5 | | 1,6+1 | |  | | #2 | | 1,1-8 | | 9,1+4 | |
| Ag-110m | | 250 сут | |  | | #5 | | 9,2-9 | | 1,1+5 | | 1,5+1 | |  | | #2 | | 1,4-8 | | 7,1+4 | |
| Ag-111 | | 7,45 сут | |  | | #5 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | | 7,2+1 | |  | | #2 | | 9,3-9 | | 1,1+5 | |
| Cd-109 | | 1,27 лет | |  | | #4 | | 1,4-8 | | 7,1+4 | | 1,4+1 | |  | | #2 | | 9,5-9 | | 1,1+5 | |
| Cd-113m | | 13,6 лет | |  | | #6 | | 1,1-7 | | 9,1+3 | | 1,1 | |  | | #2 | | 5,6-8 | | 1,8+4 | |
| Cd-115 | | 2,23 сут | |  | | #2 | | 5,1-9 | | 2,0+5 | | 1,0+2 | |  | | #2 | | 9,7-9 | | 1,0+5 | |
| Cd-115m | | 44,6 сут | |  | | #5 | | 8,9-9 | | 1,1+5 | | 1,5+1 | |  | | #2 | | 1,9-8 | | 5,3+4 | |
| In-111 | | 2,83 сут | |  | | #2 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | | 4,4+2 | |  | | #2 | | 1,7-9 | | 5,9+5 | |
| In-114m | | 49,5 сут | |  | | #2 | | 7,7-8 | | 1,3+4 | | 6,8 | |  | | #2 | | 3,1-8 | | 3,2+4 | |
| Sn-113 | | 115 сут | |  | | #5 | | 3,2-9 | | 3,1+5 | | 4,3+1 | |  | | #2 | | 5,0-9 | | 2,0+5 | |
| Sn-117m | | 13,6 сут | |  | | #5 | | 3,1-9 | | 3,2+5 | | 4,4+1 | |  | | #2 | | 5,0-9 | | 2,0+5 | |
| Sn-119m | | 293 сут | |  | | #5 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | | 5,3+1 | |  | | #2 | | 2,5-9 | | 4,0+5 | |
| Sn-121 | | 1,13 сут | |  | | #5 | | 2,9-10 | | 3,4+6 | | 4,7+2 | |  | | #2 | | 1,7-9 | | 5,9+5 | |
| Sn-121m | | 55,0 лет | |  | | #5 | | 5,5-9 | | 1,8+5 | | 2,5+1 | |  | | #2 | | 2,7-9 | | 3,7+5 | |
| Sn-123 | | 129 сут | |  | | #5 | | 9,5-9 | | 1,1+5 | | 1,4+1 | |  | | #2 | | 1,6-8 | | 6,3+4 | |
| Sn-125 | | 9,64 сут | |  | | #2 | | 1,5-8 | | 6,7+4 | | 3,5+1 | |  | | #2 | | 2,2-8 | | 4,5+4 | |
| Sn-126 | | 1,00+5 лет | |  | | #5 | | 3,3-8 | | 3,0+4 | | 4,2 | |  | | #2 | | 3,0-8 | | 3,3+4 | |
| Sb-119 | | 1,59 сут | |  | | #2 | | 2,8-10 | | 3,6+6 | | 1,9+3 | |  | | #2 | | 5,8-10 | | 1,7+6 | |
| Sb-120 | | 5,76 сут | |  | | #2 | | 5,0-9 | | 2,0+5 | | 1,1+2 | |  | | #2 | | 6,0-9 | | 1,7+5 | |
| Sb-122 | | 2,70 сут | |  | | #2 | | 5,7-9 | | 1,8+5 | | 9,2+1 | |  | | #2 | | 1,2-8 | | 8,3+4 | |
| Sb-124 | | 60,2 сут | |  | | #5 | | 7,7-9 | | 1,3+5 | | 1,8+1 | |  | | #2 | | 1,6-8 | | 6,3+4 | |
| Sb-125 | | 2,77 лет | |  | | #5 | | 5,8-9 | | 1,7+5 | | 2,4+1 | |  | | #2 | | 6,1-9 | | 1,6+5 | |
| Sb-126 | | 12,4 сут | |  | | #4 | | 5,1-9 | | 2,0+5 | | 3,8+1 | |  | | #2 | | 1,4-8 | | 7,1+4 | |
| Sb-127 | | 3,85 сут | |  | | #5 | | 2,1-9 | | 4,8+5 | | 6,5+1 | |  | | #2 | | 1,2-8 | | 8,3+4 | |
| Te-121 | | 17,0 сут | |  | | #2 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | | 2,8+2 | |  | | #2 | | 2,0-9 | | 5,0+5 | |
| Te-121m | | 154 сут | |  | | #5 | | 5,1-9 | | 2,0+5 | | 2,7+1 | |  | | #2 | | 1,2-8 | | 8,3+4 | |
| Te-123m | | 120 сут | |  | | #5 | | 5,0-9 | | 2,0+5 | | 2,7+1 | |  | | #2 | | 8,8-9 | | 1,1+5 | |
| Te-125m | | 58,0 сут | |  | | #5 | | 4,3-9 | | 2,3+5 | | 3,2+1 | |  | | #2 | | 6,3-9 | | 1,6+5 | |
| Te-127m | | 109 сут | |  | | #5 | | 9,2-9 | | 1,1+5 | | 1,5+1 | |  | | #2 | | 1,8-8 | | 5,6+4 | |
| Te-129m | | 33,6 сут | |  | | #5 | | 8,0-9 | | 1,3+5 | | 1,7+1 | |  | | #2 | | 2,4-8 | | 4,2+4 | |
| Te-131m | | 1,25 сут | |  | | #2 | | 5,8-9 | | 1,7+5 | | 9,1+1 | |  | | #2 | | 1,4-8 | | 7,1+4 | |
| Te-132 | | 3,26 сут | |  | | #2 | | 1,3-8 | | 7,7+4 | | 4,0+1 | |  | | #2 | | 3,0-8 | | 3,3+4 | |
| I-124 | | 4,18 сут | |  | | #2 | | 4,5-8 | | 2,2+4 | | 1,2+1 | |  | | #2 | | 1,1-7 | | 9,1+3 | |
| I-125 | | 60,1 сут | |  | | #4 | | 1,1-8 | | 9,1+4 | | 1,7+1 | |  | | #2 | | 5,7-8 | | 1,8+4 | |
| I-126 | | 13,0 сут | |  | | #2 | | 8,3-8 | | 1,2+4 | | 6,3 | |  | | #2 | | 2,1-7 | | 4,8+3 | |
| I-129 | | 1,57+7 лет | |  | | #4 | | 6,7-8 | | 1,5+4 | | 2,9 | |  | | #4 | | 1,9-7 | | 5,3+3 | |
| I-131 | | 8,04 сут | |  | | #2 | | 7,2-8 | | 1,4+4 | | 7,3 | |  | | #2 | | 1,8-7 | | 5,6+3 | |
| Cs-129 | | 1,34 сут | |  | | #2 | | 2,8-10 | | 3,6+6 | | 1,9+3 | |  | | #2 | | 3,0-10 | | 3,3+6 | |
| Cs-131 | | 9,69 сут | |  | | #2 | | 1,7-10 | | 5,9+6 | | 3,1+3 | |  | | #2 | | 2,9-10 | | 3,4+6 | |
| Cs-132 | | 6,48 сут | |  | | #2 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | | 4,4+2 | |  | | #2 | | 1,8-9 | | 5,6+5 | |
| Cs-134 | | 2,06 лет | |  | | #6 | | 6,6-9 | | 1,5+5 | | 1,9+1 | |  | | #6 | | 1,9-8 | | 5,3+4 | |
| Cs-135 | | 2,30+6 лет | |  | | #6 | | 6,9-10 | | 1,4+6 | | 1,8+2 | |  | | #6 | | 2,0-9 | | 5,0+5 | |
| Cs-136 | | 13,1 сут | |  | | #4 | | 2,0-9 | | 5,0+5 | | 9,6+1 | |  | | #2 | | 9,5-9 | | 1,1+5 | |
| Cs-137 | | 30,0 лет | |  | | #6 | | 4,6-9 | | 2,2+5 | | 2,7+1 | |  | | #6 | | 1,3-8 | | 7,7+4 | |
| Ba-128 | | 2,43 сут | |  | | #2 | | 7,8-9 | | 1,3+5 | | 6,7+1 | |  | | #2 | | 1,7-8 | | 5,9+4 | |
| Ba-131 | | 11,8 сут | |  | | #5 | | 9,7-10 | | 1,0+6 | | 1,4+2 | |  | | #2 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | |
| Ba-133 | | 10,7 лет | |  | | #5 | | 5,5-9 | | 1,8+5 | | 2,5+1 | |  | | #5 | | 7,3-9 | | 1,4+5 | |
| Ba-133m | | 1,62 сут | |  | | #2 | | 2,2-9 | | 4,5+5 | | 2,4+2 | |  | | #2 | | 3,6-9 | | 2,8+5 | |
| Ba-135m | | 1,20 сут | |  | | #2 | | 1,8-9 | | 5,6+5 | | 2,9+2 | |  | | #2 | | 2,9-9 | | 3,4+5 | |
| Ba-140 | | 12,7 сут | |  | | #5 | | 6,2-9 | | 1,6+5 | | 2,2+1 | |  | | #2 | | 1,8-8 | | 5,6+4 | |
| La-137 | | 6,00+4 лет | |  | | #6 | | 8,7-9 | | 1,1+5 | | 1,4+1 | |  | | #2 | | 4,5-10 | | 2,2+6 | |
| La-140 | | 1,68 сут | |  | | #2 | | 6,3-9 | | 1,6+5 | | 8,4+1 | |  | | #2 | | 1,3-8 | | 7,7+4 | |
| Ce-134 | | 3,00 сут | |  | | #2 | | 7,6-9 | | 1,3+5 | | 6,9+1 | |  | | #2 | | 1,8-8 | | 5,6+4 | |
| Ce-137m | | 1,43 сут | |  | | #2 | | 2,2-9 | | 4,5+5 | | 2,4+2 | |  | | #2 | | 3,9-9 | | 2,6+5 | |
| Ce-139 | | 138 сут | |  | | #5 | | 2,1-9 | | 4,8+5 | | 6,5+1 | |  | | #2 | | 1,6-9 | | 6,3+5 | |
| Ce-141 | | 32,5 сут | |  | | #5 | | 4,1-9 | | 2,4+5 | | 3,3+1 | |  | | #2 | | 5,1-9 | | 2,0+5 | |
| Ce-143 | | 1,38 сут | |  | | #2 | | 3,9-9 | | 2,6+5 | | 1,3+2 | |  | | #2 | | 8,0-9 | | 1,3+5 | |
| Ce-144 | | 284 сут | |  | | #2 | | 1,6-7 | | 6,3+3 | | 3,3 | |  | | #2 | | 3,9-8 | | 2,6+4 | |
| Pr-143 | | 13,6 сут | |  | | #5 | | 3,0-9 | | 3,3+5 | | 4,6+1 | |  | | #2 | | 8,7-9 | | 1,1+5 | |
| Nd-147 | | 11,0 сут | |  | | #5 | | 3,0-9 | | 3,3+5 | | 4,6+1 | |  | | #2 | | 7,8-9 | | 1,3+5 | |
| Pm-143 | | 265 сут | |  | | #5 | | 1,7-9 | | 5,9+5 | | 8,1+1 | |  | | #2 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | |
| Pm-144 | | 363 сут | |  | | #5 | | 9,3-9 | | 1,1+5 | | 1,5+1 | |  | | #2 | | 4,7-9 | | 2,1+5 | |
| Pm-145 | | 17,7 лет | |  | | #6 | | 3,6-9 | | 2,8+5 | | 3,4+1 | |  | | #2 | | 6,8-10 | | 1,5+6 | |
| Pm-146 | | 5,53 лет | |  | | #6 | | 2,1-8 | | 4,8+4 | | 5,9 | |  | | #2 | | 5,1-9 | | 2,0+5 | |
| Pm-147 | | 2,62 лет | |  | | #5 | | 5,8-9 | | 1,7+5 | | 2,4+1 | |  | | #2 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | |
| Pm-148 | | 5,37 сут | |  | | #2 | | 1,1-8 | | 9,1+4 | | 4,8+1 | |  | | #2 | | 1,9-8 | | 5,3+4 | |
| Pm-148m | | 41,3 сут | |  | | #5 | | 7,1-9 | | 1,4+5 | | 1,9+1 | |  | | #2 | | 1,0-8 | | 1,0+5 | |
| Pm-149 | | 2,21 сут | |  | | #2 | | 3,6-9 | | 2,8+5 | | 1,5+2 | |  | | #2 | | 7,4-9 | | 1,4+5 | |
| Pm-151 | | 1,18 сут | |  | | #2 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | | 2,0+2 | |  | | #2 | | 5,1-9 | | 2,0+5 | |
| Sm-145 | | 340 сут | |  | | #5 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | | 7,2+1 | |  | | #2 | | 1,4-9 | | 7,1+5 | |
| Sm-146 | | 1,03+8 лет | |  | | #6 | | 1,1-5 | | 9,1+1 | | 1,1-2 | |  | | #2 | | 1,5-7 | | 6,7+3 | |
| Sm-151 | | 90,0 лет | |  | | #6 | | 4,0-9 | | 2,5+5 | | 3,1+1 | |  | | #2 | | 6,4-10 | | 1,6+6 | |
| Sm-153 | | 1,95 сут | |  | | #5 | | 7,9-10 | | 1,3+6 | | 1,7+2 | |  | | #2 | | 5,4-9 | | 1,9+5 | |
| Eu-145 | | 5,94 сут | |  | | #2 | | 2,9-9 | | 3,4+5 | | 1,8+2 | |  | | #2 | | 3,7-9 | | 2,7+5 | |
| Eu-146 | | 4,61 сут | |  | | #2 | | 4,4-9 | | 2,3+5 | | 1,2+2 | |  | | #2 | | 6,2-9 | | 1,6+5 | |
| Eu-147 | | 24,0 сут | |  | | #5 | | 1,3-9 | | 7,7+5 | | 1,1+2 | |  | | #2 | | 2,5-9 | | 4,0+5 | |
| Eu-148 | | 54,5 сут | |  | | #4 | | 4,6-9 | | 2,2+5 | | 4,2+1 | |  | | #2 | | 6,0-9 | | 1,7+5 | |
| Eu-149 | | 93,1 сут | |  | | #5 | | 3,5-10 | | 2,9+6 | | 3,9+2 | |  | | #2 | | 6,3-10 | | 1,6+6 | |
| Eu-150 | | 34,2 лет | |  | | #6 | | 5,3-8 | | 1,9+4 | | 2,3 | |  | | #2 | | 5,7-9 | | 1,8+5 | |
| Eu-152 | | 13,3 лет | |  | | #6 | | 4,2-8 | | 2,4+4 | | 2,9 | |  | | #2 | | 7,4-9 | | 1,4+5 | |
| Eu-154 | | 8,80 лет | |  | | #6 | | 5,3-8 | | 1,9+4 | | 2,3 | |  | | #2 | | 1,2-8 | | 8,3+4 | |
| Eu-155 | | 4,96 лет | |  | | #6 | | 6,9-9 | | 1,4+5 | | 1,8+1 | |  | | #2 | | 2,2-9 | | 4,5+5 | |
| Eu-156 | | 15,2 сут | |  | | #5 | | 4,2-9 | | 2,4+5 | | 3,3+1 | |  | | #2 | | 1,5-8 | | 6,7+4 | |
| Gd-146 | | 48,3 сут | |  | | #5 | | 7,9-9 | | 1,3+5 | | 1,7+1 | |  | | #2 | | 6,0-9 | | 1,7+5 | |
| Gd-147 | | 1,59 сут | |  | | #2 | | 2,2-9 | | 4,5+5 | | 2,4+2 | |  | | #2 | | 3,2-9 | | 3,1+5 | |
| Gd-148 | | 93,0 лет | |  | | #6 | | 2,6-5 | | 3,8+1 | | 4,7-3 | |  | | #2 | | 1,6-7 | | 6,3+3 | |
| Gd-149 | | 9,40 сут | |  | | #5 | | 9,2-10 | | 1,1+6 | | 1,5+2 | |  | | #2 | | 2,7-9 | | 3,7+5 | |
| Gd-151 | | 120 сут | |  | | #2 | | 4,9-9 | | 2,0+5 | | 1,1+2 | |  | | #2 | | 1,3-9 | | 7,7+5 | |
| Gd-153 | | 242 сут | |  | | #2 | | 1,2-8 | | 8,3+4 | | 4,4+1 | |  | | #2 | | 1,8-9 | | 5,6+5 | |
| Tb-153 | | 2,34 сут | |  | | #2 | | 1,0-9 | | 1,0+6 | | 5,3+2 | |  | | #2 | | 1,5-9 | | 6,7+5 | |
| Tb-155 | | 5,32 сут | |  | | #5 | | 2,7-10 | | 3,7+6 | | 5,1+2 | |  | | #2 | | 1,3-9 | | 7,7+5 | |
| Tb-156 | | 5,34 сут | |  | | #5 | | 1,5-9 | | 6,7+5 | | 9,1+1 | |  | | #2 | | 6,3-9 | | 1,6+5 | |
| Tb-156m | | 1,02 сут | |  | | #5 | | 2,7-10 | | 3,7+6 | | 5,1+2 | |  | | #2 | | 1,0-9 | | 1,0+6 | |
| Tb-157 | | 1,50+2 лет | |  | | #6 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | | 1,0+2 | |  | | #2 | | 2,2-10 | | 4,5+6 | |
| Tb-158 | | 1,50+2 лет | |  | | #6 | | 4,6-8 | | 2,2+4 | | 2,7 | |  | | #2 | | 5,9-9 | | 1,7+5 | |
| Tb-160 | | 72,3 сут | |  | | #5 | | 8,6-9 | | 1,2+5 | | 1,6+1 | |  | | #2 | | 1,0-8 | | 1,0+5 | |
| Tb-161 | | 6,91 сут | |  | | #5 | | 1,6-9 | | 6,3+5 | | 8,6+1 | |  | | #2 | | 5,3-9 | | 1,9+5 | |
| Dy-159 | | 144 сут | |  | | #2 | | 1,7-9 | | 5,9+5 | | 3,1+2 | |  | | #2 | | 6,4-10 | | 1,6+6 | |
| Dy-166 | | 3,40 сут | |  | | #5 | | 2,3-9 | | 4,3+5 | | 6,0+1 | |  | | #2 | | 1,2-8 | | 8,3+4 | |
| Ho-166 | | 1,12 сут | |  | | #2 | | 4,0-9 | | 2,5+5 | | 1,3+2 | |  | | #2 | | 1,0-8 | | 1,0+5 | |
| Ho-166m | | 1,20+3 лет | |  | | #6 | | 1,2-7 | | 8,3+3 | | 1,0 | |  | | #2 | | 9,3-9 | | 1,1+5 | |
| Er-169 | | 9,30 сут | |  | | #5 | | 1,3-9 | | 7,7+5 | | 1,1+2 | |  | | #2 | | 2,8-9 | | 3,6+5 | |
| Er-172 | | 2,05 сут | |  | | #5 | | 1,4-9 | | 7,1+5 | | 9,8+1 | |  | | #2 | | 6,8-9 | | 1,5+5 | |
| Tm-167 | | 9,24 сут | |  | | #5 | | 1,4-9 | | 7,1+5 | | 9,8+1 | |  | | #2 | | 3,9-9 | | 2,6+5 | |
| Tm-170 | | 129 сут | |  | | #5 | | 8,5-9 | | 1,2+5 | | 1,6+1 | |  | | #2 | | 9,8-9 | | 1,0+5 | |
| Tm-171 | | 1,92 лет | |  | | #5 | | 1,6-9 | | 6,3+5 | | 8,6+1 | |  | | #2 | | 7,8-10 | | 1,3+6 | |
| Tm-172 | | 2,65 сут | |  | | #2 | | 5,8-9 | | 1,7+5 | | 9,1+1 | |  | | #2 | | 1,2-8 | | 8,3+4 | |
| Yb-166 | | 2,36 сут | |  | | #2 | | 3,7-9 | | 2,7+5 | | 1,4+2 | |  | | #2 | | 5,4-9 | | 1,9+5 | |
| Yb-169 | | 32,0 сут | |  | | #5 | | 3,7-9 | | 2,7+5 | | 3,7+1 | |  | | #2 | | 4,6-9 | | 2,2+5 | |
| Yb-175 | | 4,19 сут | |  | | #5 | | 9,2-10 | | 1,1+6 | | 1,5+2 | |  | | #2 | | 3,2-9 | | 3,1+5 | |
| Lu-169 | | 1,42 сут | |  | | #2 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | | 2,8+2 | |  | | #2 | | 2,4-9 | | 4,2+5 | |
| Lu-170 | | 2,00 сут | |  | | #2 | | 3,5-9 | | 2,9+5 | | 1,5+2 | |  | | #2 | | 5,2-9 | | 1,9+5 | |
| Lu-171 | | 8,22 сут | |  | | #5 | | 1,1-9 | | 9,1+5 | | 1,2+2 | |  | | #2 | | 4,0-9 | | 2,5+5 | |
| Lu-172 | | 6,70 сут | |  | | #5 | | 2,0-9 | | 5,0+5 | | 6,8+1 | |  | | #2 | | 7,0-9 | | 1,4+5 | |
| Lu-173 | | 1,37 лет | |  | | #5 | | 2,9-9 | | 3,4+5 | | 4,7+1 | |  | | #2 | | 1,6-9 | | 6,3+5 | |
| Lu-174 | | 3,31 лет | |  | | #5 | | 4,9-9 | | 2,0+5 | | 2,8+1 | |  | | #2 | | 1,7-9 | | 5,9+5 | |
| Lu-174m | | 142 сут | |  | | #5 | | 5,0-9 | | 2,0+5 | | 2,7+1 | |  | | #2 | | 3,8-9 | | 2,6+5 | |
| Lu-177 | | 6,71 сут | |  | | #5 | | 1,5-9 | | 6,7+5 | | 9,1+1 | |  | | #2 | | 3,9-9 | | 2,6+5 | |
| Lu-177m | | 161 сут | |  | | #5 | | 2,0-8 | | 5,0+4 | | 6,8 | |  | | #2 | | 1,1-8 | | 9,1+4 | |
| Hf-172 | | 1,87 лет | |  | | #6 | | 3,2-8 | | 3,1+4 | | 3,9 | |  | | #2 | | 6,1-9 | | 1,6+5 | |
| Hf-175 | | 70,0 сут | |  | | #5 | | 1,4-9 | | 7,1+5 | | 9,8+1 | |  | | #2 | | 2,4-9 | | 4,2+5 | |
| Hf-178m | | 31,0 лет | |  | | #6 | | 2,6-7 | | 3,8+3 | | 4,7-1 | |  | | #2 | | 1,9-8 | | 5,3+4 | |
| Hf-179m | | 25,1 сут | |  | | #5 | | 4,8-9 | | 2,1+5 | | 2,9+1 | |  | | #2 | | 7,8-9 | | 1,3+5 | |
| Hf-181 | | 42,4 сут | |  | | #5 | | 6,3-9 | | 1,6+5 | | 2,2+1 | |  | | #2 | | 7,4-9 | | 1,4+5 | |
| Hf-182 | | 9,00+6 лет | |  | | #6 | | 3,1-7 | | 3,2+3 | | 4,0-1 | |  | | #2 | | 7,9-9 | | 1,3+5 | |
| Ta-177 | | 2,36 сут | |  | | #2 | | 5,0-10 | | 2,0+6 | | 1,1+3 | |  | | #2 | | 6,9-10 | | 1,4+6 | |
| Ta-179 | | 1,82 лет | |  | | #5 | | 6,4-10 | | 1,6+6 | | 2,1+2 | |  | | #2 | | 4,1-10 | | 2,4+6 | |
| Ta-182 | | 115 сут | |  | | #5 | | 1,3-8 | | 7,7+4 | | 1,1+1 | |  | | #2 | | 9,4-9 | | 1,1+5 | |
| Ta-183 | | 5,10 сут | |  | | #5 | | 2,7-9 | | 3,7+5 | | 5,1+1 | |  | | #2 | | 9,3-9 | | 1,1+5 | |
| W-178 | | 21,7 сут | |  | | #2 | | 5,4-10 | | 1,9+6 | | 9,7+2 | |  | | #2 | | 1,4-9 | | 7,1+5 | |
| W-181 | | 121 сут | |  | | #2 | | 1,9-10 | | 5,3+6 | | 2,8+3 | |  | | #2 | | 4,7-10 | | 2,1+6 | |
| W-185 | | 75,1 сут | |  | | #2 | | 1,0-9 | | 1,0+6 | | 5,3+2 | |  | | #2 | | 3,3-9 | | 3,0+5 | |
| W-188 | | 69,4 сут | |  | | #2 | | 5,0-9 | | 2,0+5 | | 1,1+2 | |  | | #2 | | 1,5-8 | | 6,7+4 | |
| Re-182 | | 2,67 сут | |  | | #2 | | 6,3-9 | | 1,6+5 | | 8,4+1 | |  | | #2 | | 8,9-9 | | 1,1+5 | |
| Re-184 | | 38,0 сут | |  | | #5 | | 2,4-9 | | 4,2+5 | | 5,7+1 | |  | | #2 | | 5,6-9 | | 1,8+5 | |
| Re-184m | | 165 сут | |  | | #5 | | 8,1-9 | | 1,2+5 | | 1,7+1 | |  | | #2 | | 9,8-9 | | 1,0+5 | |
| Re-186 | | 3,78 сут | |  | | #2 | | 5,7-9 | | 1,8+5 | | 9,2+1 | |  | | #2 | | 1,1-8 | | 9,1+4 | |
| Re-186m | | 2,00+5 лет | |  | | #5 | | 1,4-8 | | 7,1+4 | | 9,8 | |  | | #2 | | 1,6-8 | | 6,3+4 | |
| Re-189 | | 1,01 сут | |  | | #2 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | | 2,0+2 | |  | | #2 | | 6,2-9 | | 1,6+5 | |
| Os-185 | | 94,0 сут | |  | | #5 | | 1,9-9 | | 5,3+5 | | 7,2+1 | |  | | #2 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | |
| Os-191 | | 15,4 сут | |  | | #5 | | 2,3-9 | | 4,3+5 | | 6,0+1 | |  | | #2 | | 4,1-9 | | 2,4+5 | |
| Os-193 | | 1,25 сут | |  | | #2 | | 2,7-9 | | 3,7+5 | | 1,9+2 | |  | | #2 | | 6,0-9 | | 1,7+5 | |
| Os-194 | | 6,00 лет | |  | | #6 | | 8,5-8 | | 1,2+4 | | 1,5 | |  | | #2 | | 1,7-8 | | 5,9+4 | |
| Ir-188 | | 1,73 сут | |  | | #2 | | 2,2-9 | | 4,5+5 | | 2,4+2 | |  | | #2 | | 3,3-9 | | 3,0+5 | |
| Ir-189 | | 13,3 сут | |  | | #5 | | 7,3-10 | | 1,4+6 | | 1,9+2 | |  | | #2 | | 1,7-9 | | 5,9+5 | |
| Ir-190 | | 12,1 сут | |  | | #5 | | 3,0-9 | | 3,3+5 | | 4,6+1 | |  | | #2 | | 7,1-9 | | 1,4+5 | |
| Ir-192 | | 74,0 сут | |  | | #5 | | 8,1-9 | | 1,2+5 | | 1,7+1 | |  | | #2 | | 8,7-9 | | 1,1+5 | |
| Ir-192m | | 2,41+2 лет | |  | | #6 | | 3,9-8 | | 2,6+4 | | 3,2 | |  | | #2 | | 1,4-9 | | 7,1+5 | |
| Ir-193m | | 11,9 сут | |  | | #5 | | 1,6-9 | | 6,3+5 | | 8,6+1 | |  | | #2 | | 2,0-9 | | 5,0+5 | |
| Ir-194m | | 171 сут | |  | | #5 | | 1,5-8 | | 6,7+4 | | 9,1 | |  | | #2 | | 1,1-8 | | 9,1+4 | |
| Pt-188 | | 10,2 сут | |  | | #2 | | 2,7-9 | | 3,7+5 | | 1,9+2 | |  | | #2 | | 4,5-9 | | 2,2+5 | |
| Pt-191 | | 2,80 сут | |  | | #2 | | 7,9-10 | | 1,3+6 | | 6,7+2 | |  | | #2 | | 2,1-9 | | 4,8+5 | |
| Pt-193 | | 50,0 лет | |  | | #2 | | 1,6-10 | | 6,3+6 | | 3,3+3 | |  | | #2 | | 2,4-10 | | 4,2+6 | |
| Pt-193m | | 4,33 сут | |  | | #2 | | 1,0-9 | | 1,0+6 | | 5,3+2 | |  | | #2 | | 3,4-9 | | 2,9+5 | |
| Pt-195m | | 4,02 сут | |  | | #2 | | 1,5-9 | | 6,7+5 | | 3,5+2 | |  | | #2 | | 4,6-9 | | 2,2+5 | |
| Au-194 | | 1,65 сут | |  | | #2 | | 1,4-9 | | 7,1+5 | | 3,8+2 | |  | | #2 | | 2,2-9 | | 4,5+5 | |
| Au-195 | | 183 сут | |  | | #5 | | 2,1-9 | | 4,8+5 | | 6,5+1 | |  | | #2 | | 1,7-9 | | 5,9+5 | |
| Au-198 | | 2,69 сут | |  | | #2 | | 4,4-9 | | 2,3+5 | | 1,2+2 | |  | | #2 | | 7,2-9 | | 1,4+5 | |
| Au-198m | | 2,30 сут | |  | | #5 | | 2,5-9 | | 4,0+5 | | 5,5+1 | |  | | #2 | | 8,5-9 | | 1,2+5 | |
| Au-199 | | 3,14 сут | |  | | #5 | | 1,0-9 | | 1,0+6 | | 1,4+2 | |  | | #2 | | 3,1-9 | | 3,2+5 | |
| Hg-194 | | 2,60+2 лет | | 8) | | #6 | | 1,4-8 | | 7,1+4 | | 8,8 | |  | | #2 | | 1,2-7 | | 8,3+3 | |
|  | |  | | 9) | | #6 | | 1,3-8 | | 7,7+4 | | 9,5 | |  | | #2 | | 3,6-9 | | 2,8+5 | |
| Hg-195m | | 1,73 сут | | 8) | | #2 | | 9,7-10 | | 1,0+6 | | 5,4+2 | |  | | #2 | | 2,8-9 | | 3,6+5 | |
|  | |  | | 9) | | #2 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | | 2,0+2 | |  | | #2 | | 3,8-9 | | 2,6+5 | |
| Hg-197 | | 2,67 сут | | 8) | | #2 | | 4,0-10 | | 2,5+6 | | 1,3+3 | |  | | #2 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | |
|  | |  | | 9) | | #5 | | 3,8-10 | | 2,6+6 | | 3,6+2 | |  | | #2 | | 1,6-9 | | 6,3+5 | |
| Hg-203 | | 46,6 сут | | 8) | | #2 | | 3,7-9 | | 2,7+5 | | 1,4+2 | |  | | #2 | | 1,1-8 | | 9,1+4 | |
|  | |  | | 9) | | #5 | | 3,0-9 | | 3,3+5 | | 4,6+1 | |  | | #2 | | 3,6-9 | | 2,8+5 | |
| Tl-200 | | 1,09 сут | |  | | #2 | | 8,7-10 | | 1,1+6 | | 6,0+2 | |  | | #2 | | 9,1-10 | | 1,1+6 | |
| Tl-201 | | 3,04 сут | |  | | #2 | | 3,3-10 | | 3,0+6 | | 1,6+3 | |  | | #2 | | 5,5-10 | | 1,8+6 | |
| Tl-202 | | 12,2 сут | |  | | #2 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | | 4,4+2 | |  | | #2 | | 2,1-9 | | 4,8+5 | |
| Tl-204 | | 3,78 лет | |  | | #2 | | 3,3-9 | | 3,0+5 | | 1,6+2 | |  | | #2 | | 8,5-9 | | 1,2+5 | |
| Pb-202 | | 3,00+5 лет | |  | | #5 | | 8,7-9 | | 1,1+5 | | 1,6+1 | |  | | #5 | | 2,7-8 | | 3,7+4 | |
| Pb-203 | | 2,17 сут | |  | | #2 | | 1,0-9 | | 1,0+6 | | 5,3+2 | |  | | #2 | | 1,3-9 | | 7,7+5 | |
| Pb-205 | | 1,43+7 лет | |  | | #5 | | 2,9-10 | | 3,4+6 | | 4,7+2 | |  | | #2 | | 9,9-10 | | 1,0+6 | |
| Pb-210 | | 22,3 лет | |  | | #5 | | 1,3-6 | | 7,7+2 | | 1,1-1 | |  | | #2 | | 3,6-6 | | 2,8+2 | |
| Bi-205 | | 15,3 сут | |  | | #5 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | | 1,1+2 | |  | | #2 | | 4,5-9 | | 2,2+5 | |
| Bi-206 | | 6,24 сут | |  | | #5 | | 2,1-9 | | 4,8+5 | | 6,5+1 | |  | | #2 | | 1,0-8 | | 1,0+5 | |
| Bi-207 | | 38,0 лет | |  | | #5 | | 6,5-9 | | 1,5+5 | | 2,1+1 | |  | | #2 | | 7,1-9 | | 1,4+5 | |
| Bi-210 | | 5,01 сут | |  | | #5 | | 1,1-7 | | 9,1+3 | | 1,2 | |  | | #2 | | 9,7-9 | | 1,0+5 | |
| Bi-210m | | 3,00+6 лет | |  | | #5 | | 4,1-6 | | 2,4+2 | | 3,3-2 | |  | | #2 | | 9,1-8 | | 1,1+4 | |
| Po-210 | | 138 сут | |  | | #5 | | 4,0-6 | | 2,5+2 | | 3,4-2 | |  | | #2 | | 8,8-6 | | 1,1+2 | |
| Ra-223 | | 11,4 сут | |  | | #5 | | 9,4-6 | | 1,1+2 | | 1,5-2 | |  | | #2 | | 1,1-6 | | 9,1+2 | |
| Ra-224 | | 3,66 сут | |  | | #5 | | 3,7-6 | | 2,7+2 | | 3,7-2 | |  | | #2 | | 6,6-7 | | 1,5+3 | |
| Ra-225 | | 14,8 сут | |  | | #5 | | 7,9-6 | | 1,3+2 | | 1,7-2 | |  | | #2 | | 1,2-6 | | 8,3+2 | |
| Ra-226 | | 1,60+3 лет | |  | | #5 | | 4,5-6 | | 2,2+2 | | 3,0-2 | |  | | #5 | | 1,5-6 | | 6,7+2 | |
| Ra-228 | | 5,75 лет | |  | | #5 | | 4,4-6 | | 2,3+2 | | 3,1-2 | |  | | #5 | | 5,3-6 | | 1,9+2 | |
| Ac-225 | | 10,0 сут | |  | | #5 | | 1,1-5 | | 9,1+1 | | 1,2-2 | |  | | #2 | | 1,8-7 | | 5,6+3 | |
| Ac-226 | | 1,21 сут | |  | | #5 | | 1,6-6 | | 6,3+2 | | 8,6-2 | |  | | #2 | | 7,6-8 | | 1,3+4 | |
| Ac-227 | | 21,8 лет | |  | | #6 | | 5,5-4 | | 1,8 | | 2,2-4 | |  | | #2 | | 3,1-6 | | 3,2+2 | |
| Th-227 | | 18,7 сут | |  | | #5 | | 1,3-5 | | 7,7+1 | | 1,1-2 | |  | | #2 | | 7,0-8 | | 1,4+4 | |
| Th-228 | | 1,91 лет | |  | | #5 | | 4,7-5 | | 2,1+1 | | 2,9-3 | |  | | #2 | | 3,7-7 | | 2,7+3 | |
| Th-229 | | 7,34+3 лет | |  | | #6 | | 7,1-5 | | 1,4+1 | | 1,7-3 | |  | | #2 | | 1,0-6 | | 1,0+3 | |
| Th-230 | | 7,70+4 лет | |  | | #6 | | 1,4-5 | | 7,1+1 | | 8,8-3 | |  | | #2 | | 4,1-7 | | 2,4+3 | |
| Th-231 | | 1,06 сут | |  | | #2 | | 1,7-9 | | 5,9+5 | | 3,1+2 | |  | | #2 | | 2,5-9 | | 4,0+5 | |
| Th-232 | | 1,40+10 лет | |  | | #6 | | 2,5-5 | | 4,0+1 | | 4,9-3 | |  | | #2 | | 4,5-7 | | 2,2+3 | |
| Th-234 | | 24,1 сут | |  | | #5 | | 9,1-9 | | 1,1+5 | | 1,5+1 | |  | | #2 | | 2,5-8 | | 4,0+4 | |
| Pa-230 | | 17,4 сут | |  | | #5 | | 9,6-7 | | 1,0+3 | | 1,4-1 | |  | | #2 | | 5,7-9 | | 1,8+5 | |
| Pa-231 | | 3,27+4 лет | |  | | #6 | | 1,4-4 | | 7,1 | | 8,8-4 | |  | | #2 | | 1,3-6 | | 7,7+2 | |
| Pa-232 | | 1,31 сут | |  | | #6 | | 1,0-8 | | 1,0+5 | | 1,2+1 | |  | | #2 | | 4,2-9 | | 2,4+5 | |
| Pa-233 | | 27,0 сут | |  | | #5 | | 4,9-9 | | 2,0+5 | | 2,8+1 | |  | | #2 | | 6,2-9 | | 1,6+5 | |
| U-230 | | 20,8 сут | |  | | #5 | | 1,7-5 | | 5,9+1 | | 8,1-3 | |  | | #2 | | 3,0-7 | | 3,3+3 | |
| U-231 | | 4,20 сут | |  | | #5 | | 4,6-10 | | 2,2+6 | | 3,0+2 | |  | | #2 | | 2,0-9 | | 5,0+5 | |
| U-232 | | 72,0 лет | |  | | #5 | | 1,0-5 | | 1,0+2 | | 1,4-2 | |  | | #5 | | 6,4-7 | | 1,6+3 | |
| U-233 | | 1,58+5 лет | |  | | #5 | | 4,3-6 | | 2,3+2 | | 3,2-2 | |  | | #2 | | 1,4-7 | | 7,1+3 | |
| U-234 | | 2,44+5 лет | |  | | #5 | | 4,2-6 | | 2,4+2 | | 3,3-2 | |  | | #2 | | 1,3-7 | | 7,7+3 | |
| U-235 | | 7,04+8 лет | |  | | #5 | | 3,7-6 | | 2,7+2 | | 3,7-2 | |  | | #2 | | 1,3-7 | | 7,7+3 | |
| U-236 | | 2,34+7 лет | |  | | #5 | | 3,9-6 | | 2,6+2 | | 3,5-2 | |  | | #2 | | 1,3-7 | | 7,7+3 | |
| U-237 | | 6,75 сут | |  | | #5 | | 2,1-9 | | 4,8+5 | | 6,5+1 | |  | | #2 | | 5,4-9 | | 1,9+5 | |
| U-238 | | 4,47+9 лет | |  | | #5 | | 3,4-6 | | 2,9+2 | | 4,0-2 | |  | | #2 | | 1,2-7 | | 6,0+2 10) | |
| Np-234 | | 4,40 сут | |  | | #2 | | 3,0-9 | | 3,3+5 | | 1,8+2 | |  | | #2 | | 4,4-9 | | 2,3+5 | |
| Np-235 | | 1,08 лет | |  | | #5 | | 5,1-10 | | 2,0+6 | | 2,7+2 | |  | | #2 | | 4,1-10 | | 2,4+6 | |
| Np-236 | | 1,15+5 лет | |  | | #6 | | 3,2-6 | | 3,1+2 | | 3,9-2 | |  | | #5 | | 1,8-8 | | 5,6+4 | |
| Np-237 | | 2,14+6 лет | |  | | #6 | | 2,3-5 | | 4,3+1 | | 5,4-3 | |  | | #2 | | 2,1-7 | | 4,8+3 | |
| Np-238 | | 2,12 сут | |  | | #6 | | 2,1-9 | | 4,8+5 | | 5,9+1 | |  | | #2 | | 6,2-9 | | 1,6+5 | |
| Np-239 | | 2,36 сут | |  | | #5 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | | 1,1+2 | |  | | #2 | | 5,7-9 | | 1,8+5 | |
| Pu-236 | | 2,85 лет | |  | | #6 | | 2,0-5 | | 5,0+1 | | 6,2-3 | |  | | #2 | | 2,2-7 | | 4,5+3 | |
| Pu-237 | | 45,3 сут | |  | | #5 | | 4,3-10 | | 2,3+6 | | 3,2+2 | |  | | #2 | | 6,9-10 | | 1,4+6 | |
| Pu-238 | | 87,7 лет | |  | | #6 | | 4,6-5 | | 2,2+1 | | 2,7-3 | |  | | #2 | | 4,0-7 | | 2,5+3 | |
| Pu-239 | | 2,41+4 лет | |  | | #6 | | 5,0-5 | | 2,0+1 | | 2,5-3 | |  | | #2 | | 4,2-7 | | 2,4+3 | |
| Pu-240 | | 6,54+3 лет | |  | | #6 | | 5,0-5 | | 2,0+1 | | 2,5-3 | |  | | #2 | | 4,2-7 | | 2,4+3 | |
| Pu-241 | | 14,4 лет | |  | | #6 | | 9,0-7 | | 1,1+3 | | 1,4-1 | |  | | #6 | | 4,8-9 | | 2,1+5 | |
| Pu-242 | | 3,76+5 лет | |  | | #6 | | 4,8-5 | | 2,1+1 | | 2,6-3 | |  | | #2 | | 4,0-7 | | 2,5+3 | |
| Pu-244 | | 8,26+7 лет | |  | | #6 | | 4,7-5 | | 2,1+1 | | 2,6-3 | |  | | #2 | | 4,1-7 | | 2,4+3 | |
| Pu-246 | | 10,9 сут | |  | | #5 | | 9,1-9 | | 1,1+5 | | 1,5+1 | |  | | #2 | | 2,3-8 | | 4,3+4 | |
| Am-240 | | 2,12 сут | |  | | #2 | | 2,2-9 | | 4,5+5 | | 2,4+2 | |  | | #2 | | 3,3-9 | | 3,0+5 | |
| Am-241 | | 4,32+2 лет | |  | | #6 | | 4,2-5 | | 2,4+1 | | 2,9-3 | |  | | #2 | | 3,7-7 | | 2,7+3 | |
| Am-242m | | 1,52+2 лет | |  | | #6 | | 3,7-5 | | 2,7+1 | | 3,3-3 | |  | | #2 | | 3,0-7 | | 3,3+3 | |
| Am-243 | | 7,38+3 лет | |  | | #6 | | 4,1-5 | | 2,4+1 | | 3,0-3 | |  | | #2 | | 3,7-7 | | 2,7+3 | |
| Cm-240 | | 27,0 сут | |  | | #5 | | 3,8-6 | | 2,6+2 | | 3,6-2 | |  | | #2 | | 4,8-8 | | 2,1+4 | |
| Cm-241 | | 32,8 сут | |  | | #5 | | 4,4-8 | | 2,3+4 | | 3,1 | |  | | #2 | | 5,7-9 | | 1,8+5 | |
| Cm-242 | | 163 сут | |  | | #5 | | 6,4-6 | | 1,6+2 | | 2,1-2 | |  | | #2 | | 7,6-8 | | 1,3+4 | |
| Cm-243 | | 28,5 лет | |  | | #6 | | 3,1-5 | | 3,2+1 | | 4,0-3 | |  | | #2 | | 3,3-7 | | 3,0+3 | |
| Cm-244 | | 18,1 лет | |  | | #6 | | 2,7-5 | | 3,7+1 | | 4,6-3 | |  | | #2 | | 2,9-7 | | 3,4+3 | |
| Cm-245 | | 8,50+3 лет | |  | | #6 | | 4,2-5 | | 2,4+1 | | 2,9-3 | |  | | #2 | | 3,7-7 | | 2,7+3 | |
| Cm-246 | | 4,73+3 лет | |  | | #6 | | 4,2-5 | | 2,4+1 | | 2,9-3 | |  | | #2 | | 3,7-7 | | 2,7+3 | |
| Cm-247 | | 1,56+7 лет | |  | | #6 | | 3,9-5 | | 2,6+1 | | 3,2-3 | |  | | #2 | | 3,5-7 | | 2,9+3 | |
| Cm-248 | | 3,39+5 лет | |  | | #6 | | 1,5-4 | | 6,7 | | 8,2-4 | |  | | #2 | | 1,4-6 | | 7,1+2 | |
| Cm-250 | | 6,90+3 лет | |  | | #6 | | 8,4-4 | | 1,2 | | 1,5-4 | |  | | #2 | | 8,2-6 | | 1,2+2 | |
| Bk-245 | | 4,94 сут | |  | | #5 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | | 5,3+1 | |  | | #2 | | 3,9-9 | | 2,6+5 | |
| Bk-246 | | 1,83 сут | |  | | #2 | | 1,7-9 | | 5,9+5 | | 3,1+2 | |  | | #2 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | |
| Bk-247 | | 1,38+3 лет | |  | | #6 | | 6,9-5 | | 1,4+1 | | 1,8-3 | |  | | #2 | | 8,6-7 | | 1,2+3 | |
| Bk-249 | | 320 сут | |  | | #6 | | 1,6-7 | | 6,3+3 | | 7,7-1 | |  | | #2 | | 2,9-9 | | 3,4+5 | |
| Cf-246 | | 1,49 сут | |  | | #5 | | 5,7-7 | | 1,8+3 | | 2,4-1 | |  | | #2 | | 2,4-8 | | 4,2+4 | |
| Cf-248 | | 334 сут | |  | | #5 | | 1,0-5 | | 1,0+2 | | 1,4-2 | |  | | #2 | | 1,6-7 | | 6,3+3 | |
| Cf-249 | | 3,50+2 лет | |  | | #6 | | 7,0-5 | | 1,4+1 | | 1,8-3 | |  | | #2 | | 8,7-7 | | 1,1+3 | |
| Cf-250 | | 13,1 лет | |  | | #6 | | 3,4-5 | | 2,9+1 | | 3,6-3 | |  | | #2 | | 5,5-7 | | 1,8+3 | |
| Cf-251 | | 8,98+2 лет | |  | | #6 | | 7,1-5 | | 1,4+1 | | 1,7-3 | |  | | #2 | | 8,8-7 | | 1,1+3 | |
| Cf-252 | | 2,64 лет | |  | | #3 | | 5,6-5 | | 1,8+1 | | 5,6-3 | |  | | #2 | | 5,1-7 | | 2,0+3 | |
| Cf-253 | | 17,8 сут | |  | | #5 | | 1,7-6 | | 5,9+2 | | 8,1-2 | |  | | #2 | | 1,1-8 | | 9,1+4 | |
| Cf-254 | | 60,5 сут | |  | | #4 | | 7,0-5 | | 1,4+1 | | 2,7-3 | |  | | #2 | | 2,6-6 | | 3,8+2 | |
| Es-251 | | 1,38 сут | |  | | #5 | | 2,6-9 | | 3,8+5 | | 5,3+1 | |  | | #2 | | 1,2-9 | | 8,3+5 | |
| Es-253 | | 20,5 сут | |  | | #5 | | 3,4-6 | | 2,9+2 | | 4,0-2 | |  | | #2 | | 4,5-8 | | 2,2+4 | |
| Es-254 | | 276 сут | |  | | #5 | | 1,0-5 | | 1,0+2 | | 1,4-2 | |  | | #2 | | 1,6-7 | | 6,3+3 | |
| Es-254m | | 1,64 сут | |  | | #5 | | 5,9-7 | | 1,7+3 | | 2,3-1 | |  | | #2 | | 3,0-8 | | 3,3+4 | |
| Fm-253 | | 3,00 сут | |  | | #5 | | 5,0-7 | | 2,0+3 | | 2,7-1 | |  | | #2 | | 6,7-9 | | 1,5+5 | |
| Fm-257 | | 101 сут | |  | | #5 | | 8,8-6 | | 1,1+2 | | 1,6-2 | |  | | #2 | | 1,1-7 | | 9,1+3 | |
| Md-258 | | 55,0 сут | |  | | #5 | | 7,3-6 | | 1,4+2 | | 1,9-2 | |  | | #2 | | 8,9-8 | | 1,1+4 | |

1 За исключением случаев, отмеченных особо, регламентированные значения относятся ко всем возможным соединениям радионуклидов, поступающим в организм с воздухом, пищей и водой.

2 Обозначение критических групп: #1 - новорожденные дети до 1 года; #2 - дети в возрасте 1-2 года; #3 - дети в возрасте 2-7 лет; #4 - дети в возрасте 7-12 лет; #5 - дети в возрасте 12-17 лет; #6 - взрослые (старше 17лет).

3 Неорганические соединения трития.

4 Органические соединения трития.

5 Неорганические соединения серы.

6 Органические соединения серы.

7 При поступлении изотопа 40K дополнительно к природной смеси изотопов калия.

8 Органические соединения ртути.

9 Неорганические соединения ртути

10 соответствует пределу годового поступления урана 50 мг/год, величина которого определяется его химической токсичностью*.*

**Приложение 2а**

**к НРБ-99/2020**

**Значения дозовых коэффициентов ε (мЗв/Бк) при поступлении радионуклидов в организм взрослых людей с водой и уровни вмешательства УВ (Бк/кг) по содержанию отдельных радионуклидов**

**в питьевой воде**

| Нуклид | ε, мЗв/Бк | УВ,  Бк/кг | Нуклид | ε, мЗв/Бк | УВ,  Бк/кг |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| H-3 | 1,8-8 | 7600 | Tc-97 | 6,8-8 | 2000 |
| Be-7 | 2,8-8 | 4900 | Tc-97m | 5,5-7 | 250 |
| C-14 | 5,8-7 | 240 | Tc-99 | 6,4-7 | 210 |
| Na-22 | 3,2-6 | 43 | Ru-97 | 1,5-7 | 910 |
| P-32 | 2,4-6 | 57 | Ru-103 | 7,3-7 | 190 |
| P-33 | 2,4-7 | 570 | Ru-106 | 7,0-6 | 20 |
| S-35 | 7,7-7 | 178 | Rh-105 | 3,7-7 | 370 |
| Cl-36 | 9,3-7 | 150 | Pd-103 | 1,9-7 | 720 |
| Ca-45 | 7,1-7 | 190 | Ag-105 | 4,7-7 | 290 |
| Ca-47 | 1,6-6 | 86 | Ag-110m | 2,8-6 | 49 |
| Sc-46 | 1,5-6 | 91 | Ag-111 | 1,3-6 | 110 |
| Sc-47 | 5,4-7 | 250 | Cd-109 | 2,0-6 | 69 |
| Sc-48 | 1,7-6 | 81 | Cd-115 | 1,4-6 | 98 |
| V-48 | 2,0-6 | 69 | Cd-115m | 3,3-6 | 42 |
| Cr-51 | 3,8-8 | 3600 | In-111 | 2,9-7 | 470 |
| Mn-51 | 9,3-8 | 1500 | In-114m | 4,1-6 | 33 |
| Mn-52 | 1,8-6 | 76 | Sn-113 | 7,3-7 | 190 |
| Mn-53 | 3,0-8 | 4600 | Sn-125 | 3,1-6 | 44 |
| Mn-54 | 7,1-7 | 193 | Sb-122 | 1,7-6 | 81 |
| Fe-55 | 3,3-7 | 420 | Sb-124 | 2,5-6 | 55 |
| Fe-59 | 1,8-6 | 76 | Sb-125 | 1,1-6 | 120 |
| Co-56 | 2,5-6 | 55 | Te-123m | 1,6-6 | 86 |
| Co-57 | 2,1-7 | 650 | Te-127 | 1,7-7 | 810 |
| Co-58 | 7,4-7 | 190 | Te-127m | 2,3-6 | 60 |
| Co-60 | 3,4-6 | 40 | Te-129 | 6,3-8 | 2100 |
| Ni-59 | 6,3-8 | 2200 | Te-129m | 3,0-6 | 46 |
| Ni-63 | 1,5-7 | 910 | Te-131 | 8,7-8 | 1600 |
| Zn-65 | 3,9-6 | 35 | Te-131m | 1,9-6 | 72 |
| Ge-71 | 1,2-8 | 11400 | Te-132 | 3,8-6 | 36 |
| As-73 | 2,6-7 | 530 | I-123 | 2,1-7 | 650 |
| As-74 | 1,3-6 | 110 | I-125 | 1,5-5 | 9,1 |
| As-76 | 1,6-6 | 86 | I-126 | 2,9-5 | 4,7 |
| As-77 | 4,0-7 | 340 | I-129 | 1,1-4 | 1,3 |
| Se-75 | 2,6-6 | 53 | I-130 | 2,0-6 | 69 |
| Br-82 | 5,4-7 | 250 | I-131 | 2,2-5 | 6,2 |
| Rb-86 | 2,8-6 | 49 | Cs-129 | 6,0-8 | 2300 |
| Sr-85 | 5,6-7 | 240 | Cs-131 | 5,8-8 | 2400 |
| Sr-89 | 2,6-6 | 53 | Cs-132 | 5,0-7 | 270 |
| Sr-90 | 2,8-5 | 4,9 | Cs-134 | 1,9-5 | 7,2 |
| Y-90 | 2,7-6 | 51 | Cs-135 | 2,0-6 | 69 |
| Y-91 | 2,4-6 | 57 | Cs-136 | 3,0-6 | 46 |
| Zr-93 | 1,1-6 | 120 | Cs-137 | 1,3-5 | 11 |
| Zr-95 | 9,5-7 | 140 | Cs-138 | 9,2-8 | 1500 |
| Nb-93m | 1,2-7 | 1100 | Ba-131 | 4,5-7 | 300 |
| Nb-94 | 1,7-6 | 81 | Ba-140 | 2,6-6 | 53 |
| Nb-95 | 5,8-7 | 240 | La-140 | 2,0-6 | 69 |
| Mo-93 | 3,1-6 | 44 | Ce-139 | 2,6-7 | 530 |
| Mo-99 | 6,0-7 | 220 | Ce-141 | 7,1-7 | 190 |
| Tc-96 | 1,1-6 | 120 | Ce-143 | 1,1-6 | 120 |
| Ce-144 | 5,2-6 | 26 | Th-231 | 3,4-7 | 400 |
| Pr-143 | 1,2-6 | 110 | Th-232 | 2,3-4 | 0,60 |
| Nd-147 | 1,1-6 | 120 | Th-234 | 3,4-6 | 40 |
| Pm-147 | 2,6-7 | 530 | U-230 | 5,6-5 | 2,5 |
| Pm-149 | 9,9-7 | 140 | U-231 | 2,8-7 | 490 |
| Sm-151 | 9,8-8 | 1400 | U-232 | 3,3-4 | 0,42 |
| Sm-153 | 7,4-7 | 190 | U-233 | 5,1-5 | 2,7 |
| Eu-152 | 1,4-6 | 98 | U-234 | 4,9-5 | 2,8 |
| Eu-154 | 2,0-6 | 69 | U-235 | 4,7-5 | 2,9 |
| Eu-155 | 3,2-7 | 430 | U-236 | 4,7-5 | 2,9 |
| Gd-153 | 2,7-7 | 510 | U-237 | 7,6-7 | 180 |
| Tb-160 | 1,6-6 | 86 | U-238 | 4,5-5 | 3,0 (0,19\*) |
| Er-169 | 3,7-7 | 370 | Pa-230 | 9,2-7 | 150 |
| Tm-171 | 1,1-7 | 1200 | Pa-231 | 7,1-4 | 0,19 |
| Yb-175 | 4,4-7 | 310 | Pa-233 | 8,7-7 | 160 |
| Ta-182 | 1,5-6 | 91 | Np-237 | 1,1-4 | 1,3 |
| W-181 | 7,6-8 | 1800 | Np-239 | 8,0-7 | 170 |
| W-185 | 4,4-7 | 310 | Pu-236 | 8,7-5 | 1,6 |
| Re-186 | 1,5-6 | 91 | Pu-237 | 1,0-7 | 1400 |
| Os-185 | 5,1-7 | 270 | Pu-238 | 2,3-4 | 0,60 |
| Os-191 | 5,7-7 | 240 | Pu-239 | 2,5-4 | 0,55 |
| Os-193 | 8,1-7 | 170 | Pu-240 | 2,5-4 | 0,55 |
| Ir-190 | 1,2-6 | 110 | Pu-241 | 4,8-6 | 29 |
| Ir-192 | 1,4-6 | 98 | Pu-242 | 2,4-4 | 0,57 |
| Pt-191 | 3,4-7 | 400 | Pu-244 | 2,4-4 | 0,57 |
| Pt-193m | 4,5-7 | 300 | Am-241 | 2,0-4 | 0,69 |
| Au-198 | 1,0-6 | 140 | Am-242 | 3,0-7 | 460 |
| Au-199 | 4,4-7 | 310 | Am-242m | 1,9-4 | 0,72 |
| Hg-197 | 2,3-7 | 600 | Am-243 | 2,0-4 | 0,69 |
| Hg-203 | 1,9-6 | 72 | Cm-242 | 1,0-5 | 14 |
| Tl-200 | 2,0-7 | 690 | Cm-243 | 1,5-4 | 0,91 |
| Tl-201 | 9,5-8 | 1400 | Cm-244 | 1,2-4 | 1,1 |
| Tl-202 | 4,5-7 | 300 | Cm-245 | 2,1-4 | 0,65 |
| Tl-204 | 1,2-6 | 110 | Cm-246 | 2,1-4 | 0,65 |
| Pb-203 | 2,4-7 | 570 | Cm-247 | 1,9-4 | 0,72 |
| Pb-210 | 6,9-4 | 0,20 | Cm-248 | 7,7-4 | 0,18 |
| Bi-206 | 1,9-6 | 72 | Bk-249 | 5,7-7 | 240 |
| Bi-207 | 1,3-6 | 110 | Cf-246 | 3,3-6 | 42 |
| Bi-210 | 1,3-6 | 110 | Cf-248 | 2,8-5 | 4,9 |
| Po-210 | 1,2-3 | 0,11 | Cf-249 | 3,5-4 | 0,39 |
| Ra-223 | 1,0-4 | 1,4 | Cf-250 | 1,6-4 | 0,86 |
| Ra-224 | 6,5-5 | 2,1 | Cf-251 | 3,6-4 | 0,38 |
| Ra-225 | 9,9-5 | 1,4 | Cf-252 | 9,0-5 | 1,5 |
| Ra-226 | 2,8-4 | 0,49 | Cf-253 | 1,4-6 | 98 |
| Ra-228 | 6,9-4 | 0,20 | Cf-254 | 4,0-4 | 0,34 |
| Th-227 | 8,8-6 | 16 | Es-253 | 6,1-6 | 22 |
| Th-228 | 7,2-5 | 1,9 | Es-254 | 2,8-5 | 4,9 |
| Th-229 | 4,9-4 | 0,28 | Es-254m | 4,2-6 | 33 |
| Th-230 | 2,1-4 | 0,65 |  |  |  |

Примечание:

\* - значение в скобках соответствует ПДК U (50 мг/л) по его химической токсичности.

**Приложение 3**

**к НРБ-99/2020**

**Распределение соединений элементов по типам при ингаляции**

| Элемент | Символ | Тип | Химические соединения |
| --- | --- | --- | --- |
| Тритий | T | Г1 | Пары тритированной воды |
|  |  | Г2 | Газообразный тритий |
|  |  | Г3 | Тритированный метан |
| Бериллий | Be | М | Оксиды, галогениды, нитраты |
|  |  | П | Иные соединения |
| Углерод | C | Г1 | Элементарный углерод |
|  |  | Г2 | Диоксид углерода (CO2) |
|  |  | Г3 | Оксид углерода (CO) |
| Фтор | F | М | Соединения с лантаноидами |
|  |  | Б | Соединения с H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr |
|  |  | П | Иные соединения |
| Натрий | Na | Б | Все соединения |
| Магний | Mg | П | Оксиды, гидроксиды, карбиды, галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Алюминий | Al | П | Оксиды, гидроксиды, карбиды, галогениды, нитраты, металл |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Кремний | Si | М | Алюмосиликаты (стекло) |
|  |  | П | Оксиды, гидроксиды, карбиды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Фосфор | P | П | Фосфаты Zn2+, Sn2+, Mg2+, Fe3+, Bi3+ и лантаноидов |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Сера | S | П | Сера в элементарной форме  сульфиды Sr, Ba, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Ag, Cu, Au, Zn, Cd, Hg, Mo, W  сульфаты Ca, Sr, Ba, Ra, As, Sb, Bi |
|  |  | Б | Иные соединения |
|  |  | Г1 | Сульфид углерода (CS2) |
|  |  | Г2 | Диоксид серы (SO2) |
| Хлор | Cl | Б | Соединения с H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr |
|  |  | П | Иные соединения |
| Калий | K | Б | Все соединения |
| Кальций | Ca | П | Все соединения |
| Скандий | Sc | М | Все соединения |
| Титан | Ti | М | SrTiO3 |
|  |  | П | Оксиды, гидроксиды, карбиды, галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Ванадий | V | П | Оксиды, гидроксиды, карбиды, галогениды |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Хром | Cr | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Марганец | Mn | П | Оксиды, гидроксиды, галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Железо | Fe | П | Оксиды, гидроксиды, галогениды |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Кобальт | Co | М | Оксиды, гидроксиды, галогениды, нитраты |
|  |  | П | Иные соединения |
| Никель | Ni | П | Оксиды, гидроксиды, карбиды |
|  |  | Б | Иные соединения |
|  |  | Г | Газообразный Ni(CO)4 |
| Медь | Cu | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Сульфиды, галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные неорганические соединения |
| Цинк | Zn | М | Все соединения |
| Галлий | Ga | П | Оксиды, гидроксиды, карбиды, галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Германий | Ge | П | Оксиды, сульфиды, галогениды |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Мышьяк | As | П | Все соединения |
| Селен | Se | П | Селен в элементарной форме |
|  |  | Б | Иные неорганические соединения |
| Бром | Br | Б | Соединения с H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr |
|  |  | П | Иные соединения |
| Рубидий | Rb | Б | Все соединения |
| Стронций | Sr | М | SrTiO3 |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Иттрий | Y | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Цирконий | Zr | М | Карбид |
|  |  | П | Оксиды, гидроксиды, галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Ниобий | Nb | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Молибден | Mo | М | Оксиды, гидроксиды, MoS2 |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Технеций | Tc | П | Оксиды, гидроксиды, галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Рутений | Ru | М | Оксиды, гидроксиды, металл |
|  |  | П | Галогениды |
|  |  | Г | Тетраоксид рутения RuO4 |
| Родий | Rh | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Галогениды |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Палладий | Pd | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Серебро | Ag | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Нитраты, сульфиды |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Кадмий | Cd | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Сульфиды, галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Индий | In | П | Оксиды, гидроксиды, галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Олово | Sn | П | Оксиды, гидроксиды, сульфиды, галогениды, нитраты, фосфат |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Сурьма | Sb | П | Оксиды, гидроксиды, галогениды, сульфиды, сульфаты, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Теллур | Te | П | Оксиды, гидроксиды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
|  |  | Г | Пары теллура |
| Иод | I | Б | Все соединения |
|  |  | Г1 | Элементарный иод |
|  |  | Г2 | Метилиод CH3I |
| Цезий | Cs | Б | Все соединения |
| Барий | Ba | Б | Все соединения |
| Лантан | La | П | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Церий | Ce | М | Оксиды, гидроксиды, фториды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Празеодим | Pr | М | Оксиды, гидроксиды, карбиды, ториды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Неодим | Nd | М | Оксиды, гидроксиды, карбиды, фториды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Прометий | Pm | М | Оксиды, гидроксиды, карбиды, фториды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Самарий | Sm | П | Все соединения |
| Европий | Eu | П | Все соединения |
| Гадолиний | Gd | П | Труднорастворимые соединения, оксиды, гидроксиды, фториды |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Тербий | Tb | П | Все соединения |
| Диспозий | Dy | П | Все соединения |
| Гольмий | Ho | П | Все соединения |
| Эрбий | Er | П | Все соединения |
| Тулий | Tm | П | Все соединения |
| Иттербий | Yb | М | Оксиды, гидроксиды, фториды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Лютеций | Lu | М | Оксиды, гидроксиды, фториды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Гафний | Hf | П | Оксиды, гидроксиды, карбиды, галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Тантал | Ta | М | Элементарный тантал, оксиды, гидроксиды, галогениды, карбиды, нитраты, нитриды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Вольфрам | W | Б | Все соединения |
| Рений | Re | П | Оксиды, гидроксиды, галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Осмий | Os | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Иридий | Ir | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Галогениды, нитраты, элементарный иридий |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Платина | Pt | Б | Все соединения |
| Золото | Au | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Ртуть | Hg | П | Оксиды, гидроксиды, галогениды, нитраты, сульфиды |
|  |  | Б | Сульфаты |
|  |  | Б | Все органические соединения |
|  |  | Г | Пары ртути |
| Таллий | Tl | Б | Все соединения |
| Свинец | Pb | Б | Все соединения |
| Висмут | Bi | Б | Нитраты |
|  |  | П | Иные соединения |
| Полоний | Po | П | Оксиды, гидроксиды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Астат | At | Б | Соединения с H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr |
|  |  | П | Иные соединения |
| Франций | Fr | Б | Все соединения |
| Радий | Ra | П | Все соединения |
| Актиний | Ac | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Галогениды, нитраты |
|  |  | Б | Иные соединения |
| Торий | Th | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Протакти­ний | Pa | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Уран | U | Б | UF6, UO2F2, UO2(NO3)2 |
|  |  | П | UO3, UF4, UCl4 |
|  |  | М | UO2, U3O8 |
| Нептуний | Np | П | Все соединения |
| Плутоний | Pu | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Иные соединения кроме хелатов |
| Америций | Am | П | Все соединения |
| Кюрий | Cm | П | Все соединения |
| Берклий | Bk | П | Все соединения |
| Калифор­ний | Cf | М | Оксиды, гидроксиды |
|  |  | П | Иные соединения |
| Эйнштей­ний | Es | П | Все соединения |
| Фермий | Fm | П | Все соединения |

**Приложение 4**

**к НРБ-99/2020**

**Минимально значимые удельная активность радионуклидов (МЗУА) и минимально значимая активность радионуклидов (МЗА)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк | Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк |
| H-3 | 106 | 109 | Sc-48 | 101 | 105 |
| Be-7 | 103 | 107 | Sc-49 | 103 | 105 |
| Be-10 | 104 | 106 | Ti-44 | 101 | 105 |
| C-11 | 101 | 106 | Ti-45 | 101 | 106 |
| C-14 | 104 | 107 | V-47 | 101 | 105 |
| N-13 | 102 | 109 | V-48 | 101 | 105 |
| Ne-19 | 102 | 109 | V-49 | 104 | 107 |
| O-15 | 102 | 109 | Cr-48 | 102 | 106 |
| F-18 | 101 | 106 | Cr-49 | 101 | 106 |
| Na-22 | 101 | 106 | Cr-51 | 103 | 107 |
| Na-24 | 101 | 105 | Mn-51 | 101 | 105 |
| Mg-28 | 101 | 105 | Mn-52 | 101 | 105 |
| Al-26 | 101 | 105 | Mn-52m | 101 | 105 |
| Si-31 | 103 | 106 | Mn-53 | 104 | 109 |
| Si-32 | 103 | 106 | Mn-54 | 101 | 106 |
| P-32 | 103 | 105 | Mn-56 | 101 | 105 |
| P-33 | 105 | 108 | Fe-52 | 101 | 106 |
| S-35 | 105 | 108 | Fe-55 | 104 | 106 |
| Cl-36 | 104 | 106 | Fe-59 | 101 | 106 |
| Cl-38 | 101 | 105 | Fe-60 | 102 | 105 |
| Cl-39 | 101 | 105 | Co-55 | 101 | 106 |
| Ar-37 | 106 | 108 | Co-56 | 101 | 105 |
| Ar-39 | 107 | 104 | Co-57 | 102 | 106 |
| Ar-41 | 102 | 109 | Co-58 | 101 | 106 |
| K-40 | 102 | 106 | Co-58m | 104 | 107 |
| K-42 | 102 | 106 | Co-60 | 101 | 105 |
| K-43 | 101 | 106 | Co-60m | 103 | 106 |
| K-44 | 101 | 105 | Co-61 | 102 | 106 |
| K-45 | 101 | 105 | Co-62m | 101 | 105 |
| Ca-41 | 105 | 107 | Ni-56 | 101 | 106 |
| Ca-45 | 104 | 107 | Ni-57 | 101 | 106 |
| Ca-47 | 101 | 106 | Ni-59 | 104 | 108 |
| Sc-43 | 101 | 106 | Ni-63 | 105 | 108 |
| Sc-44 | 101 | 105 | Ni-65 | 101 | 106 |
| Sc-45 | 102 | 107 | Ni-66 | 104 | 107 |
| Sc-46 | 101 | 106 | Cu-60 | 101 | 105 |
| Sc-47 | 102 | 106 | Cu-61 | 101 | 106 |
| Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк | Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк |
| Cu-64 | 102 | 106 | Br-74 | 101 | 105 |
| Cu-67 | 102 | 106 | Br-74m | 101 | 105 |
| Zn-62 | 102 | 106 | Br-75 | 101 | 106 |
| Zn-63 | 101 | 105 | Br-76 | 101 | 105 |
| Zn-65 | 101 | 106 | Br-77 | 102 | 106 |
| Zn-69 | 104 | 106 | Br-80 | 102 | 105 |
| Zn-69m | 102 | 106 | Br-80m | 103 | 107 |
| Zn-71m | 101 | 106 | Br-82 | 101 | 106 |
| Zn-72 | 102 | 106 | Br-83 | 103 | 106 |
| Ga-65 | 101 | 105 | Br-84 | 101 | 105 |
| Ga-66 | 101 | 105 | Kr-74 | 102 | 109 |
| Ga-67 | 102 | 106 | Kr-76 | 102 | 109 |
| Ga-68 | 101 | 105 | Kr-77 | 102 | 109 |
| Ga-70 | 102 | 106 | Kr-79 | 103 | 105 |
| Ga-72 | 101 | 105 | Kr-81 | 104 | 107 |
| Ga-73 | 102 | 106 | Kr-81m | 103 | 1010 |
| Ge-66 | 101 | 106 | Kr-83m | 105 | 1012 |
| Ge-67 | 101 | 105 | Kr-85 | 105 | 104 |
| Ge-68\* | 101 | 105 | Kr-85m | 103 | 1010 |
| Ge-69 | 101 | 105 | Kr-87 | 102 | 109 |
| Ge-71 | 104 | 108 | Kr-88 | 102 | 109 |
| Ge-75 | 103 | 106 | Rb-79 | 101 | 105 |
| Ge-77 | 101 | 105 | Rb-81 | 101 | 106 |
| Ge-78 | 102 | 106 | Rb-81m | 103 | 107 |
| As-69 | 101 | 105 | Rb-82m | 101 | 106 |
| As-70 | 101 | 105 | Rb-83\* | 102 | 106 |
| As-71 | 101 | 106 | Rb-84 | 101 | 106 |
| As-72 | 101 | 105 | Rb-86 | 102 | 105 |
| As-73 | 103 | 107 | Rb-87 | 103 | 107 |
| As-74 | 101 | 106 | Rb-88 | 102 | 105 |
| As-76 | 102 | 105 | Rb-89 | 102 | 105 |
| As-77 | 103 | 106 | Sr-80 | 103 | 107 |
| As-78 | 101 | 105 | Sr-81 | 101 | 105 |
| Se-70 | 101 | 106 | Sr-82\* | 101 | 105 |
| Se-73 | 101 | 106 | Sr-83 | 101 | 106 |
| Se-73m | 102 | 106 | Sr-85 | 102 | 106 |
| Se-75 | 102 | 106 | Sr-85m | 102 | 107 |
| Se-79 | 104 | 107 | Sr-87m | 102 | 106 |
| Se-81 | 103 | 106 | Sr-89 | 103 | 106 |
| Se-81m | 103 | 107 | Sr-90\* | 102 | 104 |
| Se-83 | 101 | 105 | Sr-91 | 101 | 105 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк | Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк |
| Sr-92 | 101 | 106 | Tc-96 | 101 | 106 |
| Y-86 | 101 | 105 | Tc-96m | 103 | 107 |
| Y-86m | 102 | 107 | Tc-97 | 103 | 108 |
| Y-87\* | 101 | 106 | Tc-97m | 103 | 107 |
| Y-88 | 101 | 106 | Tc-98 | 101 | 106 |
| Y-90 | 103 | 105 | Tc-99 | 104 | 107 |
| Y-90m | 101 | 106 | Tc-99m | 102 | 107 |
| Y-91 | 103 | 106 | Tc-101 | 102 | 106 |
| Y-91m | 102 | 106 | Tc-104 | 101 | 105 |
| Y-92 | 102 | 105 | Ru-94 | 102 | 106 |
| Y-93 | 102 | 105 | Ru-97 | 102 | 107 |
| Y-94 | 101 | 105 | Ru-103 | 102 | 106 |
| Y-95 | 101 | 105 | Ru-105 | 101 | 106 |
| Zr-86 | 102 | 107 | Ru-106\* | 102 | 105 |
| Zr-88 | 102 | 106 | Rh-99 | 101 | 106 |
| Zr-89 | 101 | 106 | Rh-99m | 101 | 106 |
| Zr-93\* | 103 | 107 | Rh-100 | 101 | 106 |
| Zr-95 | 101 | 106 | Rh-101 | 102 | 107 |
| Zr-97\* | 101 | 105 | Rh-101m | 102 | 107 |
| Nb-88 | 101 | 105 | Rh-102 | 101 | 106 |
| Nb-89(2,03ч) | 101 | 105 | Rh-102m | 102 | 106 |
| Nb-89(1,01ч) | 101 | 105 | Rh-103m | 104 | 108 |
| Nb-90 | 101 | 105 | Rh-105 | 102 | 107 |
| Nb-93m | 104 | 107 | Rh-106m | 101 | 105 |
| Nb-94 | 101 | 106 | Rh-107 | 102 | 106 |
| Nb-95 | 101 | 106 | Pd-100 | 102 | 107 |
| Nb-95m | 102 | 107 | Pd-101 | 102 | 106 |
| Nb-96 | 101 | 105 | Pd-103 | 103 | 108 |
| Nb-97 | 101 | 106 | Pd-107 | 105 | 108 |
| Nb-98 | 101 | 105 | Pd-109 | 103 | 106 |
| Mo-90 | 101 | 106 | Ag-102 | 101 | 105 |
| Mo-93 | 103 | 108 | Ag-103 | 101 | 106 |
| Mo-93m | 101 | 106 | Ag-104 | 101 | 106 |
| Mo-99 | 102 | 106 | Ag-104m | 101 | 106 |
| Mo-101 | 101 | 106 | Ag-105 | 102 | 106 |
| Tc-93 | 101 | 106 | Ag-106 | 101 | 106 |
| Tc-93m | 101 | 106 | Ag-106m | 101 | 106 |
| Tc-94 | 101 | 106 | Ag-108m | 101 | 106 |
| Tc-94m | 101 | 105 | Ag-110m | 101 | 106 |
| Tc-95 | 101 | 106 | Ag-111 | 103 | 106 |
| Tc-95m | 101 | 106 | Ag-112 | 101 | 105 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк | Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк |
| Ag-115 | 101 | 105 | Sb-118m | 101 | 106 |
| Cd-104 | 102 | 107 | Sb-119 | 103 | 107 |
| Cd-107 | 103 | 107 | Sb-120 (5,76 сут) | 101 | 106 |
| Cd-109 | 104 | 106 | Sb-120 (15,89 мин) | 102 | 106 |
| Cd-113 | 103 | 106 | Sb-122 | 102 | 104 |
| Cd-113m | 103 | 106 | Sb-124 | 101 | 106 |
| Cd-115 | 102 | 106 | Sb-124m | 102 | 106 |
| Cd-115m | 103 | 106 | Sb-125 | 102 | 106 |
| Cd-117 | 101 | 106 | Sb-126 | 101 | 105 |
| Cd-117m | 101 | 106 | Sb-126m | 101 | 105 |
| In-109 | 101 | 106 | Sb-127 | 101 | 106 |
| In-110 (4,9 ч) | 101 | 106 | Sb-128 (9,01 ч) | 101 | 105 |
| In-110 (69,1 мин) | 101 | 105 | Sb-128 (10,4 мин) | 101 | 105 |
| In-111 | 102 | 106 | Sb-129 | 101 | 106 |
| In-112 | 102 | 106 | Sb-130 | 101 | 105 |
| In-113m | 102 | 106 | Sb-131 | 101 | 106 |
| In-114 | 103 | 105 | Te-116 | 102 | 107 |
| In-114m | 102 | 106 | Te-121 | 101 | 106 |
| In-115 | 103 | 105 | Te-121m | 102 | 106 |
| In-115m | 102 | 106 | Te-123 | 103 | 106 |
| In-116m | 101 | 105 | Te-123m | 102 | 107 |
| In-117 | 101 | 106 | Te-125m | 103 | 107 |
| In-117m | 102 | 106 | Te-127 | 103 | 106 |
| In-119m | 102 | 105 | Te-127m | 103 | 107 |
| Sn-110 | 102 | 107 | Te-129 | 102 | 106 |
| Sn-111 | 102 | 106 | Te-129m | 103 | 106 |
| Sn-113 | 103 | 107 | Te-131 | 102 | 105 |
| Sn-117m | 102 | 106 | Te-131m | 101 | 106 |
| Sn-119m | 103 | 107 | Te-132 | 102 | 107 |
| Sn-121 | 105 | 107 | Te-133 | 101 | 105 |
| Sn-121m\* | 103 | 107 | Te-133m | 101 | 105 |
| Sn-123 | 103 | 106 | Te-134 | 101 | 106 |
| Sn-123m | 102 | 106 | I-120 | 101 | 105 |
| Sn-125 | 102 | 105 | I-120m | 101 | 105 |
| Sn-126\* | 101 | 105 | I-121 | 102 | 106 |
| Sn-127 | 101 | 106 | I-123 | 102 | 107 |
| Sn-128 | 101 | 106 | I-124 | 101 | 106 |
| Sb-115 | 101 | 106 | I-125 | 103 | 106 |
| Sb-116 | 101 | 106 | I-126 | 102 | 106 |
| Sb-116m | 101 | 105 | I-128 | 102 | 105 |
| Sb-117 | 102 | 107 | I-129 | 102 | 105 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк | Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк |
| I-130 | 101 | 106 | Ba-139 | 102 | 105 |
| I-131 | 102 | 106 | Ba-140\* | 101 | 105 |
| I-132 | 101 | 105 | Ba-141 | 102 | 105 |
| I-132m | 102 | 106 | Ba-142 | 102 | 106 |
| I-133 | 101 | 106 | La-131 | 101 | 106 |
| I-134 | 101 | 105 | La-132 | 101 | 106 |
| I-135 | 101 | 106 | La-135 | 103 | 107 |
| Xe-120 | 102 | 109 | La-137 | 103 | 107 |
| Xe-121 | 102 | 109 | La-138 | 101 | 106 |
| Xe-122\* | 102 | 109 | La-140 | 101 | 105 |
| Xe-123 | 102 | 109 | La-141 | 102 | 105 |
| Xe-125 | 103 | 109 | La-142 | 101 | 105 |
| Xe-127 | 103 | 105 | La-143 | 102 | 105 |
| Xe-129m | 103 | 104 | Ce-134 | 103 | 107 |
| Xe-131m | 104 | 104 | Ce-135 | 101 | 106 |
| Xe-133m | 103 | 104 | Ce-137 | 103 | 107 |
| Xe-133 | 103 | 104 | Ce-137m | 103 | 106 |
| Xe-135 | 103 | 1010 | Ce-139 | 102 | 106 |
| Xe-135m | 102 | 109 | Ce-141 | 102 | 107 |
| Xe-138 | 102 | 109 | Ce-143 | 102 | 106 |
| Cs-125 | 101 | 104 | Ce-144\* | 102 | 105 |
| Cs-127 | 102 | 105 | Pr-136 | 101 | 105 |
| Cs-129 | 102 | 105 | Pr-137 | 102 | 106 |
| Cs-130 | 102 | 106 | Pr-138m | 101 | 106 |
| Cs-131 | 103 | 106 | Pr-139 | 102 | 107 |
| Cs-132 | 101 | 105 | Pr-142 | 102 | 105 |
| Cs-134m | 103 | 105 | Pr-142m | 107 | 109 |
| Cs-134 | 101 | 104 | Pr-143 | 104 | 106 |
| Cs-135 | 104 | 107 | Pr-144 | 102 | 105 |
| Cs-135m | 101 | 106 | Pr-145 | 103 | 105 |
| Cs-136 | 101 | 105 | Pr-147 | 101 | 105 |
| Cs-137\* | 101 | 104 | Nd-136 | 102 | 106 |
| Cs-138 | 101 | 104 | Nd-138 | 103 | 107 |
| Ba-126 | 102 | 107 | Nd-139 | 102 | 106 |
| Ba-128 | 102 | 107 | Nd-139m | 101 | 106 |
| Ba-131 | 102 | 106 | Nd-141 | 102 | 107 |
| Ba-131m | 102 | 107 | Nd-147 | 102 | 106 |
| Ba-133 | 102 | 106 | Nd-149 | 102 | 106 |
| Ba-133m | 102 | 106 | Nd-151 | 101 | 105 |
| Ba-135m | 102 | 106 | Pm-141 | 101 | 105 |
| Ba-137m | 101 | 106 | Pm-143 | 102 | 106 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк | Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк |
| Pm-144 | 101 | 106 | Gd-159 | 103 | 106 |
| Pm-145 | 103 | 107 | Tb-147 | 101 | 106 |
| Pm-146 | 101 | 106 | Tb-149 | 101 | 106 |
| Pm-147 | 104 | 107 | Tb-150 | 101 | 106 |
| Pm-148 | 101 | 105 | Tb-151 | 101 | 106 |
| Pm-148m | 101 | 106 | Tb-153 | 102 | 107 |
| Pm-149 | 103 | 106 | Tb-154 | 101 | 106 |
| Pm-150 | 101 | 105 | Tb-155 | 102 | 107 |
| Pm-151 | 102 | 106 | Tb-156 | 101 | 106 |
| Sm-141 | 101 | 105 | Tb-156m (24,5 ч) | 103 | 107 |
| Sm-141m | 101 | 106 | Tb-156m (5 ч) | 104 | 107 |
| Sm-142 | 102 | 107 | Tb-157 | 104 | 107 |
| Sm-145 | 102 | 107 | Tb-158 | 101 | 106 |
| Sm-146 | 101 | 105 | Tb-160 | 101 | 106 |
| Sm-147 | 101 | 104 | Tb-161 | 103 | 106 |
| Sm-151 | 104 | 108 | Dy-155 | 101 | 106 |
| Sm-153 | 102 | 106 | Dy-157 | 102 | 106 |
| Sm-155 | 102 | 106 | Dy-159 | 103 | 107 |
| Sm-156 | 102 | 106 | Dy-165 | 103 | 106 |
| Eu-145 | 101 | 106 | Dy-166 | 103 | 106 |
| Eu-146 | 101 | 106 | Ho-155 | 102 | 106 |
| Eu-147 | 102 | 106 | Ho-157 | 102 | 106 |
| Eu-148 | 101 | 106 | Ho-159 | 102 | 106 |
| Eu-149 | 102 | 107 | Ho-161 | 102 | 107 |
| Eu-150 (34,2 г.) | 101 | 106 | Ho-162 | 102 | 107 |
| Eu-150 (12,6 ч) | 103 | 106 | Ho-162m | 101 | 106 |
| Eu-152 | 101 | 106 | Ho-164 | 103 | 106 |
| Eu-152m | 102 | 106 | Ho-164m | 103 | 107 |
| Eu-154 | 101 | 106 | Ho-166 | 103 | 105 |
| Eu-155 | 102 | 107 | Ho-166m | 101 | 106 |
| Eu-156 | 101 | 106 | Ho-167 | 102 | 106 |
| Eu-157 | 102 | 106 | Er-161 | 101 | 106 |
| Eu-158 | 101 | 105 | Er-165 | 103 | 107 |
| Gd-145 | 101 | 105 | Er-169 | 104 | 107 |
| Gd-146\* | 101 | 106 | Er-171 | 102 | 106 |
| Gd-147 | 101 | 106 | Er-172 | 102 | 106 |
| Gd-148 | 101 | 104 | Tm-162 | 101 | 106 |
| Gd-149 | 102 | 106 | Tm-166 | 101 | 106 |
| Gd-151 | 102 | 107 | Tm-167 | 102 | 106 |
| Gd-152 | 101 | 104 | Tm-170 | 103 | 106 |
| Gd-153 | 102 | 107 | Tm-171 | 104 | 108 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк | Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк |
| Tm-172 | 102 | 106 | Ta-176 | 101 | 106 |
| Tm-173 | 102 | 106 | Ta-177 | 102 | 107 |
| Tm-175 | 101 | 106 | Ta-178 | 101 | 106 |
| Yb-162 | 102 | 107 | Ta-179 | 103 | 107 |
| Yb-166 | 102 | 107 | Ta-180 | 101 | 106 |
| Yb-167 | 102 | 106 | Ta-180m | 103 | 107 |
| Yb-169 | 102 | 107 | Ta-182 | 101 | 104 |
| Yb-175 | 103 | 107 | Ta-182m | 102 | 106 |
| Yb-177 | 102 | 106 | Ta-183 | 102 | 106 |
| Yb-178 | 103 | 106 | Ta-184 | 101 | 106 |
| Lu-169 | 101 | 106 | Ta-185 | 102 | 105 |
| Lu-170 | 101 | 106 | Ta-186 | 101 | 105 |
| Lu-171 | 101 | 106 | W-176 | 102 | 106 |
| Lu-172 | 101 | 106 | W-177 | 101 | 106 |
| Lu-173 | 102 | 107 | W-178\* | 101 | 106 |
| Lu-174 | 102 | 107 | W-179 | 102 | 107 |
| Lu-174m | 102 | 107 | W-181 | 103 | 107 |
| Lu-176 | 102 | 106 | W-185 | 104 | 107 |
| Lu-176m | 103 | 106 | W-187 | 102 | 106 |
| Lu-177 | 103 | 107 | W-188\* | 102 | 105 |
| Lu-177m | 101 | 106 | Re-177 | 101 | 106 |
| Lu-178 | 102 | 105 | Re-178 | 101 | 106 |
| Lu-178m | 101 | 105 | Re-181 | 101 | 106 |
| Lu-179 | 103 | 106 | Re-182 (64 ч) | 101 | 106 |
| Hf-170 | 102 | 106 | Re-182 (12,7 ч) | 101 | 106 |
| Hf-172\* | 101 | 106 | Re-184 | 101 | 106 |
| Hf-173 | 102 | 106 | Re-184m | 102 | 106 |
| Hf-175 | 102 | 106 | Re-186 | 103 | 106 |
| Hf-177m | 101 | 105 | Re-186m | 103 | 107 |
| Hf-178m | 101 | 106 | Re-187 | 106 | 109 |
| Hf-179m | 101 | 106 | Re-188 | 102 | 105 |
| Hf-180m | 101 | 106 | Re-188m | 102 | 107 |
| Hf-181 | 101 | 106 | Re-189\* | 102 | 106 |
| Hf-182 | 102 | 106 | Os-180 | 102 | 107 |
| Hf-182m | 101 | 106 | Os-181 | 101 | 106 |
| Hf-183 | 101 | 106 | Os-182 | 102 | 106 |
| Hf-184 | 102 | 106 | Os-185 | 101 | 106 |
| Ta-172 | 101 | 106 | Os-189m | 104 | 107 |
| Ta-173 | 101 | 106 | Os-191 | 102 | 107 |
| Ta-174 | 101 | 106 | Os-191m | 103 | 107 |
| Ta-175 | 101 | 106 | Os-193 | 102 | 106 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк | Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк |
| Os-194\* | 102 | 105 | Hg-194\* | 101 | 106 |
| Ir-182 | 101 | 105 | Hg-195 | 102 | 106 |
| Ir-184 | 101 | 106 | Hg-195m | 102 | 106 |
| Ir-185 | 101 | 106 | Hg-197 | 102 | 107 |
| Ir-186 (15,8 ч) | 101 | 106 | Hg-197m | 102 | 106 |
| Ir-186 (1,75 ч) | 101 | 106 | Hg-199m | 102 | 106 |
| Ir-187 | 102 | 106 | Hg-203 | 102 | 105 |
| Ir-188 | 101 | 106 | Tl-194 | 101 | 106 |
| Ir-189\* | 102 | 107 | Tl-194m | 101 | 106 |
| Ir-190 | 101 | 106 | Tl-195 | 101 | 106 |
| Ir-190m (3,1 ч) | 101 | 106 | Tl-197 | 102 | 106 |
| Ir-190m (1,2 ч) | 104 | 107 | Tl-198 | 101 | 106 |
| Ir-192 | 101 | 104 | Tl-198m | 101 | 106 |
| Ir-192m | 102 | 107 | Tl-199 | 102 | 106 |
| Ir-193m | 104 | 107 | Tl-200 | 101 | 106 |
| Ir-194 | 102 | 105 | Tl-201 | 102 | 106 |
| Ir-194m | 101 | 106 | Tl-202 | 102 | 106 |
| Ir-195 | 102 | 106 | Tl-204 | 104 | 104 |
| Ir-195m | 102 | 106 | Pb-195m | 101 | 106 |
| Pt-186 | 101 | 106 | Pb-198 | 102 | 106 |
| Pt-188\* | 101 | 106 | Pb-199 | 101 | 106 |
| Pt-189 | 102 | 106 | Pb-200 | 102 | 106 |
| Pt-191 | 102 | 106 | Pb-201 | 101 | 106 |
| Pt-193 | 104 | 107 | Pb-202 | 103 | 106 |
| Pt-193m | 103 | 107 | Pb-202m | 101 | 106 |
| Pt-195m | 102 | 106 | Pb-203 | 102 | 106 |
| Pt-197 | 103 | 106 | Pb-205 | 104 | 107 |
| Pt-197m | 102 | 106 | Pb-209 | 105 | 106 |
| Pt-199 | 102 | 106 | Pb-210\* | 101 | 104 |
| Pt-200 | 102 | 106 | Pb-211 | 102 | 106 |
| Au-193 | 102 | 107 | Pb-212\* | 101 | 105 |
| Au-194 | 101 | 106 | Pb-214 | 102 | 106 |
| Au-195 | 102 | 107 | Bi-200 | 101 | 106 |
| Au-198 | 102 | 106 | Bi-201 | 101 | 106 |
| Au-198m | 101 | 106 | Bi-202 | 101 | 106 |
| Au-199 | 102 | 106 | Bi-203 | 101 | 106 |
| Au-200 | 102 | 105 | Bi-205 | 101 | 106 |
| Au-200m | 101 | 106 | Bi-206 | 101 | 105 |
| Au-201 | 102 | 106 | Bi-207 | 101 | 106 |
| Hg-193 | 102 | 106 | Bi-210 | 103 | 106 |
| Hg-193m | 101 | 106 | Bi-210m\* | 101 | 105 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк | Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк |
| Bi-212\* | 101 | 105 | Pa-234 | 101 | 106 |
| Bi-213 | 102 | 106 | U-230\* | 101 | 105 |
| Bi-214 | 101 | 105 | U-231 | 102 | 107 |
| Po-203 | 101 | 106 | U-232\* | 100 | 103 |
| Po-205 | 101 | 106 | U-233 | 101 | 104 |
| Po-206 | 101 | 106 | U-234 | 101 | 104 |
| Po-207 | 101 | 106 | U-235\* | 101 | 104 |
| Po-208 | 101 | 104 | U-236 | 101 | 104 |
| Po-209 | 101 | 104 | U-237 | 102 | 106 |
| Po-210 | 101 | 104 | U-238\* | 101 | 104 |
| At-207 | 101 | 106 | U-239 | 102 | 106 |
| At-211 | 103 | 107 | U-240 | 103 | 107 |
| Fr-222 | 103 | 105 | U-240\* | 101 | 106 |
| Fr-223 | 102 | 106 | U-природный\* | 100 | 103 |
| Rn-220\* | 104 | 107 | Np-232 | 101 | 106 |
| Rn-222\* | 101 | 108 | Np-233 | 102 | 107 |
| Ra-223\* | 102 | 105 | Np-234 | 101 | 106 |
| Ra-224\* | 101 | 105 | Np-235 | 103 | 107 |
| Ra-225 | 102 | 105 | Np-236 (1,15∙105 лет) | 102 | 105 |
| Ra-226\* | 101 | 104 | Np-236 (22,5 ч) | 103 | 107 |
| Ra-227 | 102 | 106 | Np-237\* | 100 | 103 |
| Ra-228\* | 101 | 105 | Np-238 | 102 | 106 |
| Ac-224 | 102 | 106 | Np-239 | 102 | 107 |
| Ac-225\* | 101 | 104 | Np-240 | 101 | 106 |
| Ac-226 | 102 | 105 | Pu-234 | 102 | 107 |
| Ac-227\* | 10-1 | 103 | Pu-235 | 102 | 107 |
| Ac-228 | 101 | 106 | Pu-236 | 101 | 104 |
| Th-226\* | 103 | 107 | Pu-237 | 103 | 107 |
| Th-227 | 101 | 104 | Pu-238 | 100 | 104 |
| Th-228\* | 100 | 104 | Pu-239 | 100 | 104 |
| Th-229\* | 100 | 103 | Pu-240 | 100 | 103 |
| Th-230 | 100 | 104 | Pu-241 | 102 | 105 |
| Th-231 | 103 | 107 | Pu-242 | 100 | 104 |
| Th-232 | 101 | 104 | Pu-243 | 103 | 107 |
| Th-234\* | 103 | 105 | Pu-244 | 100 | 104 |
| Pa-227 | 101 | 106 | Pu-245 | 102 | 106 |
| Pa-228 | 101 | 106 | Pu-246 | 102 | 106 |
| Pa-230 | 101 | 106 | Am-237 | 102 | 106 |
| Pa-231 | 100 | 103 | Am-238 | 101 | 106 |
| Pa-232 | 101 | 106 | Am-239 | 102 | 106 |
| Pa-233 | 102 | 107 | Am-240 | 101 | 106 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк | Радионуклид | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк |
| Am-241 | 100 | 104 | Bk-249 | 103 | 106 |
| Am-242 | 103 | 106 | Bk-250 | 101 | 106 |
| Am-242m\* | 100 | 104 | Cf-244 | 104 | 107 |
| Am-243\* | 100 | 103 | Cf-246 | 103 | 106 |
| Am-244 | 101 | 106 | Cf-248 | 101 | 104 |
| Am-244m | 104 | 107 | Cf-249 | 100 | 103 |
| Am-245 | 103 | 106 | Cf-250 | 101 | 104 |
| Am-246 | 101 | 105 | Cf-251 | 100 | 103 |
| Am-246m | 101 | 106 | Cf-252 | 101 | 104 |
| Cm-238 | 102 | 107 | Cf-253 | 102 | 105 |
| Cm-240 | 102 | 105 | Cf-254 | 100 | 103 |
| Cm-241 | 102 | 106 | Es-250 | 102 | 106 |
| Cm-242 | 102 | 105 | Es-251 | 102 | 107 |
| Cm-243 | 100 | 104 | Es-253 | 102 | 105 |
| Cm-244 | 101 | 104 | Es-254 | 101 | 104 |
| Cm-245 | 100 | 103 | Es-254m | 102 | 106 |
| Cm-246 | 100 | 103 | Fm-252 | 103 | 106 |
| Cm-247 | 100 | 104 | Fm-253 | 102 | 106 |
| Cm-248 | 100 | 103 | Fm-254 | 104 | 107 |
| Cm-249 | 103 | 106 | Fm-255 | 103 | 106 |
| Cm-250 | 10-1 | 103 | Fm-257 | 101 | 105 |
| Bk-245 | 102 | 106 | Md-257 | 102 | 107 |
| Bk-246 | 101 | 106 | Md-258 | 102 | 105 |
| Bk-247 | 100 | 104 |  |  |  |

Примечание:

\* - Перечисленные ниже материнские радионуклиды приведены в условиях их равновесия с дочерними, вклады которых учитываются при расчетах доз:

|  |  |
| --- | --- |
| Ge-68 | - Ga-68 |
| Rb-83 | - Kr-83m |
| Sr-82 | - Rb-82 |
| Sr-90 | - Y-90 |
| Y-87 | - Sr-87m |
| Zr-93 | - Nb-93m |
| Zr-97 | - Nb-97 |
| Ru-106 | - Rh-106 |
| Ag-108m | - Ag-108 |
| Sn-121m | - Sn-121 (0,776) |
| Sn-126 | - Sb-126m |
| Xe-122 | - I-122 |
| Cs-137 | - Ba-137m |
| Ba-140 | - La-140 |
| Ce-134 | - La-134 |
| Ce-144 | - Pr-144 |
| Gd-146 | - Eu-146 |
| Hf-172 | - La-172 |
| W-178 | - Ta-178 |
| W-188 | - Re-188 |
| Re-189 | - Os-189m(0,241) |
| Ir-189 | - Os-189m |
| Pt-188 | - Ir-188 |
| Hg-194 | - Au-194 |
| Hg-195m | - Hg-195(0,542) |
| Pb-210 | - Bi-210, Po-210 |
| Pb-212 | - Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64) |
| Bi-210m | - Tl-206 |
| Bi-212 | - Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64) |
| Rn-220 | - Po-216 |
| Rn-222 | - Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214 |
| Ra-223 | - Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207 |
| Ra-224 | - Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208(0.36), Po-212(0.64) |
| Ra-226 | - Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210 |
| Ra-228 | - Ac-228 |
| Ac-225 | - Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213(0,978), Tl-209(0,0216), Pb-209(0,978) |
| Ac-227 | - Fr-223(0,0138) |
| Th-226 | - Ra-222, Rn-218, Po-214 |
| Th-228 | - Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64) |
| Th-229 | - Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209 |
| Th-234 | - Pa-234m |
| U-230 | - Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214 |
| U-232 | - Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64) |
| U-235 | - Th-231 |
| U-238 | - Th-234, Pa-234m |
| U-240 | - Np-240m |
| U-природный | - Th-234, Pb-214, Pa-234m, Bi-214, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210 |
| Np-237 | - Pa-233 |
| Am-242m | - Am-242 |
| Am-243 | - Np-239 |

Природные радионуклиды оценивались при их попадании в потребительские товары из техногенных ИИИ (например, Ra-226, Po-210) или по их химической токсичности (например, торий, уран).

Приведенные в таблице радионуклиды в зависимости от минимально значимой суммарной активности (МЗА) делятся на 4 группы радиационной опасности:

А - 103 Бк;

Б - 104 и 105 Бк;

В - 106 и 107 Бк;

Г - 108 и 109 Бк, а также Kr-83m, Kr-85m и Xe-135m.

Приложение 2

Утверждены

постановлением Главного

государственного санитарного

врача Российской Федерации

от №

**Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2020)**

**Санитарные правила и нормативы**

**СанПиН 2.6. -20**

**I. Область применения**

1.1. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (далее – Правила) устанавливают требования по защите людей от вредного радиационного воздействия при всех условиях [облучения](#sub_14040) от [источников ионизирующего излучения](#sub_14028) (далее – ИИИ), на которые распространяется действие норм радиационной безопасности (далее – НРБ-99/2020).

1.2. Правила являются обязательными для исполнения на территории Российской Федерации всеми юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, независимо от их подчиненности и формы собственности, в результате деятельности которых возможно облучение людей, а также для администраций субъектов Российской Федерации, местных органов власти, граждан Российской Федерации, иностранных граждан и лиц без гражданства, проживающих на территории Российской Федерации.

1.3. Действие Правил распространяются на всех юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих:

* проектирование, добычу, производство, хранение, использование, транспортирование радиоактивных веществ и других техногенных ИИИ;
* сбор, хранение, переработку, транспортирование и захоронение радиоактивных отходов;
* монтаж, ремонт и наладку приборов, установок и аппаратов, действие которых основано на использовании ионизирующего излучения, и устройств, генерирующих ионизирующее излучение;
* радиационный контроль техногенных ИИИ.

Правила также распространяются на юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, от деятельности которых зависит уровень облучения людей природными ИИИ, а также выполняющих работы на территории, загрязненной радиоактивными веществами».

1.4. Правила являются обязательными при проектировании, строительстве, эксплуатации, реконструкции, перепрофилировании и выводе из эксплуатации радиационных объектов.

1.5. Правилами должны руководствоваться в своей работе органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, а также иные органы исполнительной власти, осуществляющие контроль в области обеспечения радиационной безопасности, специальные службы, осуществляющие контроль за безопасностью.

1.6. Нормативные правовые акты в области обеспечения радиационной безопасности, принимаемые федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, решения юридических лиц по указанным вопросам, государственные стандарты, строительные нормы и правила, правила охраны труда, правила в области охраны окружающей среды, ветеринарные правила не должны противоречить положениям настоящих Правил.

1.7. Техногенные ИИИ и радиоактивные отходы (далее – РАО) подлежат обязательному контролю и учету. Обращение с техногенными ИИИ или РАО допускается только при наличии санитарно-эпидемиологического заключения (далее – СЭЗ)[[13]](#footnote-13).

1.7.1. Полностью освобождаются от регулирующего контроля и учета все виды обращения с:

- материалами или изделиями, удельная активность техногенного радионуклида в которых меньше значения, допускающего их неограниченное использование (далее – УАНИ) приведенного для него в приложении 3 к настоящим Правилам (при наличии нескольких техногенных радионуклидов - сумма отношений удельных активностей радионуклидов к значениям их УАНИ не превышает 1);

- любыми электрофизическими устройствами, генерирующими ионизирующее излучение с максимальной энергией не более 5 кэВ.

1.7.2. Освобождаются от регулирующего контроля после проведения экспертизы и оформления СЭЗ все виды обращения с:

- радионуклидными ИИИ, активность радионуклида в которых на рабочем месте не превышает его минимально-значимой активности (далее – МЗА), приведенной в приложении 4 к НРБ-99/2020 (при наличии в источнике нескольких техногенных радионуклидов - сумма отношений активностей радионуклидов к значениям их МЗА не превышает 1);

- изделиями, содержащими радионуклидные ИИИ, мощность амбиентного эквивалента дозы (далее – МАД) в любой доступной точке на расстоянии 0,1 м от поверхности которых при любых возможных режимах эксплуатации изделия не превышает 1,0 мкЗв/ч; при этом активность радионуклида в источнике не должна превышать одной сотой его минимально лицензируемой активности (далее – МЛА), приведенной в приложении 6 к настоящим Правилам, должна быть исключена возможность доступа пользователя к радионуклидному ИИИ без нарушения конструкции изделия или пломбы изготовителя и обеспечена надежная герметизация радиоактивного содержимого при всех возможных условиях эксплуатации изделия;

- продукцией, товарами, содержащими техногенные радионуклиды, если создаваемые ими дозы облучения при любом обращении с ними не могут превысить значения, приведенные в п. 1.4 НРБ-99/2020;

- электрофизическими устройствами, генерирующими ионизирующее излучение, при любых возможных режимах и условиях эксплуатации которых МАД в любой доступной точке на расстоянии 0,1 м от поверхности устройства не превышает 1,0 мкЗв/ч. Под любыми возможными режимами эксплуатации изделия понимаются любые режимы, которые может установить пользователь, не нарушая конструкцию изделия или пломбу изготовителя.

Использование освобожденных от регулирующего контроля радионуклидных ИИИ, материалов, изделий и устройств осуществляется как источников, материалов, изделий и устройств, не представляющих радиационной опасности».

1.8. Деятельность в области использования техногенных ИИИ и (или) обращения с РАО осуществляется при наличии специального разрешения (лицензии) на право осуществления этой деятельности, выданного органами, уполномоченными осуществлять лицензирование.

1.8.1. Лицензия на право осуществления деятельности в области использования техногенных ИИИ не требуется:

- организациям, использующим техногенные ИИИ или содержащие их изделия, обращение с которыми освобождается от регулирующего контроля в соответствии с пунктами 1.7.1 – 1.7.2;

- медицинским организациям, использующим установки, генерирующие ионизирующее излучение, для медицинской диагностики или лечения пациентов и имеющим лицензию на медицинскую деятельность, включающую соответствующие виды диагностики или лечения;

- организациям, использующим радионуклидные ИИИ, активность техногенного радионуклида в каждом из которых не превышает его МЛА (при наличии в источнике нескольких техногенных радионуклидов - сумма отношений активностей радионуклидов к их МЛА не превышает 1).

**II. Общие положения**

**2.1. Основные принципы обеспечения радиационной безопасности**

2.1.1. Радиационная безопасность персонала, населения и окружающей среды считается обеспеченной, если соблюдаются основные принципы радиационной безопасности (обоснование, оптимизация, нормирование) и требования радиационной защиты, установленных в Федеральном законе от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»[[14]](#footnote-14) (далее - Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ, НРБ-99/2020 и настоящих Правил.

2.1.2. **Принцип обоснования** применяется при проектировании новых ИИИ и радиационных объектов, при выдаче лицензий и утверждении нормативно-технической документации на использование ИИИ, а также при изменении условий их эксплуатации (приложение 1 к настоящим Правилам).

При радиационной аварии принцип обоснования относится не к ИИИ и условиям облучения, а к защитному мероприятию. При этом в качестве величины пользы следует оценивать предотвращенную данным мероприятием дозу. Мероприятия, направленные на восстановление контроля над ИИИ, должны проводиться в обязательном порядке.

2.1.3. **Принцип оптимизации** применяется в условиях нормальной эксплуатации ИИИ в соответствии с приложением 1 к настоящим Правилам.

При радиационной аварии, когда вместо пределов доз действуют более высокие уровни вмешательства, принцип оптимизации должен применяться к защитному мероприятию с учетом предотвращаемой дозы облучения и ущерба, связанного с вмешательством.

2.1.4. **Принцип нормирования** обязаны применять и выполнять все юридические лица и индивидуальные предприниматели, от которых зависит уровень облучения людей и которые должны обеспечивать непревышение пределов доз, установленных в Федеральном законе от 09.01.1996 № 3-ФЗ и НРБ-99/2020.

2.1.4. Для контроля за эффективными и эквивалентными дозами облучения, регламентированными НРБ-99/2020, введена система дополнительных производных нормативов от пределов доз: допустимые значения объёмной активности радионуклидов в воздухе помещений, пределы годового поступления радионуклидов в организм, допустимые значения плотности потока частиц и другие показатели.

Поскольку производные нормативы при техногенном облучении рассчитаны для монофакторного воздействия и каждый из них исчерпывает весь предел дозы, то их использование при многофакторном воздействии должно быть основано на выполнении условия непревышения единицы суммой отношений всех контролируемых величин к их допустимым значениям.

2.1.5. Радиационное воздействие на население, проживающее в зоне наблюдения радиационного объекта 1 категории или находящееся в зоне влияния нескольких радиационных объектов, должно быть ограничено квотами от предела дозы, установленными для каждого радиационного объекта, обеспечивающими непревышение среднегодового значения предела дозы для населения.

**2.2. Оценка состояния радиационной безопасности**

2.2.1. Оценка состояния радиационной безопасности в организации и в каждом регионе должна основываться на следующих показателях, предусмотренных Федеральным законом от 09.01.1996 № 3-ФЗ:

- характеристика радиоактивного загрязнения окружающей среды;

- анализ обеспечения мероприятий по радиационной безопасности и выполнения норм, правил и гигиенических нормативов в области радиационной безопасности;

- вероятность радиационных аварий и их масштаб;

- степень готовности к эффективной ликвидации радиационных аварий и их последствий;

- анализ доз облучения, получаемых персоналом и отдельными группами населения от всех ИИИ;

- число лиц, подвергшихся облучению выше установленных пределов доз облучения;

- показатель радиационного риска.

2.2.2. Показатели, указанные в пункте 2.2.1, характеризующие состояние радиационной безопасности персонала радиационных объектов и населения, должны ежегодно отражаться в радиационно-гигиенических паспортах организаций и территорий в соответствии с порядком, установленным Правительством Российской Федерации[[15]](#footnote-15).

2.2.3. Анализ данных, приведенных в радиационно-гигиенических паспортах организаций и территорий, следует проводить путем сопоставления их с требованиями НРБ-99/2020, настоящих Правил и с данными предыдущих лет.

**2.3. Пути обеспечения радиационной безопасности**

2.3.1. Радиационная безопасность на радиационном объекте и вокруг него обеспечивается за счет:

- качества проекта радиационного объекта;

- обоснованного выбора района и площадки для размещения радиационного объекта;

- обеспечения сохранности ИИИ и исключения возможности их несанкционированного использования;

- зонирования территории вокруг объектов I - III категорий потенциальной радиационной опасности и внутри них;

- условий эксплуатации технологических систем;

- санитарно-эпидемиологической оценки и лицензирования деятельности с ИИИ;

- наличия системы радиационного контроля;

- планирования и проведения мероприятий по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при нормальной работе объекта и при радиационной аварии, при его реконструкции и выводе из эксплуатации;

- повышения радиационно-гигиенической грамотности персонала и населения.

2.3.2. Радиационная безопасность персонала обеспечивается:

- ограничениями допуска к работе с ИИИ по возрасту, полу, состоянию здоровья, уровню предыдущего облучения и другим показателям;

- знанием и соблюдением правил работы с ИИИ;

- защитными барьерами, экранами и расстоянием от ИИИ, а также ограничением времени работы с ИИИ;

- созданием условий труда, отвечающих требованиям НРБ-99/2020 и настоящих Правил;

- применением индивидуальных средств защиты;

- соблюдением установленных контрольных уровней;

- организацией радиационного контроля;

- организацией системы информирования о радиационной обстановке;

- проведением эффективных мероприятий по защите персонала при планировании повышенного облучения в случае аварии.

2.3.3. Радиационная безопасность населения обеспечивается:

- созданием условий жизнедеятельности людей, отвечающих требованиям НРБ-99/2020 и настоящих Правил;

- установлением допустимых уровней воздействия для облучения от техногенных ИИИ;

- организацией радиационного контроля;

- эффективностью планирования и проведения мероприятий по радиационной защите в условиях нормального использования радиационных объектов и в случае радиационной аварии;

- организацией системы информации о радиационной обстановке вне промышленных площадок радиационных объектов.

2.3.4. Радиационная безопасность пациентов при медицинском облучении обеспечивается:

- обоснованием целесообразности рент­генорадиолог­иче­ского исследо­вания или лечебной процедуры;

- оптимизацией радиационной защиты пациента.

2.3.5. Радиационная безопасность персонала и населения от источников потенциального облучения обеспечивается применением технических мер по снижению вероятности возможных радиационных аварий, а также мер по минимизации их последствий.

2.3.6. Радиационная безопасность населения на территориях, где вследствие прошлой хозяйственной деятельности или радиационных аварий имеется остаточное радиоактивное загрязнение или источники потенциального облучения, обеспечивается мерами защиты, на основе принципа оптимизации, направленными на локализацию источника, ограничение доступа и/или информирование населения о факторах радиационной опасности.

2.3.7. При разработке мероприятий по снижению доз облучения персонала и населения следует исходить из следующих основных положений:

- индивидуальные дозы должны снижаться, прежде всего, там, где они превышают основные пределы доз;

- мероприятия по коллективной защите людей должны осуществляться в отношении тех ИИИ, где, в соответствии с принципом оптимизации, достижимо наибольшее снижение коллективной дозы облучения при минимальных затратах;

- снижение доз от каждого ИИИ должно, прежде всего, достигаться за счет уменьшения облучения критических групп населения для этого ИИИ.

**2.4. Общие требования к радиационному контролю**

2.4.1. Организации, осуществляющие деятельность с использованием источников ионизирующего излучения, проводят производственный контроль за обеспечением радиационной безопасности.

Порядок проведения производственного контроля за обеспечением радиационной безопасности разрабатывается в каждой организации с учетом особенностей и условий выполняемых ею работ и согласовывается с органами исполнительной власти, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

2.4.2. Радиационный контроль является частью производственного контроля за обеспечением радиационной безопасности и должен охватывать все основные виды воздействия ионизирующего излучения на человека.

2.4.3. Целью радиационного контроля является получение информации об индивидуальных и коллективных дозах облучения персонала, пациентов и населения, а также показателях, характеризующих радиационную обстановку.

2.4.4. Объектами радиационного контроля являются:

- персонал групп А и Б при воздействии на них ионизирующего излучения в производственных условиях;

- пациенты при выполнении медицинских рентгенорадиологических процедур;

- население при воздействии на него природных и техногенных ИИИ;

- среда обитания человека.

2.4.5. Программа радиационного контроля в организации, где планируется обращение с ИИИ, разрабатывается на стадии проектирования. В проекте радиационного объекта должны быть определены виды, объем и порядок проведения контроля, перечень технических средств и штат работников, необходимых для его осуществления.

Виды и объём радиационного контроля могут уточняться в зависимости от конкретной радиационной обстановки в данной организации и на прилегающей территории.

2.4.6. В зависимости от объема и характера работ, радиационный контроль осуществляется службой радиационной безопасности или лицом, ответственным за радиационный контроль, прошедшим специальную подготовку.

2.4.7. Радиационный контроль организаций и территорий предусматривает проведение контроля и учета индивидуальных доз облучения работников (персонала) и населения. Контроль и учет доз облучения персонала и населения должен проводиться с учетом требований Единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения населения (далее - ЕСКИД).

2.4.8. Результаты радиационного контроля используются для оценки радиационной обстановки, установления контрольных уровней, разработки мероприятий по снижению доз облучения и оценки их эффективности.

**2.5. Требования к администрации и персоналу радиационного объекта**

2.5.1. Администрация радиационного объекта несет ответственность за радиационную безопасность и должна обеспечивать:

- разработку контрольных уровней воздействия радиационных факторов в организации и санитарно-защитной зоне, а также инструкции по радиационной безопасности, инструкции по действиям персонала при радиационных авариях, плана мероприятий по защите персонала от радиационной аварии и ее последствий, порядка проведения производственного контроля за обеспечением радиационной безопасности;

- установление перечня лиц, относящихся к персоналу групп А и Б;

- создание условий работы с ИИИ, соответствующих настоящим Правилам;

- планирование и осуществление мероприятий по обеспечению и совершенствованию радиационной безопасности в организации;

- систематический контроль радиационной обстановки на рабочих местах, в помещениях, на территории организации, в санитарно-защитной зоне и в зоне наблюдения, а также за выбросом и сбросом радиоактивных веществ;

- контроль и учет индивидуальных доз облучения персонала;

- информирование персонала об уровнях излучения на рабочих местах и об индивидуальных дозах облучения;

- обучение по вопросам обеспечения радиационной безопасности руководителей и исполнителей работ, специалистов служб радиационной безопасности, других лиц, постоянно или временно выполняющих работы с ИИИ;

- проведение инструктажа и проверку знаний персонала в области радиационной безопасности;

- проведение предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров персонала;

- ежегодное в установленные сроки представление заполненного радиационно-гигиенического паспорта организации;

2.5.2. Персоналу группы А следует:

- знать и выполнять требования по обеспечению радиационной безопасности;

- использовать в предусмотренных случаях средства индивидуальной защиты;

- выполнять установленные требования по предупреждению радиационной аварии и правила поведения в случае ее возникновения;

- своевременно проходить периодические медицинские осмотры и выполнять рекомендации медицинской комиссии;

- обо всех обнаруженных неисправностях в работе установок, приборов и аппаратов, являющихся ИИИ, немедленно ставить в известность руководителя (цеха, участка, лаборатории) и службу радиационной безопасности (лицо, ответственное за радиационную безопасность);

- выполнять указания работников службы радиационной безопасности, касающиеся обеспечения радиационной безопасности при выполнении работ.

2.5.3 Персонал группы Б должен знать свои действия в случае радиационной аварии.

**III. Радиационная безопасность персонала и населения при эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения**

**3.1. Классификация радиационных объектов по потенциальной радиационной опасности**

3.1.1. Потенциальная опасность объекта (сооружения, здания, огороженного комплекса зданий), где осуществляется обращение с техногенными ИИИ (далее - радиационного объекта) определяется его возможным радиационным воздействием на население и персонал при радиационной аварии.

Потенциально более опасными являются радиационные объекты, в результате деятельности которых при аварии возможно облучение не только работников объекта, но и населения. Наименее опасными радиационными объектами являются те, где исключена возможность облучения лиц, не относящихся к персоналу.

По потенциальной радиационной опасности устанавливается четыре категории объектов.

3.1.2. К I категории относятся радиационные объекты, при аварии на которых возможно их радиационное воздействие на население и могут потребоваться меры по его защите.

3.1.3. Во II категории объектов радиационное воздействие при аварии ограничивается территорией санитарно-защитной зоны.

3.1.4. К III категории относятся объекты, радиационное воздействие при аварии которых ограничивается территорией объекта.

3.1.5. К IV категории относятся объекты, радиационное воздействие от которых при аварии ограничивается помещениями, где проводятся работы с ИИИ.

3.1.6. Установление категории радиационного объекта базируется на оценке последствий аварий, возникновение которых не связано с транспортированием ИИИ за пределами территории объекта и гипотетическим внешним воздействием (взрывы в результате попадания ракеты, падения самолета или террористического акта). Категория радиационных объектов должна устанавливаться на этапе их проектирования. Для действующих радиационных объектов категории устанавливаются администрацией по согласованию с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

**3.2. Размещение радиационных объектов и зонирование территорий**

3.2.1. При выборе места строительства радиационного объекта необходимо учитывать категорию объекта, его потенциальную радиационную и химическую опасность для населения и окружающей среды. Площадка для вновь строящихся объектов должна отвечать требованиям настоящих Правил.

3.2.2. При выборе места размещения радиационных объектов I – III категории должны быть оценены метеорологические, гидрологические, геологические и сейсмические факторы, влияющие на безопасность радиационных объектов при их нормальной эксплуатации и при возможных авариях.

3.2.3. При выборе площадки для строительства радиационных объектов I – III категории, на которых происходит обращение с радиоактивными веществами, следует отдавать предпочтение участкам:

- расположенным на малонаселенных незатопляемых территориях;

- имеющим устойчивый ветровой режим;

- ограничивающим возможность распространения радиоактивных веществ за пределы промышленной площадки объекта, благодаря своим топографическим и гидрогеологическим условиям.

3.2.4. Радиационные объекты I и II категорий должны располагаться с учетом розы ветров преимущественно с подветренной стороны по отношению к жилой территории, лечебно-профилактическим и детским учреждениям, а также к местам отдыха и спортивным сооружениям.

3.2.5. Генеральный план радиационного объекта должен разрабатываться с учетом развития производства, прогноза радиационной обста­новки на объекте и вокруг него и возможности возникновения радиаци­онных аварий.

3.2.6. Размещение радиационного объекта должно быть согласовано с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор,с учетом перспектив развития как самого объекта, так и района его размещения.

3.2.7. Не допускается размещение ИИИ и работа с ними в жилых зданиях и детских организациях, за исключением:

- размещения и использования для рентгеностоматологических исследований пациентов стоматологических рентгенодиагностических аппаратов с цифровой обработкой изображения, при условии обеспечения требований норм радиационной безопасности для населения на внутренних поверхностях стен (перекрытий) процедурной рентгеностоматологического кабинета, отделяющих ее от жилых помещений;

- проведения рентгенодиагностических исследований нетранспортабельных пациентов с использованием переносных рентгенодиагностических аппаратов с цифровой обработкой изображения при условии обеспечения требований норм радиационной безопасности;

- размещения в детских лечебных учреждениях и родильных домах установок с ИИИ, и использование их для диагностики и лечения пациентов.

3.2.8. Вокруг радиационных объектов I – III категорий устанавливается санитарно-защитная зона (территория вокруг радиационного объекта, за пределами которой годовая эффективная доза облучения населения за счет нормального использования радиационного объекта не превышает 1 мЗв или квоту, если она установлена для данного радиационного объекта), а вокруг радиационных объектов I категории - также и зона наблюдения (территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой проводится радиационный контроль). Для радиационных объектов III категории санитарно-защитная зона ограничивается территорией объекта, для радиационных объектов IV категории установления зон не предусмотрено.

3.2.9. Размеры санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения вокруг радиационного объекта устанавливаются с учетом уровней внешнего облучения, а также величин и площадей возможного распространения радиоактивных выбросов и сбросов.

При расположении на одной площадке комплекса радиационных объектов санитарно-защитная зона и зона наблюдения устанавливаются с учетом суммарного воздействия объектов.

Внутренняя граница зоны наблюдения всегда совпадает с внешней границей санитарно-защитной зоны.

3.2.10. Радиационное воздействие на население, проживающее в зоне наблюдения радиационного объекта I категории или находящееся в зоне влияния нескольких радиационных объектов, должно быть ограничено квотами от предела дозы, установленными для каждого радиационного объекта, обеспечивающими непревышение среднегодового значения предела дозы для населения.

3.2.11. Размеры санитарно-защитной зоны (полосы отчуждения) вдоль трассы трубопровода для удаления жидких радиоактивных отходов устанавливаются в зависимости от активности последних, рельефа местности, характера грунтов, глубины заложения трубопровода, уровня напора в ней и должны быть не менее 20 м в каждую сторону от трубопровода.

3.2.12. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения вокруг судов и иных плавсредств (плавучих изделий) с ядерными установками устанавливаются в местах их ввода в эксплуатацию, в портах стоянки и в местах снятия с эксплуатации.

3.2.13. Границы санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения радиационного объекта на стадии проектирования должны быть согласованы с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

3.2.14. В санитарно-защитной зоне радиационного объекта запрещается постоянное или временное проживание, размещение детских учреждений, а также не относящихся к функционированию радиационного объекта лечебных учреждений, предприятий общественного питания, промышленных объектов, подсобных и иных сооружений и объектов. Территория санитарно-защитной зоны должна быть благоустроена и озеленена.

3.2.15. В санитарно-защитной зоне вводится режим ограничения на хозяйственную деятельность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Использование земель санитарно-защитной зоны для сельскохозяйственных целей возможно только с разрешения органов, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор. В этом случае вся вырабатываемая продукция подлежит радиационному контролю.

3.2.16. В зоне наблюдения, на случай аварийного выброса радиоактивных веществ, администрацией территории должен быть преду­смотрен комплекс защитных мероприятий в соответствии с требова­ниями раздела VI настоящих Правил.

3.2.17. В санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения силами службы радиационной безопасности объекта должен проводиться радиацион­ный контроль.

**3.3. Проектирование радиационных объектов**

3.3.1. Проектная документация на радиационные объекты должна содержать обоснование мер безопасности при конструировании, строительстве, реконструкции, эксплуатации, выводе из эксплуатации, а также в случае аварии, и её рассмотрение и утверждение должно проводиться в соответствии с действующим законодательством.

3.3.2. В проектной документации радиационного объекта для каждого помещения (участка, территории) указывается:

- при работе с открытыми радионуклидными ИИИ, при использовании которых возможно поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду: радионуклид, соединение, агрегатное состояние, активность на рабочем месте, годовое потребление, вид и характер планируемых работ, класс работ;

- при работе с закрытыми радионуклидными ИИИ, устройство которых исключает поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду в условиях применения и износа, на которые он рассчитан: радионуклид, его вид, активность, допустимое количество источников на рабочем месте и их суммарная активность, характер планируемых работ;

- при работе с устройствами, генерирующими ионизирующее излучение за счет изменения скорости заряженных частиц, их аннигиляции или ядерных реакций: тип устройства, вид, энергия и интенсивность генерируемого излучения и (или) анодное напряжение, сила тока, мощность, максимально допустимое число одновременно работающих устройств, размещенных в одном помещении (на участке, территории);

- при работах на ядерных реакторах, с генераторами радионуклидов, РАО и с другими ИИИ со сложной радиационной характеристикой: ИИИ и его радиационные характеристики (радионуклидный состав, активность, энергия, интенсивность излучения).

Для всех работ указываются их характер и ограничительные условия.

3.3.3. Проектирование защиты от внешнего облучения персонала и населения необходимо проводить с коэффициентом запаса по годовой эффективной дозе не менее 2. При этом необходимо учитывать наличие других ИИИ и перспективное увеличение их мощности**.**

3.3.4. Проектирование защиты от внешнего ионизирующего излучения должно выполняться с учетом назначения помещений, категорий облучаемых лиц и длительности облучения с коэффициентом запаса, k, по годовой эффективной дозе не менее 2. При расчете защиты проектная мощность эквивалентной дозы излучения *Н* на поверхности защиты определяется по формуле:

, мкЗв/ч

где: D - предел дозы для персонала или населения, мЗв в год;

T - продолжительность облучения, часов в год;

k - коэффициент запаса.

Значения проектной мощности эквивалентной дозы для стандартной продолжительности пребывания в помещениях и на территориях персонала и населения с коэффициентом запаса 2 приведены в таблице 3.3.1.

3.3.5. Эффективная доза критической группы населения за 70 лет жизни, обусловленная годовым выбросом и сбросом радиационного объекта, не должна превышать установленной для него квоты от предела дозы.

**Таблица 3.3.1**

**Мощность амбиентного эквивалента дозы, используемая при проектировании защиты от внешнего ионизирующего излучения**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория  облучаемых зон | | Назначение помещений  и территорий | Продолжительность облучения, ч/год | Проектная мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч |
| П  е  р  с  о  н  а  л | группа А | Помещения постоянного пребывания персонала | 1 700 | 6,0 |
| Помещения временного пребывания персонала | 850 | 12 |
| группа Б | Помещения радиационного объекта и территория санитарно-защитной зоны, где находится персонал | 2 000 | 1,2 |
| Население | | Любые другие помещения и территории | 8 800 | 0,06 |

Примечания:

1. В таблице приведены значения мощности дозы от техногенных ИИИ, имеющихся в организации.

2. Переход от измеряемых значений амбиентного эквивалента дозы к эффективной дозе осуществляется по специальным методическим рекомендациям.

Для рентгеновских аппаратов и ускорителей расчет ведется с учетом радиационного выхода и рабочей нагрузки аппарата по методикам, утвержденным органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

3.3.6. При проектировании радиационных объектов и выборе технологических схем работ следует обеспечить:

- минимальное облучение персонала и населения в соответствии с принципом оптимизации;

- максимальную автоматизацию и механизацию операций;

- автоматизированный и визуальный контроль за ходом технологического процесса;

- применение наименее токсичных и вредных веществ;

- минимальные уровни шума, вибрации и других вредных факторов;

- минимальные выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду;

- минимальное количество радиоактивных отходов с простыми, надежными способами их временного хранения и переработки;

- звуковую и/или световую сигнализацию о нарушениях технологического процесса;

- блокировки.

3.3.7. Технологическое оборудование для работ с радиоактивными веществами должно удовлетворять следующим требованиям:

- конструкция должна быть надежной и удобной в эксплуатации, обладать необходимой герметичностью, обеспечивать возможность применения дистанционных методов управления и контроля за ходом работы оборудования:

- изготавливаться из прочных коррозионно- и радиационно-стойких материалов, легко поддающихся дезактивации;

- наружные и внутренние поверхности оборудования должны быть доступными для проведения дезактивации.

3.3.8. В проекте радиационного объекта должен быть предусмотрен комплекс организационных, технических и санитарно-гигиенических мероприятий по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при проведении ремонтных работ.

**3.4. Организация работ с техногенными ИИИ**

3.4.1 Деятельность, связанная с использованием ИИИ, за исключением использования источников, упомянутых в пункте 1.8.1 Правил, не допускается без наличия лицензии на данный вид деятельности, выдаваемой в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

3.4.2. Все виды обращения с ИИИ, включая радиационный контроль, разрешаются только при наличии СЭЗ, которое выдают органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, по заявлению юридического лица или индивидуального предпринимателя.

СЭЗ действительно на срок не более пяти лет. По истечении срока действия СЭЗ по запросу юридического лица или индивидуального предпринимателя органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, решают вопрос об оформлении нового СЭЗ.

3.4.3. Работа с ИИИ разрешается только в помещениях, зданиях (сооружениях) и на территориях, указанных в СЭЗ.

Проведение работ, не связанных с применением ИИИ, в этих помещениях допускается только в случае, если они вызваны производственной необходимостью. На дверях каждого помещения должны быть указаны его назначение, класс проводимых работ с открытыми радионуклидными источниками и знак радиационной опасности.

3.4.4. Оборудование,аппараты, контейнеры, упаковки, передвижные установки, специальные транспортные средства, содержащие ИИИ, должны иметь знак радиационной опасности**.**

3.4.5. Допускается не наносить знак радиационной опасности на оборудование в помещении, где постоянно проводятся работы с ИИИ, на входе в которое имеется знак радиационной опасности.

3.4.6. Обеспечение условий сохранности ИИИ осуществляет администрация юридического лица или индивидуальный предприниматель.

3.4.7. При вывозе ИИИ, СЭЗ на работу с которым допускает его использование в нестационарных условиях, следует поставить в известность (в письменной форме) органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, по месту планируемого проведения работ с источником. Оформление нового СЭЗ по месту планируемого проведения работ не требуется, если не предусмотрена организация временного хранилища радионуклидных источников.

3.4.8. При создании временных хранилищ закрытых радионуклидных ИИИ вне территории организаций, проводящих работы с ИИИ в нестационарных условиях, должны выполняться требования п. 3.5.13.

3.4.9. К моменту получения ИИИ юридическое лицо или индивидуальный предприниматель утверждает список лиц, допущенных к работе с ним, обеспечивает их необходимое обучение, назначает лиц, ответственных за обеспечение радиационной безопасности, учет и хранение ИИИ, за организацию сбора, хранения и сдачу радиоактивных отходов, радиационный контроль.

3.4.10. При прекращении работ с ИИИ юридические лица и индивидуальные предприниматели информируют об этом органы, осуществляющие федеральный государственныйсанитарно-эпидемиологический надзор.

Вопрос дальнейшего использования помещений, в которых проводились работы с радиоактивными веществами, решается после проведения радиационного контроля, а при необходимости, проведения дезактивационных работ.

3.4.11. К работе с ИИИ допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, отнесенные приказом руководителя к категории персонала группы А, прошедшие обучение по правилам работы с ИИИ и по радиационной безопасности, прошедшие инструктаж по радиационной безопасности.

На определенные виды деятельности допускается персонал группы А при наличии у них разрешений, выдаваемых органами государственного регулирования безопасности. Перечень специалистов указанного персонала, а также предъявляемые к ним квалификационные требования определяются Правительством Российской Федерации[[16]](#footnote-16).

3.4.12. При проведении работ с ИИИ не допускается выполнение операций, не предусмотренных инструкцией по эксплуатации, если эти действия не направлены на принятие экстренных мер по предотвращению аварий и других обстоятельств, угрожающих здоровью работающих.

При нарушении требований норм и правил радиационной безопасности при проведении работ с ИИИ органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, принимают решение об отзыве СЭЗ.

3.4.13. Технические условия на защитное технологическое оборудование (камеры, боксы, вытяжные шкафы), а также на сейфы, контейнеры для радиоактивных отходов, транспортные средства, транспортные упаковочные комплекты, контейнеры, предназначенные для хранения и перевозки радиоактивных веществ, фильтры системы пылегазоочистки, средства индивидуальной защиты и средства радиационного контроля, содержащие ИИИ, должны соответствовать настоящим Правилам.

3.4.14. Выпуск приборов, аппаратов, установок и других изделий, действие которых основано на использовании ионизирующего излучения, радионуклидных источников, приборов, аппаратов и установок, при работе которых генерируется ионизирующее излучение, защитного технологического оборудования (камеры, боксы, вытяжные шкафы), а также на сейфов, контейнеров для радиоактивных отходов, транспортных средств, транспортных упаковочных комплектов, контейнеров, предназначенные для хранения и перевозки радиоактивных веществ, фильтров системы пылегазоочистки, средств индивидуальной защиты и средств радиационного контроля, содержащих ИИИ, разрешается только по проектной документации, соответствующей действующим санитарным правилам.

**3.5. Поставка, учет, хранение и транспортирование ИИИ**

3.5.1. Поставка юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям ИИИ и изделий, содержащих их, за исключением делящихся материалов**,** проводится по заявкам (рекомендуемая форма указана в приложении 2 к настоящим Правилам). Поставка ИИИ, проводится без заявок, если их характеристики соответствуют требованиям пункта 1.7.1 или 1.7.2.

3.5.2. Передача от одного юридического лица или индивидуального предпринимателя другому ИИИ и содержащих их изделий, за исключением источников, освобожденных от контроля в соответствии с пунктами 1.7.1 или 1.7.2, производится с обязательным информированием органов, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, по месту нахождения как передающего, так и принимающего ИИИ юридического лица или индивидуального предпринимателя.

3.5.3. Юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, получившее ИИИ, письменно извещает об этом органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

3.5.4. Юридические лица и индивидуальные предприниматели обеспечивают сохранность ИИИ и должны обеспечить такие условия получения, хранения, использования и списания с учета всех ИИИ, при которых исключается возможность их утраты или бесконтрольного использования.

3.5.5. Лицо, назначенное ответственным за учет и хранение ИИИ, осуществляет регулирование их приема и передачи.

3.5.6. Все поступившие ИИИ подлежат учету.

3.5.7. Радионуклидные ИИИ учитываются по радионуклиду, наименованию препарата, фасовке и активности, указанным в сопроводительных документах. Приборы, аппараты и установки, в которых используются радионуклидные ИИИ, учитываются по наименованиям и заводским номерам с указанием активности и номера каждого ИИИ, входящего в комплект.

Генераторы короткоживущих радионуклидов учитываются по их наименованиям и заводским номерам с указанием номинальной активности материнского нуклида.

Устройства, генерирующие ионизирующее излучение, учитываются по наименованиям, заводским номерам и году выпуска.

3.5.8. Радионуклиды, полученные с помощью генераторов, ускорителей, ядерных реакторов, учитываются по фасовкам, препаратам и активностям.

3.5.9. ИИИ выдаются ответственным лицом из мест хранения по требованиям с письменного разрешения руководителя или лица, им уполномоченного. Выдача и возврат ИИИ регистрируется. Допускается электронная форма регистрации с защитой информации от несанкционированных изменений.

В случае увольнения (перевода) лиц, допущенных к работам с ИИИ, администрация юридического лица или индивидуальный предприниматель принимает по акту все числящиеся за ними ИИИ.

3.5.10. Расходование радиоактивных веществ, используемых в открытом виде, оформляется внутренними актами, составляемыми исполнителями работ с участием лиц, ответственных за учет и хранение ИИИ и за радиационный контроль. Акты утверждаются юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем и служат основанием для учета движения радиоактивных веществ.

3.5.11. Юридические лица и индивидуальные предприниматели должны проводить инвентаризацию ИИИ.

В случае обнаружения хищений и потерь ИИИ, а также обнаружения неучтенных ИИИ следует немедленно информировать вышестоящую организацию и органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

3.5.12. ИИИ, не находящиеся в работе, должны храниться в специально отведенных местах или в оборудованных хранилищах, обеспечивающих их сохранность и исключающих доступ к ним посторонних лиц. Активность радионуклидов, находящихся в хранилище, не должна превышать величин, установленных в проектной документации на хранилище.

3.5.13. При создании временных хранилищ закрытых радионуклидных ИИИ вне территории организации, в том числе для гамма-дефектоскопических аппаратов, используемых в полевых условиях, необходимо иметь СЭЗ. МАД на расстоянии 10 см от наружной поверхности такого хранилища или от его ограждения, исключающего доступ посторонних лиц, не должна превышать 1,0 мкЗв/ч.

3.5.14. Отделка и оборудование помещения для хранения открытых радионуклидных ИИИ должны отвечать требованиям, предъявляемым к помещениям для работ соответствующего класса.

3.5.15. Устройства для хранения ИИИ должны быть сконструированы так, чтобы при закладке или извлечении отдельных ИИИ персонал не подвергался облучению от остальных ИИИ. Дверцы секций и упаковки с ИИИ должны легко открываться и иметь отчетливую маркировку с указанием наименования источника и его активности. Лицо, ответственное за учет и хранение ИИИ, должно иметь карту-схему их размещения в помещении дляхранения.

Стеклянные емкости, содержащие радиоактивные жидкости, должны быть помещены в металлические или пластмассовые упаковки.

3.5.16. Радионуклиды, при хранении которых возможно выделение радиоактивных газов, паров или аэрозолей, должны храниться в вытяжных шкафах, боксах, камерах, с очистными фильтрами на вентиляционных системах, в закрытых сосудах, выполненных из несгораемых материалов, с отводом образующихся газов.

Хранилище должно быть оборудовано круглосуточно работающей вытяжной вентиляцией.

При хранении радиоактивных веществ с высокой активностью должна предусматриваться система их охлаждения. При хранении делящихся материалов обеспечиваются меры радиационной и ядерной безопасности.

3.5.17. Радионуклидные ИИИ, не пригодные для дальнейшего использования, должны своевременно списываться и сдаваться на переработку или захоронение.

3.5.18. Транспортирование радионуклидных ИИИ внутри помещений, а также на территории радиационного объекта должно производиться в контейнерах и упаковках с учетом физического состояния ИИИ, их активности, вида излучения, габаритов и массы упаковки, с соблюдением условий безопасности.

3.5.19. Уровни радиоактивного загрязнения поверхности транспортных средств, предназначенных для транспортирования радиоактивных материалов, не должны превышать значений, приведенных в таблице 8.10.

**3.6. Вывод из эксплуатации радиационных объектов и источников ионизирующего излучения**

3.6.1.Решение о продлении срока эксплуатации или выводе радиационного объекта из эксплуатации, а также выбор его варианта принимается в установленном порядке после комплексного обследования радиационного и технического состояния технологических систем и оборудования, строительных конструкций и прилегающей территории объекта.

3.6.2.Вывод из эксплуатации радиационного объекта или отдельной его части должен производиться в соответствии с проектом.

3.6.3. В проекте вывода радиационного объекта из эксплуатации должны быть предусмотрены мероприятия по обеспечению безопасности на всех этапах вывода его из эксплуатации.

3.6.4. Проектные решения по выводу из эксплуатации радиационного объекта, направленные на обеспечение безопасности персонала, населения и охрану окружающей среды должны предусматривать:

- создание инфраструктуры для проведения работ по выводу из эксплуатации;

- методы и средства дезактивации демонтируемого радиоактивно загрязненного оборудования, инженерных коммуникаций, строительных конструкций;

- порядок обращения с радиоактивно загрязненными материалами и радиоактивными отходами, образующимися при выводе из эксплуатации;

- перечень и описание мер радиационной защиты, которые будут применяться во время работ по выводу объекта из эксплуатации;

- реабилитацию высвобождаемых площадей и территорий.

3.6.5. В проекте вывода радиационного объекта из эксплуатации следует оценить ожидаемые индивидуальные и коллективные дозы облучения персонала и населения.

3.6.6. Работы по выводу радиационных объектов из эксплуатации должны выполняться специально подготовленным персоналом объекта или персоналом других организаций, имеющих соответствующую лицензию. В необходимых случаях подготовка персонала должна проводиться на макетах и тренажерах, имитирующих основные операции предстоящих работ.

3.6.7. Вопрос о возможном продлении срока эксплуатации ИИИ рассматривается, если такое продление не запрещено технической документацией на источник, и должен решаться комиссией, включающей представителей юридического лица или индивидуального предпринимателя, использующего ИИИ, и, при необходимости, и представителей предприятия-изготовителя. В заключении комиссии определяются возможность, условия и срок дальнейшего использования ИИИ.

3.6.8. После вывода из эксплуатации генерирующих ИИИ они должны быть приведены в состояние, исключающее возможность использования их в качестве ИИИ.

После вывода из эксплуатации радионуклидных ИИИ они должны передаваться в специализированные организации для захоронения.

3.6.9. После завершения вывода радиационного объекта из эксплуатации должен быть проведен радиационный контроль с целью подтверждения соответствия реабилитированного объекта проекту вывода его из эксплуатации.

**3.7. Работа с закрытыми радионуклидными источниками**

**и устройствами, генерирующими ионизирующее излучение**

3.7.1. Использование закрытых радионуклидных ИИИ и устройств, генерирующих ионизирующее излучение, регламентируется требованиями настоящих Правил, государственных стандартов и технической документации на ИИИ.

3.7.2. Контроль герметичности закрытых радионуклидных ИИИ должен проводиться в порядке и в сроки, установленные соответствующими стандартами и технической документацией на них. Не допускается использование закрытых радионуклидных ИИИ в случае нарушения их герметичности, а также по истечении установленного срока эксплуатации.

3.7.3. Устройство, в которое помещен закрытый радионуклидный ИИИ, должно быть устойчивым к механическим, химическим, температурным и другим воздействиям, иметь знак радиационной опасности.

3.7.4. В нерабочем положении закрытые радионуклидные ИИИ должны находиться в защитных устройствах, а устройства, генерирующие ионизирующее излучение, должны быть обесточены.

3.7.5. Для извлечения закрытого радионуклидного ИИИ из контейнера следует пользоваться дистанционным инструментом или специальными приспособлениями. При работе с закрытым радионуклидным ИИИ, извлеченным из защитного контейнера, должны применяться защитные экраны и манипуляторы, а при работе с источником, создающим МАД более 2 мЗв/ч на расстоянии 1 м - специальные защитные устройства с дистанционным управлением.

3.7.6. МАД излучения от переносных, передвижных, стационарных дефектоскопических, терапевтических аппаратов и других установок, действие которых основано на использовании закрытых радионуклидных ИИИ, не должна превышать 20 мкЗв/ч на расстоянии 1 м от поверхности защитного блока с источником.

МАД излучения на расстоянии 1,0 м от поверхности блока источника радиоизотопного прибора не должна превышать 20 мкЗв/ч. Для радиоизотопных приборов, предназначенных для использования в производственных помещениях, имеющих постоянные рабочие места, МАД излучения не должна превышать 100 мкЗв/ч на расстоянии 0,1 м и 3,0 мкЗв/ч на расстоянии 1,0 м от поверхности блока источника.

МАД излучения от устройств, при работе которых возникает сопутствующее неиспользуемое рентгеновское излучение, не должна превышать 3,0 мкЗв/ч на расстоянии 0,1 м от любой внешней поверхности

3.7.7. При использовании установок (аппаратов), МАД излучения от которых в рабочем положении и в положении хранения не превышает 1,0 мкЗв/ч на расстоянии 1 м от доступных частей внешней поверхности установки, специальные требования к помещениям не предъявляются.

3.7.8. Рабочая часть стационарных аппаратов и установок с неограниченным по направлению пучком излучения должна размещаться в отдельном помещении (преимущественно в отдельном здании или отдельном крыле здания); материал и толщина стен, пола, потолка этого помещения при любых положениях источника и направлении пучка излучения должны обеспечивать ослабление ионизирующего излучения в смежных помещениях и на территории организации до допустимых значений.

Пульт управления таким аппаратом (установкой) должен размещаться в отдельном от ИИИ помещении. Входная дверь в помещение, где находится аппарат, должна блокироваться с механизмом перемещения ИИИ или с включением высокого (ускоряющего) напряжения так, чтобы исключить возможность случайного облучения персонала.

3.7.9. Помещения, где проводятся работы на стационарных установках с закрытыми радионуклидными ИИИ, должны быть оборудованы системами блокировки и сигнализации о положении источника (блока источников). Кроме того, должно быть предусмотрено устройство для принудительного дистанционного перемещения закрытого радионуклидного ИИИ в положение хранения в случае отключения энергопитания установки или в случае любой другой нештатной ситуации.

3.7.10. При подводном хранении закрытых радионуклидных ИИИ должны быть предусмотрены системы автоматического поддержания уровня воды в бассейне, сигнализации об изменении уровня воды и о повышении мощности дозы в рабочем помещении.

3.7.11. При работе с закрытыми радионуклидными ИИИ поверхности стен, пола и потолка должны быть гладкими, легко очищаемыми и допускать влажную уборку. Помещения, в которых проводится перезарядка, ремонт и временное хранение демонтированных приборов и установок должны быть, оборудованы в соответствии с требованиями для работ с открытыми радионуклидными ИИИ III класса.

3.7.12. При использовании мощных радиационных установок и хранении закрытых радионуклидных ИИИ в количествах, приводящих к накоплению в воздухе рабочих помещений сверхнормативных концентраций токсических веществ, необходимо предусматривать приточно-вытяжную вентиляцию, обеспечивающую снижение концентрации токсических веществ в воздухе до нормативных значений.

3.7.13. При использовании приборов с закрытыми радионуклидными ИИИ и устройств, генерирующих ионизирующее излучение, вне помещений или в общих производственных помещениях, должен быть исключен доступ посторонних лиц к ИИИ и обеспечена их сохранность.

В целях обеспечения радиационной безопасности персонала и населения следует:

- направлять ионизирующее излучение в сторону земли или туда, где отсутствуют люди;

- удалять ИИИ от обслуживающего персонала и других лиц на возможно большее расстояние;

- ограничивать время пребывания людей вблизи ИИИ;

- вывешивать знак радиационной опасности и предупредительные плакаты, которые должны быть отчетливо видны с расстояния не менее 3 м.

3.7.14. До начала работы с ИИИ персонал обязан провести проверку исправности оборудования. При обнаружении неисправности необходимо приостановить работу, провести ревизию и ремонт оборудования.

**3.8. Работа с открытыми радионуклидными источниками**

**(радиоактивными веществами)**

3.8.1. Радионуклиды как потенциальные источники внутреннего облучения разделяются по степени радиационной опасности на четыре группы в зависимости от минимально значимой активности (далее - МЗА):

- группа А - радионуклиды с минимально значимой активностью 103 Бк;

- группа Б - радионуклиды с минимально значимой активностью 104 и 105Бк;

- группа В - радионуклиды с минимально значимой активностью 106 и 107 Бк;

- группа Г - радионуклиды с минимально значимой активностью 108 Бк и более.

Принадлежность радионуклида к группе радиационной опасности устанавливается в соответствии с его МЗА, приведенной в приложении 4 НРБ-99/2020. Короткоживущие радионуклиды с периодом полураспада менее 24 ч, не приведенные в этом приложении, относятся к группе Г.

3.8.2. Все работы с использованием открытых радионуклидных ИИИ, удельная активность радионуклида в которых превышает его минимально значимую удельную активность (далее – МЗУА), разделяются на три класса. Класс работ устанавливается по таблице 3.8.1 в зависимости от группы радиационной опасности радионуклида и его активности на рабочем месте.

**Таблица 3.8.1**

**Класс работ с открытыми радионуклидными источниками**

|  |  |
| --- | --- |
| Класс работ | Суммарная активность на рабочем месте, приведенная к группе А, Бк |
| I класс | Более 108 |
| II класс | Более 105 до 108 |
| III класс | Более 103 до 105 |

Примечание:

1. При простых операциях с жидкостями (без упаривания, перегонки, барботажа) допускается увеличение активности на рабочем месте в 10 раз.

2. При простых операциях по получению (элюированию) и расфасовке из генераторов короткоживущих радионуклидов медицинского назначения допускается увеличение активности на рабочем месте в 20 раз. Класс работ определяется по максимальной одновременно вымываемой (элюируемой) активности дочернего радионуклида.

3. Для предприятий, перерабатывающих уран и его соединения, класс работ определяется в зависимости от характера производства и регламентируется специальными нормативно-методическими документами.

4. При хранении открытых радионуклидных источников допускается увеличение активности в 100 раз.

В случае нахождения на рабочем месте радионуклидов разных групп радиационной опасности их активность приводится к группе А радиационной опасности по формуле:



где: Сэ - суммарная активность, приведенная к активности группы А, Бк;

СА - суммарная активность радионуклидов группы А, Бк;

МЗАА - минимально значимая активность для группы А, Бк;

С*i* - активность отдельных радионуклидов, не относящихся к группе А;

МЗА*i* - минимально значимая активность отдельных радионуклидов.

3.8.3. Классом работ определяются требования к размещению и оборудованию помещений, в которых проводятся работы с открытыми радионуклидными источниками.

3.8.4. Комплекс мероприятий по радиационной безопасности при работе с открытыми радионуклидными ИИИ должен обеспечивать защиту персонала от внутреннего и внешнего облучения, ограничивать загрязнение воздуха и поверхностей рабочих помещений, кожных покровов и одежды персонала, а также объектов окружающей среды - воздуха, почвы, растительности как при нормальном использовании, так и при проведении работ по ликвидации последствий радиационной аварии.

3.8.5. Ограничение поступления радионуклидов в рабочие помещения и окружающую среду должно обеспечиваться использованием системы статических (оборудование, стены и перекрытия помещений) и динамических (вентиляция и пыле-газоочистка) барьеров.

3.8.6. В зданиях, в которых проводится работа с открытыми радионуклидными ИИИ, помещения для каждого класса работ следует сосредоточить в одной части здания. В тех случаях, когда ведутся работы по всем трем классам, помещения должны быть разделены в соответствии с классом проводимых в них работ.

3.8.7. Работы с открытыми радионуклидными ИИИ с активностью ниже МЗА, разрешается проводить в производственных помещениях, к которым не предъявляются дополнительные требования по радиационной безопасности.

3.8.8. Работы III класса должны проводиться в отдельных помещениях. В составе этих помещений предусматривается устройство общеобменной и местнойприточно-вытяжной вентиляции и душевой. Работы, связанные с возможностью радиоактивного загрязнения воздуха (операции с порошками, упаривание растворов, работа с эманирующими и летучими веществами), должны проводиться в вытяжных шкафах. Поверхности помещений должна быть гладкими, без повреждений и допускать влажную уборку и дезактивацию.

3.8.9. Работы II класса должны проводиться в помещениях, скомпонованных в отдельной части здания изолированно от других помещений. При проведении в одной организации работ II и III классов, связанных единой технологией, можно выделить общий блок помещений, оборудованных в соответствии с требованиями, предъявляемыми к работам II класса.

При планировке выделяются помещения постоянного и временного пребывания персонала.

В составе этих помещений должен быть санпропускник или саншлюз. Помещения для работ II класса должны быть оборудованы вытяжными шкафами или боксами.

3.8.10. Работы I класса должны проводиться в отдельном здании или изолированной части здания с отдельным входом только через санпропускник. Рабочие помещения должны быть оборудованы боксами, камерами, каньонами или другим герметичным оборудованием. Помещения, разделяются на три зоны:

1 зона - необслуживаемые помещения, где размещаются технологическое оборудование и коммуникации, являющиеся основными ИИИ и радиоактивного загрязнения. Пребывание персонала в необслуживаемых помещениях при работающем технологическом оборудовании не допускается;

2 зона – помещения временного пребывания персонала, предназначенные для ремонта оборудования, других работ, связанных с вскрытием технологического оборудования, размещения узлов загрузки и выгрузки радиоактивных веществ, временного хранения сырья, готовой продукции и радиоактивных отходов;

3 зона - помещения постоянного пребывания персонала.

Для исключения распространения радиоактивного загрязнения между 2 и 3 зонами оборудуются саншлюзы.

При работах I класса в зависимости от назначения радиационного объекта и эффективности применяемых защитных барьеров допускается двухзональная планировка рабочих помещений. Требования радиационной безопасности для этих условий регламентируются специальными нормативно-методическими документами.

3.8.11. В помещениях для работ I и II классов управление общими системами отопления, газоснабжения, сжатого воздуха, водопровода и групповые электрические щитки должны бытьвынесены из рабочих помещений.

3.8.12. Для снижения уровней внешнего облучения персонала от открытых радионуклидных источников должны использоваться системы автоматизации и дистанционного управления, экранирование ИИИ и сокращение времени выполнения рабочих операций.

3.8.13. На радиационных объектах, где проводятся работы с радиоактивными веществами, предусматривается комплекс мероприятий по дезактивации производственных помещений и оборудования.

3.8.14. Полы и стены помещений для работ II класса и 3-й зоны I класса, а в 1-й и 2-й зонах I класса полы, стены и потолки помещений должны быть покрыты слабо сорбирующими материалами, стойкими к дезактивации, и не иметь дефектов покрытия.

3.8.15. Края покрытий полов вышеуказанных помещений должны быть подняты и заделаны заподлицо со стенами. При наличии трапов полы должны иметь уклоны, полотна дверей и переплеты окон должны иметь простейшие профили.

3.8.16. Высота помещений для работы с радиоактивными веществами и площадь в расчете на одного работающего определяются требованиями строительных норм и правил. Для работ I и II классов площадь помещения в расчёте на одно постоянное рабочее место должна быть не менее 10 м2.

3.8.17. Оборудование и рабочая мебель должны иметь гладкую поверхность, простую конструкцию и слабосорбирующие покрытия, облегчающие удаление радиоактивных загрязнений.

3.8.18. Оборудование, инструменты, а также инвентарь, предназначенный для уборки помещений**,** и мебель должны быть закреплены за помещениями каждого класса (зоны) и соответственно маркированы. Передача их из помещений одного класса (зоны) в другие запрещается: в исключительных случаях она может быть разрешена только после производственного радиационного контроля с обязательной заменой маркировки.

3.8.19. Производственные операции с радиоактивными веществами в камерах и боксах должны выполняться дистанционными средствами или с использованием перчаток, герметично вмонтированных в фасадную стенку. Загрузка и выгрузка перерабатываемой продукции, оборудования, замена камерных перчаток, манипуляторов производится без разгерметизации камер или боксов.

3.8.20. Количество радиоактивных веществ на рабочем месте должно быть минимально необходимым для работы. При возможности выбора радиоактивных веществ следует использовать вещества с меньшей группой радиационной опасности, растворы, а не порошки, растворы с наименьшей удельной активностью.

Число операций, при которых возможно радиоактивное загрязнение помещений и окружающей среды (пересыпание порошков, возгонка), следует сводить к минимуму.

3.8.21. Организация работ с открытыми радионуклидными ИИИ должна быть направлена на минимизацию радиоактивных отходов, образующихся при технологических процессах (операциях).

3.8.22. Для ограничения загрязнения рабочих поверхностей, оборудования и помещений при работах с радиоактивными веществами в лабораторных условиях следует пользоваться лотками и поддонами, выполненными из слабосорбирующих материалов, пластикатовыми пленками, фильтровальной бумагой и другими материалами разового пользования.

**3.9. Санитарно-технические системы обеспечения работ**

**с открытыми радионуклидными источниками**

3.9.1. При работе с открытыми радионуклидными ИИИ вентиляционные и воздухоочистные устройства должны обеспечивать защиту от радиоактивного загрязнения воздуха рабочих помещений и атмосферного воздуха. Рабочие помещения, вытяжные шкафы, боксы, каньоны и другое технологическое оборудование должны быть так устроены, чтобы поток воздуха был направлен из менее загрязненных пространств к более загрязненным.

3.9.2. Проектирование систем вентиляции, кондиционирования воздуха в производственных зданиях и сооружениях радиационного объекта**,** а также выбросов вентиляционного воздуха в атмосферу и очистки его перед выбросом следует производить в соответствии с требованиями настоящих Правил.

3.9.3. Удаляемый из укрытий, боксов, камер, шкафов и другого оборудования загрязненный воздух перед выбросом в атмосферу должен подвергаться очистке. Следует исключать разбавление этого воздуха до его очистки.

В организациях, где проводятся работы I, а при необходимости, и II классов, следует предусматривать вытяжные трубы, высота которых должна обеспечивать снижение объемной активности радиоактивных веществ в атмосферном воздухе в месте приземления факела до значений, обеспечивающих непревышение установленного предела дозы для населения.

3.9.4. Разрешается удалять воздух во внешнюю среду без очистки, если при этом суммарный выброс радионуклидов за год не превысит установленного для радиационного объекта допустимого значения выброса. При этом уровни облучения населения не должны превышать установленной квоты.

3.9.5. В зданиях, где для работ с открытыми радионуклидными ИИИ отводится только часть общей площади, необходимо предусматривать раздельные системы вентиляции для помещений, где ведутся работы с радиоактивными веществами, и для помещений, не связанных с применением этих веществ.

3.9.6. При использовании системы рециркуляции воздуха должна обеспечиваться очистка от радиоактивных и токсических веществ помещений, предназначенных для работ I и II классов.

3.9.7. В герметичных камерах и боксах при закрытых проемах должно обеспечиваться разрежение не менее 20 мм водяного столба. Камеры и боксы должны оборудоваться приборами контроля степени разрежения. Скорость движения воздуха в рабочих проемах вытяжных шкафов и укрытий должна быть не мене 1,5 м/с.

Допускается кратковременное снижение разрежения до 10 мм водяного столба и снижение скорости воздуха в открываемых проемах до 0,5 м/с.

3.9.8. Вентиляторы, обеспечивающие вытяжные шкафы, боксы и камеры, следует располагать в специальных отдельных помещениях. В помещениях для работ I класса вытяжная камера должна входить в состав 2-й зоны; вентиляционные системы, обслуживающие помещения для работ I класса, должны иметь резервные агрегаты производительностью не менее 1/3 полной расчетной.

Пускатели двигателей должны иметь световую сигнализацию, их следует размещать в помещениях 3-й зоны.

3.9.9. Для работ с эманирующими и летучими радиоактивными веществами должна быть предусмотрена постоянно действующая система вытяжной вентиляции хранилищ, рабочих помещений и боксов. Система должна иметь резервный вытяжной агрегат производительностью не менее 1/3 полной расчетной. Периодически должна производиться проверка эффективности работы систем вентиляции в соответствии с инструкцией и графиком, действующим на радиационном объекте.

3.9.10. Основными требованиями при выборе и устройстве систем и установок пылегазоочистки при работах с радиоактивными веществами I и II классов являются:

- минимальное число единиц пылегазоочистного оборудования;

- механизация и автоматизация процессов обслуживания, ремонта и замены пылегазоочистного оборудования, а в необходимых случаях - дистанционное производство этих работ;

- наличие систем контроля и сигнализации за эффективностью работы очистных аппаратов и фильтров; в случае многоступенчатой системы пылегазоочистки должны осуществляться автоматизированный контроль и сигнализация как за работой всей системы, так и отдельных ее частей (ступеней);

- надежная изоляция пылегазоочистного оборудования как ИИИ, обеспечение безопасности персонала при осмотре и обслуживании.

3.9.11. Фильтры и аппараты следует устанавливать, по возможности, непосредственно у боксов, камер, шкафов, укрытий с тем, чтобы максимально снизить загрязнение систем магистральных воздухоотводов. Срок службы аппаратов и фильтров должен определяться по снижению пропускной способности для воздуха или по уровню радиационной опасности, возникающей в результате накопления радиоактивных веществ.

3.9.12. При размещении пылегазоочистного оборудования в отдельных помещениях (частях зданий, отдельных зданиях) к ним должны предъявляться те же требования, что и к основным производственным помещениям. В случае размещения пылегазоочистного оборудования на чердаке последний должен быть оборудован как технический этаж.

3.9.13. Помещения пылегазоочистного оборудования должны быть изолированы и не сообщаться по воздуху с основными производственными помещениями и зонами. Вход и выход в помещения пылегазоочистного оборудования должен осуществляться через саншлюз.

3.9.14. В комплексе помещений пылегазоочистного оборудования обязательно наличие изолированных помещений или герметичных вентилируемых участков для ремонта, разборки, временного хранения фильтров, аппаратов и их элементов, а также для хранения средств уборки и дезактивации.

3.9.15. При централизованном размещении пылегазоочистного оборудования на участках для работ I класса в основу планировки комплекса пылегазоочистки должен быть положен принцип зонирования.

3.9.16. В помещениях для работ I класса и отдельных работ II класса необходимо предусматривать подачу воздуха к шланговым изолирующим индивидуальным средствам защиты персонала (пневмокостюмам, пневмошлемам, шланговым противогазам). В этих помещениях должна быть обеспечена возможность подключения передвижных вытяжных установок к системам вытяжной вентиляции.

Для подачи воздуха к шланговым средствам защиты следует устанавливать отдельную пневмолинию или отдельные вентиляторы, обеспечивающие необходимое давление и расход воздуха. Места присоединения шлангов должны быть снабжены шаровыми или пружинными автоматическими клапанами.

3.9.17. Система отопления (теплоснабжения) помещений для работ с применением открытых радионуклидных источников должна быть водяной или воздушной.

3.9.18. Радиационные объекты, где ведутся работы с открытыми радионуклидными источниками всех классов, должны иметь холодное и горячее водоснабжение и канализацию. Исключение допускается для полевых лабораторий, ведущих работы III класса и располагающихся вне населенных пунктов или в населенных пунктах, не имеющих центрального водоснабжения.

3.9.19. В помещениях для работ I и II классов краны для воды, подаваемой к раковинам, должны иметь смесители и открываться при помощи педального, локтевого или бесконтактного устройства. В умывальных помещениях должны быть электросушилки для рук или одноразовые полотенца.

3.9.20. Система специальной канализации должна предусматривать дезактивацию сточных вод и возможность их повторного использования для технологических целей. Очистные сооружения следует располагать в специальном помещении или на выгороженном участке территории организации. Система специальной канализации должна быть обеспечена средствами контроля за количеством и активностью сточных вод.

Приемники для слива радиоактивных растворов (раковины, трапы) в системе специальной канализации должны быть изготовлены из коррозионно-стойких материалов или иметь легко дезактивируемые коррозионно-стойкие покрытия внутренних и наружных поверхностей. Конструкция приемников должна исключать возможность разбрызгивания растворов.

3.9.21. Прокладка воздуховодов, труб водопровода, канализации и других коммуникаций в стенах и перекрытиях не должна приводить к ослаблению защиты от ионизирующего излучения.

**3.10. Санпропускники и саншлюзы**

3.10.1. Санпропускник должен размещаться в здании, в котором проводятся работы с открытыми радионуклидными источниками, или в отдельном здании, соединенном с производственным корпусом закрытой галереей.

В состав санпропускника входят: душевые, гардеробная домашней одежды, гардеробная спецодежды, помещения для хранения средств индивидуальной защиты, пункт радиометрического контроля кожных покровов и спецодежды, кладовая грязной спецодежды, кладовая чистой спецодежды, туалетные комнаты, в женском санпропускнике - комната гигиены. Для повышения качества санитарной обработки персонала в санпропускниках могут оборудоваться термокамеры (парилки), которые должны располагаться в районе душевых, иметь при входе тамбур и теплоизоляцию помещения.

3.10.2. Планировка санпропускника должна исключать возможность пересечения потоков персонала в личной и специальной одежде. Возможность прохода из помещений зоны свободного доступа в помещения зоны контролируемого доступа, минуя санпропускник, должна быть исключена.

3.10.3. Стационарные саншлюзы размещаются между 2-ой и 3-ей зонами рабочих помещений, в которых проводятся работы с открытыми радионуклидными источниками. В саншлюзах предусматриваются:

- места для переодевания, хранения и предварительной дезактивации дополнительных средств индивидуальной защиты;

- пункт радиационного контроля;

- умывальники.

Помимо стационарных саншлюзов возможно использование переносных саншлюзов, устанавливаемых непосредственно у входа в помещение, где производятся радиационно-опасные работы.

3.10.4. Пол, стены и потолки санитарно-бытовых помещений, а также поверхности шкафов должны иметь влагостойкие покрытия, слабо сорбирующие радиоактивные вещества и допускающие влажную уборку и дезактивацию.

3.10.5. Число мест для хранения домашней и рабочей одежды в гардеробной должно соответствовать максимальному числу людей, постоянно и временно работающих в смене.

3.10.6. Транспортирование грязной спецодежды через чистые помещения в открытой таре запрещается. Кладовая загрязненной спецодежды должна располагаться вблизи пунктов радиометрического контроля и гардеробной спецодежды.

Сортировка спецодежды должна производиться по ее виду и степени радиоактивного загрязнения. Загрязненная спецодежда из гардеробной передается в кладовую в упакованном виде.

3.10.7. Помещения для хранения и выдачи дополнительных средств индивидуальной защиты (фартуки, очки, респираторы, дополнительная обувь) должны размещаться между гардеробной спецодежды и рабочими помещениями.

Хранение уборочного инвентаря, предназначенного для уборки «чистой» и «грязной» зон санпропускников, следует осуществлять раздельно в специальных помещениях (кладовые) либо в специальных шкафах.

3.10.8. Пункт радиометрического контроля кожных покровов должен размещаться между душевой и гардеробной домашней одежды.

**3.11. Обращение с материалами и изделиями, загрязненными**

**или содержащими техногенные радионуклиды**

3.11.1. Материалы и изделия с низкими уровнями содержания техногенных радионуклидов допускается использовать в хозяйственной деятельности. Критерием для принятия решения о возможном применении в хозяйственной деятельности сырья, материалов и изделий, содержащих радионуклиды, является ожидаемая индивидуальная годовая эффективная доза облучения, которая при планируемом виде их использования не должна превышать 10 мкЗв.

3.11.2. Не допускается нефиксированное (снимаемое) радиоактивное загрязнение поверхности изделий, транспортных средств и помещений, предназначенных для использования в хозяйственной деятельности, превышающее 0,4 Бк/см2 для бета-излучающих радионуклидов и 0,04 Бк/см2 для альфа-излучающих радионуклидов.

3.11.3. Не вводится никаких ограничений по радиационной безопасности на использование в хозяйственной деятельности любых твердых материалов, сырья и изделий (кроме продовольственного сырья, пищевой продукции и кормов для животных) при удельной активности техногенных радионуклидов в них менее значений, приведенных в приложении 3 к настоящим Правилам (для нескольких техногенных радионуклидов – при сумме отношений удельных активностей техногенных радионуклидов к значениям, приведенным для них в приложении 3 к настоящим Правилам, менее 1).

Не вводится никаких ограничений на использование в хозяйственной деятельности любых жидкостей (кроме питьевой воды) при удельной активности техногенного радионуклида в них менее 0,1 от предельного значения удельной активности данного радионуклида для жидких отходов, приведенного в приложении 5 к настоящим Правилам (для нескольких техногенных радионуклидов – при сумме отношений удельных активностей техногенных радионуклидов к их предельным значениям для жидких отходов, приведенным в приложении 5 к настоящим Правилам, менее 0,1).

3.11.4. Могут ограниченно использоваться при соблюдении требований пункта 3.11.1 для данного вида использования сырье, материалы и изделия удельная активность техногенных радионуклидов в которых:

* для твердых материалов и изделий - превышает значения, приведенные в приложении 3 к настоящим Правилам (для нескольких техногенных радионуклидов – сумма отношений удельных активностей техногенных радионуклидов к значениям, приведенным для них в приложении 3 к настоящим Правилам, превышает 1), но не превышает значения МЗУА (для нескольких радионуклидов - сумма отношений удельных активностей техногенных радионуклидов к значениям их МЗУА не превышает 1);
* для жидкостей - превышает 0,1 предельных значений удельных активностей для жидких отходов, приведенных в приложении 5 к настоящим Правилам (для нескольких радионуклидов - сумма отношений удельных активностей техногенных радионуклидов к их предельным значениям для жидких отходов, приведенным в приложении 5 к настоящим Правилам, превышает 0,1), но не превышает предельных значений удельных активностей для жидких отходов, приведенных в приложении 5 к настоящим Правилам (для нескольких радионуклидов - сумма отношений удельных активностей техногенных радионуклидов к их предельным значениям для жидких отходов, приведенным в приложении 5 к настоящим Правилам, не превышает 1).

На условия работ с таким сырьем, материалами и изделиями должно быть получено СЭЗ, в котором указывается разрешенный вид использования. Эти сырье, материалы и изделия подлежат обязательному радиационному контролю.

3.11.5. Числовые значения допустимой удельной активности по основным долгоживущим радионуклидам для неограниченного использования металлов приведены в приложении 4 к настоящим Правилам.

3.11.6. Документ об уровнях снимаемого радиоактивного загрязнения и содержании техногенных радионуклидов в сырье, материалах и изделиях, предназначенных для вывоза с радиационного объекта, и их соответствии положениям пунктов 3.11.2 - 3.11.4 выдает служба радиационной безопасности либо иная аккредитованная на соответствующие виды измерений лаборатория радиационного контроля.

3.11.7. Юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, производящее дезактивацию, переплавку или иную переработку материалов, содержащих радионуклиды, должно иметь санитарно-эпидемиологическое заключение на данный вид деятельности и соответствующую лицензию.

Технология переработки материалов и сырья и его дальнейшего использования должна быть согласована с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

3.11.8. В случае невозможности или нецелесообразности использования сырья, материалов и изделий, отнесенных к категории ограниченного использования (пункт 3.11.4), они направляются на специально выделенные участки объектов размещения производственных отходов в соответствии с законодательством в сфере обращения с отходами производства и потребления.

3.11.9. В случае невозможности или нецелесообразности дальнейшего использования материалов, изделий и сырья, содержащих радионуклиды с удельной активностью больше МЗУА, с ними необходимо обращаться как с РАО.

**3.12. Обращение с радиоактивными отходами**

3.12.1. Отходы, содержащие техногенные радионуклиды, относятся к РАО, если сумма отношений удельных активностей (для газообразных отходов сумма отношений объемных активностей) техногенных радионуклидов в отходах к их предельным значениям, приведенным в приложении 5 к настоящим Правилам, превышает 1.

При невозможности определения суммы отношений удельных активностей радионуклидов в отходах к их предельным значениям, приведенным в приложении 5 к настоящим Правилам, отходы, содержащие техногенные радионуклиды, относятся к РАО, если удельная активность радионуклидов в отходах превышает:

а) для твердых отходов:

- 1 Бк/г - для альфа-излучающих радионуклидов,

- 100 Бк/г - для бета-излучающих радионуклидов;

б) для жидких отходов:

- 0,05 Бк/г - для альфа-излучающих радионуклидов,

- 0,5 Бк/г - для бета-излучающих радионуклидов.

Твердые отходы, содержащие гамма-излучающие радионуклиды, для которых невозможно определения суммы отношений удельных активностей радионуклидов в отходах к их предельным значениям, приведенным в приложении 5 к настоящим Правилам, могут быть предварительно отнесены к РАО, если МАД гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности упаковки с отходами превышает 1,0 мкЗв/ч за вычетом естественного радиационного фона.

Отходы с повышенным содержанием природных радионуклидов относятся к РАО в случае, если выполняются следующие условия:

- для твердых отходов:

***ARa*** + 1,3⋅***ATh*** + 0,09⋅***AK*** > 10 Бк/г,

- для жидких отходов:

***AU*** + 2,14⋅***ATh***> 0,13 Бк/г,

где:

***АRa***– удельная активность 226Ra, Бк/г;

***АTh***– удельная активность 232Th, Бк/г;

***АK***– удельная активность 40K, Бк/г;

***АU***– удельная активность 238U, Бк/г.

Предполагается, что радионуклиды 226Ra, 232Th и 238U в отходах находятся в радиоактивном равновесии со своими дочерними радионуклидами.

3.12.2. РАО по агрегатному состоянию подразделяются на жидкие, твердые и газообразные.

К жидким РАО относятся не подлежащие дальнейшему использованию органические и неорганические жидкости, пульпы и шламы, соответствующие критериям отнесения к РАО, приведенным в пункте 3.12.1.

К твердым РАО относятся отработавшие свой ресурс радионуклидные ИИИ, не предназначенные для дальнейшего использования материалы, изделия, оборудование, биологические объекты, грунт, а также отвержденные жидкие РАО, соответствующие критериям отнесения к РАО, приведенным в пункте 3.12.1.

К газообразным РАО относятся не подлежащие использованию газообразные смеси, содержащие радиоактивные газы и (или) аэрозоли, образующиеся при производственных процессах, соответствующие критериям отнесения к РАО, приведенным в пункте 3.12.1.

3.12.3. По удельной активности твердые РАО, содержащие техногенные радионуклиды, за исключением отработавших закрытых радионуклидных ИИИ, подразделяются на 4 категории: очень низкоактивные, низкоактивные, среднеактивные и высокоактивные, а жидкие РАО на 3 категории: низкоактивные, среднеактивные и высокоактивные (таблица 3.12.1). В случае, когда по приведенным в таблице 3.12.1 характеристикам радионуклидов РАО относятся к разным категориям, для них устанавливается наиболее высокое из полученных значений категории отходов. Твердые РАО, содержащие природные радионуклиды в природном соотношении, относятся к очень низкоактивным РАО. Жидкие РАО, содержащие природные радионуклиды в природном соотношении, относятся к низкоактивным РАО.

Отработавшие закрытые радионуклидные ИИИ, не подлежащие дальнейшему использованию, рассматриваются как отдельная категория РАО.

**Таблица 3.12.1**

**Классификация жидких и твердых радиоактивных отходов**

**по удельной активности**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория отходов | Удельная активность, кБк/кг | | | |
| Тритий | бета-излучающие радионуклиды (исключая тритий) | альфа-излучающие радионуклиды (исключая трансурановые) | Транс­урановые радионуклиды |
| Твердые отходы | | | | | |
| Очень низкоактивные | до 107 | до 103 | до 102 | до 101 |
| Низкоактивные | от 107 до 108 | от 103 до 104 | от 102 до 103 | от 101 до 102 |
| Среднеактивные | от 108 до 1011 | от 104 до 107 | от 103 до 106 | от 102 до 105 |
| Высокоактивные | более 1011 | более 107 | более 106 | более 105 |
| Жидкие отходы | | | | | |
| Низкоактивные | до 104 | до 103 | до 102 | до 101 |
| Среднеактивные | от 104 до 108 | от 103 до 107 | от 102 до 106 | от 101 до 105 |
| Высокоактивные | более 108 | более 107 | более 106 | более 105 |

3.12.4. Для каждого юридического лица или индивидуального предпринимателя, планирующего работы с открытыми радионуклидными ИИИ (радиоактивными веществами в открытом виде), проектом должна быть определена система обращения с РАО в местах их образования. Проведение работ с открытыми радионуклидными ИИИ (радиоактивными веществами в открытом виде) без наличия условий для сбора и временного хранения РАО не допускается.

3.12.5. Выброс техногенных радионуклидов в атмосферный воздух осуществляется в соответствии с нормативами допустимых выбросов и разрешительными документами, устанавливаемыми (получаемыми) в соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды и законодательством об охране атмосферного воздуха.

Газообразные РАО подлежат выдержке и (или) очистке на фильтрах с целью снижения их активности.

3.12.6. Система обращения с жидкими и твердыми РАО включает их сбор, сортировку и первичную классификацию на стадии образования, формирование первичной упаковки, промежуточное хранение, кондиционирование (концентрирование, отверждение, прессование, сжигание, остекловывание), изоляция на срок потенциальной опасности: временное хранение, долговременное хранение и (или) захоронение.

3.12.7. Сбор РАО в первичные упаковки должен производиться непосредственно в местах их образования отдельно от обычных отходов с учетом:

- агрегатного состояния (твердые, жидкие);

- класса отходов с учетом категории отходов по удельной активности, периода полураспада, срока сохранения потенциальной опасности и намерения дальнейшей изоляции: промежуточное хранение, временное хранение, долговременное хранение и захоронение;

- физических и химических характеристик;

- природы (органические и неорганические);

- взрыво- и огнеопасности;

- принятых методов переработки отходов.

3.12.8. Для сбора РАО на радиационном объекте должны быть предусмотрены специальные сборники. Для первичного сбора твердых РАО могут быть использованы пластиковые или бумажные мешки, которые затем загружаются в сборники-контейнеры. Места расположения сборников, при необходимости, должны обеспечиваться защитными приспособлениями для снижения излучения за их пределами до допустимого уровня.

3.12.9. Для временного хранения и выдержки сборников с РАО, создающими у поверхности МАД гамма-излучения более 2 мЗв/ч, должны использоваться специальные защитные колодцы или ниши. Извлечение сборников отходов из колодцев и ниш необходимо производить с помощью специальных устройств, снижающих уровни облучения обслуживающего персонала.

3.12.10. Жидкие РАО собираются в специальные ёмкости. Их следует концентрировать и отверждать на объекте, где они образуются, или в специализированной организации по обращению с РАО. Захоронение жидких низкоактивных и среднеактивных РАО в недрах в пределах горного отвода, в границах которого такие жидкие РАО должны быть локализованы, допускается исключительно в пунктах глубинного захоронения радиоактивных отходов, сооруженных и эксплуатируемых до 15 июля 2011 года.

На радиационных объектах, где возможно образование значительного количества жидких РАО (более 200 л в день), проектом должна быть предусмотрена система спецканализации. В спецканализацию не должны попадать нерадиоактивные стоки.

3.12.11. Сброс техногенных радионуклидов в окружающую среду осуществляется в соответствии с нормативами допустимых сбросов и разрешительными документами, устанавливаемыми (получаемыми) в соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды и водным законодательством.

Запрещается сброс жидких РАО в поверхностные и подземные водные объекты, на водосборные площади, в недра и на почву

3.12.12 Временное хранение РАО различных категорий должно осуществляться в отдельном помещении, либо на специально выделенном участке, оборудованном в соответствии с требованиями, предъявляемыми к помещениям для работ соответствующего класса. Хранение РАО следует осуществлять в специально предназначенных для этого контейнерах.

3.12.13. РАО, содержащие радионуклиды с периодом полураспада менее 15 суток, собираются отдельно от других РАО и выдерживаются в местах временного хранения для снижения их удельной активности до уровней, не превышающих приведенных в пункте 3.12.1.

Сроки выдержки РАО с содержанием большого количества органических веществ (трупы экспериментальных животных) не должны превышать 5 суток в случае, если не обеспечиваются условия хранения (выдержки) в холодильных установках или соответствующих растворах.

3.12.14. Самовоспламеняющиеся и взрывоопасные РАО должны быть переведены в неопасное состояние до отправки на захоронение, при этом должны быть предусмотрены меры радиационной и пожарной безопасности.

3.12.15. Передача РАО на переработку или захоронение должна производиться в специальных упаковках (контейнерах).

Уровни радиоактивного загрязнения внешних поверхностей упаковки (контейнера) не должны превышать значений, приведенных в таблице 8.10 НРБ-99/2020.

3.12.16. Транспортирование РАО должно производиться в механически прочных упаковках или контейнерах, обеспечивающих сохранность РАО, на специально оборудованных транспортных средствах.

3.12.17. Переработку РАО, а также их долговременное хранение и захоронение производят специализированные организации по обращению с РАО.

В отдельных случаях, возможно осуществление в одной организации всех этапов обращения с РАО, вплоть до их захоронения, если это предусмотрено проектом.

Разбавление жидких РАО с целью снижения их активности запрещается.

3.12.18. Выбор мест захоронения РАО должен производиться с учетом гидрогеологических, геоморфологических, тектонических и сейсмических условий. При этом должна быть обеспечена радиационная безопасность населения и окружающей среды в течение всего срока изоляции отходов с учетом долговременного прогноза.

3.12.19. Годовая эффективная доза облучения критической группы населения, проживающего вблизи пункта захоронения РАО, в течении всего срока их изоляции не должна превышать 0,3 мЗв/год в нормальных условиях и 1,0 мЗв/год в случае маловероятной аварии.

**3.13. Радиационный контроль при работе с техногенными ИИИ**

3.13.1. Радиационный контроль при работе с техногенными ИИИ является составной частью производственного контроля и должен осуществляться за всеми основными показателями, определяющими уровни облучения персонала и населения. На каждом радиационном объекте система радиационного контроля должна предусматривать конкретный перечень видов контроля, типов используемой радиометрической и дозиметрической аппаратуры и точек измерения с указанием периодичности каждого вида контроля. Радиационный контроль должен включать индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы А и контроль радиационной обстановки.

3.13.2. Индивидуальный дозиметрический контроль проводится с целью определения годовых доз персонала и является обязательным для персонала группы А.

Индивидуальный дозиметрический контроль облучения персонала группы А в зависимости от характера проводимых работ включает:

- контроль характера, динамики и уровней поступления ра­дионуклидов в организм с использованием методов прямой и/или косвенной радиометрии;

- контроль эффективной дозы внешнего облучения персонала;

- контроль эквивалентных доз облучения хрусталиков глаз, кожи, кистей и стоп персонала с использованием индивидуальных дозиметров или расчетным способом.

По результатам индивидуального дозиметрического контроля должны быть получены значения эффективных доз персонала и определены, при необходимости, значения эквивалентных доз облучения в коже, хрусталике глаза, кистях и стопах.

3.13.3. Контроль радиационной обстановки в зависимости от характера проводимых работ включает:

- измерение мощности дозы рентгеновского, гамма- и нейтронного излучений, плотности потоков частиц ионизирующего излучения на рабочих местах, в смежных помещениях, на территории радиационного объекта в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения;

- измерение уровней загрязнения радиоактивными веществами рабочих поверхностей, оборудования, транспортных средств, средств индивидуальной защиты, кожных покровов и одежды персонала;

- определение объемной активности газов и аэрозолей в воздухе рабочих помещений, их нуклидного состава, дисперсности и типа при ингаляции;

- измерение или оценку активности выбросов и сбросов радиоактивных веществ;

- определение уровней радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения.

3.13.4. Система контроля радиационной обстановки объектов I и II категорий должна использовать следующие технические средства:

- непрерывного контроля на основе стационарных автоматизированных технических средств;

- оперативного контроля на основе носимых и передвижных технических средств;

- лабораторного анализа на основе стационарной лабораторной аппаратуры, средств отбора и подготовки проб для анализа.

Автоматизированные системы должны обеспечивать контроль, регистрацию, отображение, сбор, обработку, хранение и выдачу информации.

3.13.5. В помещениях, где ведутся работы с делящимися материалами в количествах, при которых возможно возникновение цепной ядерной реакции деления, а также на ядерных реакторах, критических сборках и при работах I класса, где радиационная обстановка при проведении работ может существенно изменяться, необходимо устанавливать приборы радиационного контроля со звуковыми и световыми сигнализирующими устройствами, а персонал должен быть обеспечен аварийными дозиметрами.

3.13.6. Результаты индивидуального контроля доз облучения персонала должны храниться в течение 50 лет. При проведении индивидуального контроля необходимо вести учет годовых эффективной и эквивалентных доз, эффективной дозы за 5 последовательных лет, а также суммарной накопленной дозы за весь период профессиональной работы.

3.13.7. Индивидуальная доза облучения должна регистрироваться в журнале с последующим внесением в индивидуальную карточку. Допускается ведение учета доз облучения в электронном виде при соблюдении установленных требований по резервированию и защите информации. Копия индивидуальной карточки работника в случае его перехода в другую организацию, где проводится работа с ИИИ, должна передаваться на новое место работы; оригинал должен храниться на прежнем месте работы.

3.13.8. Лицам, командируемым для работ с ИИИ, должна выдаваться заполненная копия индивидуальной карточки о полученных дозах облучения. Данные о дозах облучения прикомандированных лиц должны включаться в их индивидуальные карточки.

3.13.9. В организациях, проводящих работы с техногенными ИИИ, должны устанавливаться контрольные уровни.

Перечень и числовые значения контрольных уровней определяются в соответствии с условиями работы и согласовываются с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

3.13.10. При установлении контрольных уровней следует исходить из принципа оптимизации с учетом:

- неравномерности радиационного воздействия во времени;

- целесообразности сохранения уже достигнутого уровня радиационного воздействия на данном объекте ниже допустимого;

- эффективности мероприятий по улучшению радиационной обстановки.

При изменении характера работ перечень и числовые значения контрольных уровней подлежат уточнению.

При установлении контрольных уровней объемной и удельной активности радионуклидов в атмосферном воздухе и в воде водоемов следует учитывать возможное поступление их по пищевым цепочкам и внешнее излучение радионуклидов, накопившихся на местности.

3.13.11. Результаты радиационного контроля сопоставляются со значениями пределов доз и контрольными уровнями. Превышения контрольных уровней должны анализироваться администрацией объекта. О случаях превышения годовых пределов эффективных доз для персонала, установленных НРБ-99/2020, годовых пределов эквивалентных доз облучения персонала или квот облучения населения, администрация должна информировать органы, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

**3.14. Методы и средства индивидуальной защиты**

**и личной гигиены персонала**

3.14.1. Все работающие с техногенными ИИИ или посещающие участки, где производятся такие работы, должны обеспечиваться сертифицированными спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с видом и классом работ.

3.14.2. При работах с радиоактивными веществами в открытом виде I и II класса персонал должен иметь комплект основных средств индивидуальной защиты, а также дополнительные средства защиты в зависимости от уровня и характера возможного радиоактивного загрязнения.

Основной комплект средств индивидуальной защиты включает: спецбелье, носки, комбинезон или костюм (куртка, брюки), спецобувь, шапочку или шлем, перчатки, полотенца и носовые платки одноразовые, средства защиты органов дыхания (в зависимости от загрязнения воздуха).

При работах III класса персонал должен быть обеспечен халатами, шапочками, перчатками, спецобувью и, при необходимости, средствами защиты органов дыхания.

3.14.3. Средства индивидуальной защиты для работ с радиоактивными веществами должны изготовляться из хорошо дезактивируемых материалов, либо быть одноразовыми.

3.14.4. Работающие с радиоактивными растворами и порошками, а также персонал, проводящий уборку помещений, в которых ведутся работы с радиоактивными веществами, кроме комплекта основных средств индивидуальной защиты, должны иметь дополнительно спецодежду из пленочных материалов или материалов с полимерным покрытием: фартуки, нарукавники, полухалаты, резиновую и пластиковую спецобувь.

3.14.5. Персонал, выполняющий работы по сварке или резке металла, загрязненного радионуклидами, должен быть обеспечен специальными средствами индивидуальной защиты из искростойких, хорошо дезактивируемых материалов.

3.14.6. Средства защиты органов дыхания (фильтрующие или изолирующие) необходимо применять при работах в условиях возможного аэрозольного загрязнения воздуха помещений радиоактивными веществами (работа с порошками, выпаривание радиоактивных растворов).

3.14.7. При работах, когда возможно загрязнение воздуха помещения радиоактивными газами или парами (ликвидация аварий, ремонтные работы), или когда применение фильтрующих средств не обеспечивает радиационную безопасность, следует применять изолирующие защитные средства (пневмокостюмы, пневмошлемы, а в отдельных случаях - автономные изолирующие аппараты).

3.14.8. При переходе персонала из помещений высокого класса работ в помещения более низкого класса необходимо контролировать уровни радиоактивного загрязнения средств индивидуальной защиты, а при переходе из 2 в 3 зону необходимо снимать дополнительные средства индивидуальной защиты.

3.14.9. Загрязненные выше допустимых(контрольных) уровней спецодежда и белье должны направляться на дезактивацию в спецпрачечные. Смена основной спецодежды и белья должна осуществляться персоналом не реже 1 раза в неделю.

Дополнительные средства индивидуальной защиты (пленочные, резиновые, с полимерным покрытием) после каждого использования должны подвергаться предварительной дезактивации в санитарном шлюзе или в другом специально отведенном месте.

3.14.10. Следует исключать радиоактивное загрязнение личной одежды и обуви. В случае обнаружения такого загрязнения личная одежда и обувь подлежат дезактивации, а при невозможности ее очистки - захоронению.

3.14.11. В помещениях для работ с радиоактивными веществами в открытом виде не допускается:

- пребывание сотрудников без необходимых средств индивидуальной защиты;

- прием пищи, курение, пользование косметическими принадлежностями;

- хранение пищевых продуктов, табачных изделий, домашней одежды, косметических принадлежностей и других предметов, не имеющих отношения к работе.

3.14.12. При выходе из помещений, где проводятся работы с радиоактивными веществами, следует проверить чистоту спецодежды и других средств индивидуальной защиты. При выявлении радиоактивного загрязнения свыше установленных допустимых (контрольных) уровней необходимо направить на дезактивацию загрязненные спецодежду и дополнительные средства индивидуальной защиты, а самому работнику - вымыться под душем.

3.14.13. Для приема пищи должно быть предусмотрено специальное помещение, оборудованное умывальником для мытья рук с подводкой горячей воды, изолированное от помещений, где ведутся работы с применением радиоактивных веществ в открытом виде.

3.14.14. На радиационных объектах, где могут возникать случаи радиоактивного загрязнения кожных покровов, должны использоваться в качестве средств их дезактивации препараты (моющие средства), эффективно удаляющие загрязнения и не увеличивающие поступление радионуклидов через кожу в организм. Последнее обстоятельство является определяющим при работах с высокотоксичными радионуклидами.

**IV. Радиационная безопасность при медицинском облучении**

4.1. Радиационная безопасность лиц, подвергающихся медицинским рентгенорадиологическим процедурам (диагностическим, лечебным, профилактическим, исследовательским), должна быть обеспечена путем обоснования назначения таких процедур и оптимизации радиационной защиты при их выполнении.

4.2. Дозы, получаемые пациентами при проведении рентгенорадиологических процедур, не нормируются. У лиц, проходящих медицинские рентгенорадиологические процедуры в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур либо участвующих в профилактических обследованиях или в медико-биологических исследованиях, годовая эффективная доза, обусловленная этими процедурами, не должна превышать 1 мЗв.

4.3. При назначении диагностического рентгенорадиологического процедуры должны учитываться следующие обстоятельства:

- наличие клинических показаний;

- обоснование выбора метода исследования, обеспечивающего наименьшую дозу облучения пациента при необходимом качестве изображения;

- рассмотрение возможности использования альтернативных (нерадиационных) методов диагностики.

4.4. Проведение терапевтических рентгенорадиологических процедур должно быть обосновано с учетом следующих требований:

- ожидаемая эффективность лечения превосходит эффективность альтернативных (нерадиационных) методов;

- риск отказа от лучевой терапии заведомо превышает риск от облучения при ее проведении.

4.5. Необходимо стремиться к уменьшению облучения пациентов как за счет исключения необоснованных назначений рентгенорадиологических процедур, так и их необоснованных повторений.

4.6. Протоколы диагностических рентгенорадиологических процедур должны обеспечивать предотвращение развития детерминированных лучевых эффектов у пациентов. При проведении терапевтических рентгенорадиологических процедур должны быть приняты необходимые меры для предотвращения лучевых осложнений у пациента.

4.7. Оптимизация радиационной защиты пациентов должна предусматривать достижение полезного медицинского эффекта рентгенорадиологических процедур, диагностической информации высокого качества или лечебного результата, при наименьших возможных уровнях облучения[[17]](#footnote-17).

4.8. Радиационная защита лиц, проходящих диагностические рентгенорадиологические процедруы, должна быть оптимизирована следующими средствами:

- использованием надлежащего оборудования, программного обеспечения и радиофармацевтических препаратов (в случае радионуклидной диагностики) и протоколов исследования, при которых пациент получает наименьшую дозу, необходимую для получения изображения или другой диагностической информации надлежащего качества;

- использованием референтных диагностических уровней (РДУ) для отдельных видов исследований;

- измерением и/или расчетом доз, облучения пациентов;

- соблюдением программы обеспечения качества.

4.9. Радиационная защита лиц, подвергающихся терапевтическим рентгенорадиологическим процедурам, должна быть оптимизирована следующими средствами:

- использованием надлежащего оборудования, программного обеспечения и радиофармацевтических препаратов (в случае радионуклидной терапии);

- планированием и проведением процедуры таким образом, чтобы ткани за пределами органа-мишени получили наименьшие возможные дозы излучения, а орган-мишень – требуемую терапевтическую дозу;

- определением поглощенной дозы в объеме органа-мишени и в других тканях, указанных врачом-рентгенологом/радиологом;

- соблюдением программы обеспечения качества.

4.10. Эксплуатационные параметры рентгенорадиологического оборудования должны измеряться:

- при приемке оборудования для клинического использования,

- при изменении условий эксплуатации оборудования.

Для оборудования со сроком эксплуатации свыше 10 лет контроль проводится не реже одного раза в два года.

4.11. Контроль эксплуатационных параметров медицинского рентгенорадиологического оборудования проводится организациями, аккредитованными в установленном порядке.

4.12. использование технических средств радиационной защиты пациентов (стационарных, передвижных и индивидуальных) является обязательным при проведении диагностических рентгенологических процедур. Части тела пациентов вне прямого поля излучения должны быть защищены средствами индивидуальной защиты (фартуки и накидки из просвинцованной резины). Эффективность средств индивидуальной защиты подлежит контролю.

4.13. При планировании интервенционных и терапевтических процедур беременных женщин необходимо обеспечивать наименьшую возможную дозу у зародыша или плода.

4.14. При введении радиофармацевтических препаратов кормящей матери с целью диагностики грудное кормление должно быть приостановлено на время, зависящее от вида и активности вводимого препарата. В случае терапии кормящей матери радиофармацевтическими препаратами грудное кормление должно быть прекращено.

4.15. Оптимизация радиационной защиты лиц, которые помогают в уходе за пациентами, должна включать методы, позволяющие избежать или уменьшить необходимость поддержки пациентов; критерии выбора лиц, которым позволяется поддерживать пациентов; а также выбор положения и средств защиты этих лиц.

4.16. Доза облучения пациента, обусловленная проведением рентгенорадиологического исследования или процедуры лучевой терапии, подлежит регистрации. Дозы должны вноситься в персональный лист учета доз медицинского облучения пациента, являющийся приложением к его истории болезни или амбулаторной карте.

4.17. Рентгенорадиологические диагностические или лечебные процедуры, связанные с облучением пациентов, проводятся только по назначению лечащего врача и с согласия пациента или его законного представителя, которому предварительно разъясняют пользу от предложенной процедуры и связанный с ней риск для здоровья. Окончательное решение о проведении соответствующей процедуры принимает врач, проводящий исследование.

4.18. Применяемые методы лучевой диагностики и терапии утверждаются Министерством здравоохранения Российской Федерации. В описании методов исследований необходимо отразить их оптимальные режимы с параметрами, характеризующими как качество изображения, так и уровни облучения пациентов. Оптимизация проведения рентгенорадиологических процедур на уровне медицинской организации осуществляется персоналом медицинской организации, представителями организации-поставщика или производителя оборудования или сторонних организаций, аккредитованных в установленном порядке[[18]](#footnote-18).

4.19. При проведении медицинских рентгенорадиологических процедур по требованию пациента или его законного представителя ему предоставляется информация об ожидаемой или полученной дозе облучения и о его возможных последствиях.

4.20. Проведение медико-биологических исследований на добровольцах с использованием ионизирующего излучения может осуществляться с разрешения федерального органа здравоохранения при обязательном письменном согласии исследуемых лиц после представления им сведений о риске облучения для здоровья. Доза, обусловленная исследованием, не должна превышать ограничений, установленных в НРБ-99/2020.

4.21. Для медицинских рентгенорадиологических процедур используется оборудование, содержащее радионуклидные или генерирующие ИИИ, зарегистрированное в Министерстве здравоохранения Российской Федерации[[19]](#footnote-19).

4.22. Контроль и учет индивидуальных доз, полученных лицами в результате проведения диагностических [рентгенорадиологических](http://search.qip.ru/search?query=%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B3%D0%B5%D0%BD&from=pochta) процедур, являются обязательными и осуществляются в рамках ЕСКИД.

4.23. Юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, использующие техногенные ИИИ для диагностики или лечения пациентов, ежегодно заполняет и представляет в установленном порядке радиационно-гигиенический паспорт организации[[20]](#footnote-20)[[21]](#footnote-21).

**V. Радиационная безопасность при воздействии природных ИИИ**

**5.1. Облучение населения**

5.1.1. Требования по обеспечению радиационной безопасности населения распространяются на регулируемые природные ИИИ: изотопы радона и продукты их радиоактивного распада в воздухе помещений, гамма-излучение природных радионуклидов, содержащихся в строительных изделиях и материалах, природные радионуклиды в питьевой воде, минеральных удобрениях и агрохимикатах, а также в продукции, изготовленной с использованием минерального сырья и материалов, содержащих природные радионуклиды.

5.1.2. Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации планируют и осуществляют мероприятия по оценке и снижению уровней облучения населения за счет природных ИИИ. Сведения об уровнях облучения населения природными ИИИ учитываются в рамках ЕСКИД и заносятся в радиационно-гигиенические паспорта территорий.

Степень радиационной безопасности населения характеризуют следующие значения эффективных доз облучения от всех основных природных ИИИ:

- не более 5 мЗв/год - приемлемый уровень облучения населения от природных ИИИ;

- свыше 5 до 10 мЗв/год - облучение населения является повышенным;

- более 10 мЗв/год - облучение населения является высоким.

Мероприятия по снижению уровней облучения природными ИИИ должны осуществляться в первоочередном порядке для групп населения, подвергающихся облучению в дозах более 10 мЗв/год.

5.1.3. При выборе участков территорий под строительство зданий жилищного и общественного назначения выбираются участки с мощностью амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения менее 0,3 мкЗв/ч и плотностью потока радона с поверхности грунта не более 80 мБк/(м2·с). Радиационная безопасность участков территории, предназначенных под застройку, подтверждается результатами радиационно-гигиенического обследования, выполненного аккредитованной лабораторией.

При проектировании здания на участке с мощностью амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения выше 0,3 мкЗв/ч, плотностью потока радона с поверхности грунта более 80 мБк/(м2·с) в проекте должна быть предусмотрена система защиты здания от повышенных уровней гамма-излучения и радона.

5.1.4. Для проверки соответствия зданий жилищного и общественного назначения требованиям [пунктов 5.3.2 и 5.3.3](http://docs.cntd.ru/document/902170553) [НРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902170553) на всех стадиях строительства, реконструкции, капитального ремонта и эксплуатации зданий жилищного и общественного назначения проводится радиационный контроль. В случаях обнаружения превышения нормативных значений должен проводиться анализ связанных с этим причин и осуществляться необходимые защитные мероприятия, направленные на снижение мощности дозы гамма-излучения и/или содержания радона в воздухе помещений.

5.1.5. Контроль за содержанием природных радионуклидов в строительных материалах и изделиях, минеральных удобрениях и агрохимикатах, в облицовочных изделиях и материалах, используемых для внутренней облицовки зданий и сооружений, а также в санитарно-технических изделиях, посуде, емкостях для цветов и растений, изделиях художественных промыслов и предметах интерьера из керамики, керамогранита, природного и искусственного камня, глины, фаянса и фарфора, осуществляет производитель. В сопроводительной документации должно указываться численное значение удельной активности природных радионуклидов на каждый вид такой продукции. Применение перечисленной продукции допускается только при наличии документального подтверждения соответствия ее показателей радиационной безопасности установленным нормативам.

5.1.6. Использование в коммунальных условиях и быту материалов и изделий, кроме строительного сырья и материалов, содержащих только природные радионуклиды с эффективной удельной активностью менее 740 Бк/кг, допускается без ограничений по радиационному фактору.

5.1.7. Использование в коммунальных условиях и быту материалов и изделий, для которых в [НРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902170553) и настоящих Правилах не установлены прямые нормативы на содержание природных радионуклидов, допускается, если при использовании ее по назначению эффективная доза облучения населения не превысит 0,1 мЗв/год.

5.1.8. При перевозке строительных материалов и изделий, минерального сырья и материалов, изделий на их основе, а также производственных отходов, содержащих природные радионуклиды, мощность дозы на поверхности транспортного средства не должна превышать 1 мкЗв/ч, а на поверхности упаковки продукции - 2,5 мкЗв/ч.

**5.2. Облучение работников**

5.2.1. Для обеспечения соответствия зданий и сооружений производственного назначения требованиям пункта 4.1 НРБ-99/2020 выбирают участки территории, на которых мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения не превышает 0,6 мкЗв/ч, а плотность потока радона с поверхности грунта в пределах контура застройки составляет менее 250 мБк/(м2·с). Радиационная безопасность участков территории, предназначенных под размещение зданий и сооружений производственного назначения, подтверждается результатами радиационно-гигиенического обследования, выполненного аккредитованной лабораторией. При проектировании здания на участке с мощностью амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения выше 0,6 мкЗв/ч, плотностью потока радона с поверхности грунта более 250 мБк/(м2·с) в проекте должна быть предусмотрена система защиты здания от повышенных уровней гамма-излучения и радона.

5.2.2. Обращение в производственных условиях с сырьем, материалами и изделиями с эффективной удельной активностью природных радионуклидов до 740 Бк/кг, а также с производственными отходами с эффективной удельной активностью природных радионуклидов до 1500 Бк/кг допускается без ограничений по радиационному фактору.

5.2.3. В организациях, осуществляющих работы в подземных условиях (неурановые рудники, шахты, подземные производства), добывающих и перерабатывающих минеральное и органическое сырье и подземные воды, использующих минеральное сырье и материалы с Аэфф более 740 Бк/кг или продукцию на их основе, а также в результате деятельности которых образуются производственные отходы с Аэфф более 1500 Бк/кг, должен осуществляться радиационный контроль, который является составной частью производственного контроля.

Радиационному контролю в таких организациях подлежат: годовые эффективные дозы облучения работников за счет природных ИИИ (в том числе работников сторонних организаций, рабочие места которых расположены на территории данных организаций); эффективная удельная активность природных радионуклидов в используемом сырье, материалах и изделиях; в готовой продукции, при производстве которой применяются сырье и материалы с Аэфф более 740 Бк/кг; производственные отходы.

5.2.4. В случае превышения эффективной дозы значения 5 мЗв/год должны приниматься меры по ее снижению ниже этого уровня или рассматриваться вопрос о прекращении (приостановке) работ. В случаях, когда экономически обоснованные защитные мероприятия не позволяют обеспечить на отдельных рабочих местах дозы менее 5 мЗв/год, допускается отнесение соответствующих работников по условиям труда к персоналу группы А.

На лиц, отнесенных по условиям труда к персоналу группы А, распространяются все требования по обеспечению радиационной безопасности, установленные для персонала группы А. О принятом решении администрация организации информирует органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

5.2.5. Организации, добывающие и перерабатывающие руды с целью извлечения из них природных радионуклидов, а также организации, использующие эти радионуклиды, относятся к организациям, осуществляющим деятельность с использованием техногенных ИИИ. На них распространяются требования по обеспечению радиационной безопасности, изложенные в главе III Правил.

**VI. Радиационная безопасность при радиационных авариях**

6.1. Система радиационной безопасности персонала и населения при радиационной аварии должна обеспечивать сведение к минимуму негативных последствий аварии, прежде всего - предотвращение возникновения детерминированных эффектов и минимизацию вероятности стохастических эффектов. При обнаружении радиационной аварии должны быть предприняты срочные меры по прекращению развития аварии, восстановлению контроля над ИИИ и сведения к минимуму доз облучения и количества облученных лиц из персонала и населения, радиоактивного загрязнения производственных помещений и окружающей среды, экономических и социальных потерь, вызванных аварией.

6.2. В проектной документации каждого радиационного объекта должны быть определены возможные аварии, возникающие вследствие неисправности оборудования, неправильных действий персонала, стихийных бедствий или иных причин, которые могут привести к потере контроля над ИИИ и облучению людей и (или) радиоактивному загрязнению окружающей среды.

6.3. В проектной документации радиационных объектов I - II категорий должен быть раздел «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций», включающий номенклатуру, объем и места хранения средств индивидуальной защиты, медикаментов, аварийного запаса радиометрических и дозиметрических приборов, средств дезактивации и санитарной обработки, инструментов и инвентаря, необходимых для проведения неотложных работ по ликвидации последствий радиационной аварии.

6.4. Администрация радиационных объектов обязана разработать, утвердить и согласовать с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, план мероприятий по защите персонала от радиационной аварии и ее последствий.

Органами местного самоуправления совместно с органами, осуществляющими федеральный государствен­ный санитарно-эпидемиологический надзор, должен быть разработан план мероприятий по защите населения от радиационной аварии на радиационных объектах I – II категорий и ее последствий.

Планы мероприятий по защите персонала и населения должны содержать следующие основные разделы:

- прогноз возможных аварий на радиационном объекте с учетом вероятных причин, типов и сценариев развития аварии, а также прогнозируемой радиационной обстановки при авариях разного типа;

- мероприятия по защите населения и окружающей среды и критерии для принятия решений о проведении защитных мероприятий;

- организации, осуществляющие мероприятия по ликвидации аварии и ее последствий;

- организация аварийного радиационного контроля;

- оценка характера и размеров радиационной аварии;

- порядок введения аварийного плана в действие;

- порядок оповещения и информирования;

- поведение персонала при аварии;

- обязанности должностных лиц при проведении аварийных работ;

- меры защиты персонала при проведении аварийных работ;

- оказание медицинской помощи пострадавшим;

- меры по локализации и ликвидации очагов (участков) радиоактивного загрязнения;

- подготовка и тренировка персонала к действиям в случае аварии.

6.5. На радиационных объектах в случаях радиационной аварии персонал руководствуется инструкцией по действиям персонала при радиационных авариях.

6.6. На производственных участках, в санпропускнике и здравпункте радиационного объекта должны находиться аптечки с набором необходимых средств первой помощи пострадавшим при аварии, а на объектах, где проводится работа с радиоактивными веществами в открытом виде, также и восполняемый запас средств санитарной обработки лиц, подвергшихся загрязнению.

6.7. В каждой организации, в которой возможна радиационная авария, должна быть предусмотрена система экстренного оповещения о возникшей аварии, по сигналам которой персонал должен действовать в соответствии с планами мероприятий по защите персонала и населения в случае радиационной аварии и должностными инструкциями.

6.8. Во всех случаях установления факта радиационной аварии администрация радиационного объекта или территории, на которой произошла авария, обязана проинформировать органы государственной власти, в том числе органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, а также органы местного самоуправления.

6.9. Органы исполнительной власти субъекта Российской Федерации обеспечивают своевременное поступление данных о радиационной аварии специалистам в области радиационной защиты и их участие в информировании населения о радиационной аварии, рекомендуемых способах и средствах защиты.

6.10. К проведению работ по ликвидации аварии и ее последствий должны привлекаться, прежде всего, работники радиационного объекта, аварийно-спасательных формирований и члены специализированных аварийных бригад. При необходимости для выполнения этих работ могут быть привлечены лица предпочтительно из персонала старше 30 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, при их добровольном письменном согласии после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья. Женщины могут быть допущены к участию в аварийных работах при выполнении пункта 3.1.8 НРБ-99/2020.

6.11. Перед началом работ по ликвидации последствий аварии проводится инструктаж персонала по вопросам радиационной безопасности с разъяснением характера и последовательности работ. При необходимости следует проводить предварительную отработку предстоящих операций.

6.12. Работы по ликвидации последствий аварии и выполнение других мероприятий, связанных с возможным переоблучением персонала, проводятся под радиационным контролем по специальному разрешению (допуску), в котором определяются предельная продолжительность работы, основные и дополнительные средства защиты и дозиметрического контроля, фамилии участников и лица, ответственного за выполнение работ.

6.13. Регламентация планируемого повышенного облучения персонала при ликвидации аварии определяется пунктом 3.2 НРБ-99/2020. Планируемое повышенное облучение допускается для персонала радиационного объекта и специалистов аварийно-спасательных служб и формирований.

6.14. Порядок радиационного контроля определяется с учетом масштаба и особенностей аварии, характера и условий выполняемых работ и согласовывается с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

6.15. Людей с травматическими повреждениями, химическими отравлениями или подвергшихся облучению в дозе выше 0,2 Зв, необходимо направить на медицинское обследование и лечение. При радиоактивном загрязнении проводится санитарная обработка людей и дезактивация загрязненной одежды.

В медицинской организации, обслуживающей радиационный объект, на случай аварийного облучения персонала этого объекта, необходимо иметь в наличии:

- приборы радиационного контроля;

- противолучевые лекарственные средства;

- средства дезактивации кожных покровов, ожогов и ран.

6.16. При радиационной аварии с выбросом радионуклидов в окружающую среду, повлекшим за собой радиоактивное загрязнение обширных территорий, защита населения осуществляется в соответствии с критериями для принятия решений, приведенными в главе IV НРБ-99/2020.

6.17. Ликвидация последствий аварии и расследование ее причин при необходимости проводится на федеральном, региональном, территориальном и объектовом уровнях.

6.18. Особые режимы проживания населения на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате радиационной аварии, устанавливаются органами исполнительной власти субъекта Российской Федерации в соответствии с нормативными правовыми актами и по согласованию с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор. На этих территориях проводятся контроль за радиационной обстановкой с учетом всех видов облучения и оптимизированные мероприятия по радиационной защите, если доза облучения населения за счет радиоактивного загрязнения территории превышает 1,0 мЗв/год.

6.19. Администрация организации, осуществляющей хозяйственную деятельность на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению, обеспечивает условия работы, при которых облучение работников за счет радиоактивного загрязнения не превысит 5 мЗв/год. В организациях, где облучение работников за счет радиоактивного загрязнения превышает 1 мЗв/год, осуществляется радиационный контроль и проводятся мероприятия по снижению облучения работников в соответствии с принципом оптимизации. Порядок радиационного контроля согласовывается с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

**Приложение 1**

**к ОСПОРБ-99/2020**

**Практическая реализация основных принципов**

**радиационной безопасности**

**Принцип обоснования**

В наиболее простых ситуациях проверка принципа обоснования осуществляется путем сравнения пользы и вреда:

, (1)

где Х - польза от применения ИИИ или условий облучения, за вычетом всех затрат на создание и эксплуатацию ИИИ или условий облучения, кроме затрат на радиационную защиту;

У1 - затраты на все меры защиты;

У2 - вред, наносимый здоровью людей и окружающей среде от облучения, не устраненного защитными мерами.

Разница между пользой (Х) и суммой вреда (У1+У2) должна быть больше нуля, а при наличии альтернативных способов достижения пользы (Х) эта разница должна быть еще и максимальной. В случае, когда невозможно достичь превышения пользы над вредом, принимается решение о неприемлемости использования данного вида ИИИ.

Должны учитываться аспекты технической и экологической безопасности.

Проверка соблюдения принципа обоснования, связанная со взвешиванием пользы и вреда от ИИИ, когда чаще всего польза и вред измеряются через различные показатели, не ограничивается только радиологическими критериями, а включает социальные, экономические, психологические и другие факторы.

Для различных ИИИ и условий облучения конкретные величины пользы имеют свои особенности (произведенная энергия от атомных электростанций (далее – АЭС), диагностическая и другая информация, добытые природные ресурсы, обеспеченность жилищем). Их следует, по возможности, свести к обобщенному выражению пользы для сопоставления с возможным ущербом от облучения за одинаковые отрезки времени в виде сокращения числа человеко-лет жизни. При этом принимается, что облучение в коллективной эффективной дозе в 1 человеко-зиверт (далее – чел.-Зв) приводит к потере 1 человеко-года (далее – чел.-года) жизни.

Приоритет отдается показателям здоровья по сравнению с экономическими выгодами.

Медико-социальное обоснование соотношения польза-вред может быть сделано на основе количественных и качественных показателей пользы и вреда для здоровья от деятельности, связанной с облучением.

Для количественной оценки следует использовать неравенство:

У0 > У2, (2)

где У2 имеет то же значение, что и в формуле (1);

У0 - вред для здоровья в результате отказа от данного вида деятельности, связанной с облучением.

Качественная оценка может быть выполнена с помощью формулы:

, (3)

где Z - интенсивность воздействия вредных факторов в результате деятельности, связанной с облучением;

Z0 - вредные факторы, воздействующие на персонал или население при отказе от деятельности, связанной с облучением;

DZ и - допустимая интенсивность воздействия факторов Z и Z0.

**Принцип оптимизации**

Реализация принципа оптимизации должна осуществляться каждый раз, когда планируется проведение защитных мероприятий. Ответственным за реализацию этого принципа является служба или лица, ответственные за организацию радиационной безопасности на объектах или территориях, где возникает необходимость в радиационной защите.

В условиях нормальной эксплуатации ИИИ или условий облучения оптимизация (совершенствование защиты) должна осуществляться при уровнях облучения в диапазоне от соответствующих пределов доз до достижения пренебрежимо малого уровня - 10 мкЗв в год индивидуальной дозы.

Реализация принципа оптимизации, как и принципа обоснования, должна осуществляться по специальным методическим указаниям, утверждаемым органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, а до их издания - путем проведения радиационно-гигиенической экспертизы обосновывающих документов. При этом согласно НРБ-99/2020 минимальным расходом на совершенствование защиты, снижающей эффективную дозу на 1 чел.-Зв, считается расход, равный одному годовому душевому национальному доходу (величина альфа, принятая в международных рекомендациях).

**Приложение 2**

**к ОСПОРБ- 99/2020**

**(рекомендуемый образец)**

Регистрационный номер организации\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Заявка**

**на поставку источников ионизирующего излучения**

1. Наименование и почтовый адрес поставщика

2. Наименование и почтовый адрес заказчика

3. Наименование организации, для которой производится заказ

4. Предмет заказа

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наиме­нование источника** | **Едини­ца измерения** | **Актив­ность единицы** | **Коли­чество единиц на год** | **В том числе по месяцам** | | | | | | | | | | | | **Общее количество на год (активность)** | **Сумма, руб.** |
|  |  |  |  | **I** | **II** | **III** | **IV** | **V** | **VI** | **VII** | **VIII** | **IX** | **X** | **XI** | **XII** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Итого

Примечания

5. Гарантии оплаты

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г. Руководитель организации

Главный бухгалтер

СОГЛАСОВАНО

Главный государственный санитарный врач по \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

М.П. «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г.

6. Учетные отметки о реализации заказа-заявки (при разовых поставках)

7. Дата отправки источников Дата получения источников

заказчику «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г. заказчиком «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г.

Исполнено в 4 экз.:

Экз. №№ 1 и 2 – поставщику;

Экз. № 3 – органам, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор;

Экз. № 4 - заказчику.

**Приложение 3**

**к ОСПОРБ- 99/2020**

**Удельные активности техногенных радионуклидов, при которых допускается неограниченное использование твердых материалов (УАНИ)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Радионуклид** | **УАНИ, Бк/г** | **Радионуклид** | **УАНИ, Бк/г** | **Радионуклид** | **УАНИ, Бк/г** |
| H-3 | 102 | Co-58m | 104 | Zr-95\* | 100 |
| Be-7 | 101 | Co-60 | 10-1 | Zr-97\* | 101 |
| C-14 | 100 | Co-60m | 103 | Nb-93m | 101 |
| F-18 | 101 | Co-61 | 102 | Nb-94 | 10-1 |
| Na-22 | 10-1 | Co-62m | 101 | Nb-95 | 100 |
| Na-24 | 100 | Ni-59 | 102 | Nb-97\* | 101 |
| Si-31 | 103 | Ni-63 | 102 | Nb-98 | 101 |
| P-32 | 103 | Ni-65 | 101 | Mo-90 | 101 |
| P-33 | 103 | Cu-64 | 102 | Mo-93 | 101 |
| S-35 | 102 | Zn-65 | 10-1 | Mo-99\* | 101 |
| Cl-36 | 100 | Zn-69 | 103 | Mo-101\* | 101 |
| Cl-38 | 101 | Zn-69m\* | 101 | Tc-96 | 100 |
| K-42 | 102 | Ga-72 | 101 | Tc-96m | 103 |
| K-43 | 101 | Ge-71 | 104 | Tc-97 | 101 |
| Ca-45 | 102 | As-73 | 103 | Tc-97m | 102 |
| Ca-47 | 101 | As-74 | 101 | Tc-99 | 100 |
| Sc-46 | 10-1 | As-76 | 101 | Tc-99m | 102 |
| Sc-47 | 101 | As-77 | 103 | Ru-97 | 101 |
| Sc-48 | 100 | Se-75 | 100 | Ru-103\* | 100 |
| V-48 | 100 | Br-82 | 100 | Ru-105\* | 101 |
| Cr-51 | 101 | Rb-86 | 102 | Ru-106\* | 10-1 |
| Mn-51 | 101 | Sr-85 | 100 | Rh-103m | 104 |
| Mn-52 | 100 | Sr-85m | 102 | Rh-105 | 102 |
| Mn-52m | 101 | Sr-87m | 102 | Pd-103\* | 103 |
| Mn-53 | 102 | Sr-89 | 103 | Pd-109\* | 102 |
| Mn-54 | 10-1 | Sr-90\* | 100 | Ag-105 | 100 |
| Mn-56 | 101 | Sr-91\* | 101 | Ag-110m\* | 10-1 |
| Fe-52\* | 101 | Sr-92 | 101 | Ag-111 | 102 |
| Fe-55 | 103 | Y-90 | 103 | Cd-109\* | 100 |
| Fe-59 | 100 | Y-91 | 102 | Cd-115\* | 101 |
| Co-55 | 101 | Y-91m | 102 | Cd-115m\* | 102 |
| Co-56 | 10-1 | Y-92 | 102 | In-111 | 101 |
| Co-57 | 100 | Y-93 | 102 | In-113m | 102 |
| Co-58 | 100 | Zr-93 | 101 | In-114m\* | 101 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Радионуклид** | **УАНИ, Бк/г** | **Радионуклид** | **УАНИ, Бк/г** | **Радионуклид** | **УАНИ, Бк/г** |
| In-115m | 102 | Ce-139 | 100 | Ir-192 | 100 |
| Sn-113\* | 100 | Ce-141 | 102 | Ir-194 | 102 |
| Sn-125 | 101 | Ce-143 | 101 | Pt-191 | 101 |
| Sb-122 | 101 | Ce-144 | 101 | Pt-193m | 103 |
| Sb-124 | 100 | Pr-142 | 102 | Pt-197 | 103 |
| Sb-125\* | 10-1 | Pr-143 | 103 | Pt-197m | 102 |
| Te-123m | 100 | Nd-147 | 102 | Au-198 | 101 |
| Te-125m | 103 | Nd-149 | 102 | Au-199 | 102 |
| Te-127 | 103 | Pm-147 | 103 | Hg-197 | 102 |
| Te-127m\* | 101 | Pm-149 | 103 | Hg-197m | 102 |
| Te-129 | 102 | Sm-151 | 103 | Hg-203 | 101 |
| Te-129m\* | 101 | Sm-153 | 102 | Tl-200 | 101 |
| Te-131 | 102 | Eu-152 | 10-1 | Tl-201 | 102 |
| Te-131m\* | 101 | Eu-152m | 102 | Tl-202 | 101 |
| Te-132\* | 100 | Eu-154 | 10-1 | Tl-204 | 100 |
| Te-133 | 101 | Eu-155 | 100 | Pb-203 | 101 |
| Te-133m | 101 | Gd-153 | 101 | Bi-206 | 100 |
| Te-134 | 101 | Gd-159 | 102 | Bi-207 | 10-1 |
| I-123 | 102 | Tb-160 | 100 | Po-203 | 101 |
| I-125 | 102 | Dy-165 | 103 | Po-205 | 101 |
| I-126 | 101 | Dy-166 | 102 | Po-207 | 101 |
| I-129 | 10-2 | Ho-166 | 102 | At-211 | 103 |
| I-130 | 101 | Er-169 | 103 | Ra-225 | 101 |
| I-131 | 101 | Er-171 | 102 | Ra-227 | 102 |
| I-132 | 101 | Tm-170 | 102 | Th-226 | 103 |
| I-133 | 101 | Tm-171 | 103 | Th-229 | 10-1 |
| I-134 | 101 | Yb-175 | 102 | Pa-230 | 101 |
| I-135 | 101 | Lu-177 | 102 | Pa-233 | 101 |
| Cs-129 | 101 | Hf-181 | 101 | U-230\* | 101 |
| Cs-131 | 103 | Ta-182 | 10-1 | U-231\* | 102 |
| Cs-132 | 101 | W-181 | 101 | U-232\* | 10-1 |
| Cs-134 | 10-1 | W-185 | 103 | U-233 | 100 |
| Cs-134m | 103 | W-187 | 101 | U-236 | 101 |
| Cs-135 | 102 | Re-186 | 103 | U-237 | 102 |
| Cs-136 | 101 | Re-188 | 102 | U-239 | 102 |
| Cs-137\* | 10-1 | Os-185 | 101 | U-240\* | 102 |
| Cs-138 | 101 | Os-191 | 102 | Np-237\* | 100 |
| Ba-131 | 101 | Os-191m | 103 | Np-239 | 102 |
| Ba-140 | 100 | Os-193 | 102 | Np-240 | 101 |
| La-140 | 100 | Ir-190 | 100 | Pu-234 | 102 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Радионуклид** | **УАНИ, Бк/г** | **Радионуклид** | **УАНИ, Бк/г** | **Радионуклид** | **УАНИ, Бк/г** |
| Pu-235 | 102 | Am-242m\* | 10-1 | Cf-249 | 10-1 |
| Pu-236 | 100 | Am-243\* | 10-1 | Cf-250 | 100 |
| Pu-237 | 102 | Cm-242 | 101 | Cf-251 | 10-1 |
| Pu-238 | 10-1 | Cm-243 | 100 | Cf-252 | 100 |
| Pu-239 | 10-1 | Cm-244 | 100 | Cf-253 | 102 |
| Pu-240 | 10-1 | Cm-245 | 10-1 | Cf-254 | 100 |
| Pu-241 | 101 | Cm-246 | 10-1 | Es-253 | 102 |
| Pu-242 | 10-1 | Cm-247\* | 10-1 | Es-254\* | 10-1 |
| Pu-243 | 103 | Cm-248 | 10-1 | Es-254m\* | 101 |
| Pu-244\* | 10-1 | Bk-249 | 102 | Fm-254 | 104 |
| Am-241 | 10-1 | Cf-246 | 103 | Fm-255 | 102 |
| Am-242 | 103 | Cf-248 | 100 |  |  |

Примечание:

\*- Ниже приведены исходные радионуклиды и их дочерние продукты, вклады в дозу которых учитываются при расчетах доз (следовательно рассматривать требуется только УАНИ для исходного радионуклида).

|  |  |
| --- | --- |
| Fe-52 | Mn-52m |
| Zn-69m | Zn-69 |
| Sr-90 | Y-90 |
| Sr-91 | Y-91m |
| Zr-95 | Nb-95 |
| Zr-97 | Nb-97m, Nb-97 |
| Nb-97 | Nb-97m |
| Mo-99 | Tc-99m |
| Mo-101 | Tc-101 |
| Ru-103 | Rh-103m |
| Ru-105 | Rh-105m |
| Ru-106 | Rh-106 |
| Pd-103 | Rh-103m |
| Pd-109 | Ag-109m |
| Ag-110m, | Ag-110 |
| Cd-109 | Ag-109m |
| Cd-115 | In-115m |
| Cd-115m | In-115m |
| In-114m | In-114 |
| Sn-113 | In-113m |
| Sb-125 | Te-125m |
| Te-127m | Te-127 |
| Te-129m | Te-129 |
| Te-131m | Te-131 |
| Te-132 | I-132 |
| Cs-137 | Ba-137m |
| Ce-144 | Pr-144, Pr-144m |
| U-232 | Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 |
| U-240 | Np-240m, Np-240 |
| Np-237 | Pa-233 |
| Pu-244 | U-240, Np-240m, Np-240 |
| Am-242m | Np-238 |
| Am-243 | Nh-239 |
| Cm-247 | Pu-243 |
| Es-254 | Bk-250 |
| Es-254m | Fm-254 |

**Приложение 4**

**к ОСПОРБ- 99/2020**

**Допустимые удельные активности основных долгоживущих радионуклидов для неограниченного использования металлов**

**и изделий на их основе**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Радионуклиды | Период полураспада | Допустимая удельная активность отдельного i-го радионуклида ДУАi, кБк/кг |
| 54Мn | 312сут | 1,0 |
| 60Со | 5,3 год | 0,3 |
| 65Zn | 244 сут | 1,0 |
| 94Nb | 2,0х104 год | 0,4 |
| 106Ru+106mRh | 368 сут | 4,0 |
| 110mAg | 250 сут | 0,3 |
| 125Sb+l25mTe | 2,8 год | 1,6 |
| 134Cs | 2,1 год | 0,5 |
| 137Cs+137mВа | 30,2 год | 1,0 |
| 152Eu | 13,3 год | 0,5 |
| 154Eu | 8,8 год | 0,5 |
| 90Sr+90Y | 29,1 год | 10,0 |
| 226Ra | 11,6х103 лет | 0,4 |
| 232Th | 1x1010лет | 0,3 |
| U-природный \* |  | 0,3 |
| 233U | 1,58 + 05 лет | 4,0 |
| 234U | 2,44 + 05 лет | 4,0 |
| 235U \* | 7,04 + 08 лет | 1,0 |
| 238U \* | 4,47 + 09 лет | 4,0 |

Примечание:

\* Данные приведены в условии равновесия с дочерними радионуклидами:

- для 238U с 234Th и 234mPa;

- для 235U с 231Th;

- для природного урана c 234Th, 234mPa, 234U, 230Th, 226Ra, 222Rn, 218Po, 214Pb, 214Bi, 214Po, 210Pb, 210Bi, 210Po.

При наличии в металле (изделии на его основе) смеси техногенных радионуклидов неограниченное использование его возможно при выполнении следующего соотношения:



где: *N* - число техногенных радионуклидов в металле (изделии);

***Ai*** - удельная активность ***i***-того радионуклида в металле (изделии) в кБк/кг;

***ДУАi*** - значение допустимой удельной активности ***i***-того техногенного радионуклида в металле (изделии), приведенное в таблице, в кБк/кг.

**Приложение 5**

**к ОСПОРБ-99/2020**

**Предельные значения удельной и объемной активностей радионуклидов в отходах для отнесения их к радиоактивным отходам**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Вид радионуклида | Период полураспада радионуклида \* | Предельные значения удельной активности, Бк/г | | Предельные значения объемной активности (газообразные отходы) \*\*, Бк/м3 |
| твердые отходы | жидкие отходы |
| 1. | H-3 | 12,3 года | 1·106 | 1·103 | 1,9·103 |
| 2. | Be-7 | 53,3 суток | 1·103 | 4,9·102 | 2·103 |
| 3. | C-14 | 5,73·103 лет | 1·104 | 24 | 55 |
| 4. | F-18 | 1,83 часа | 10 | - | 1,6·103 |
| 5. | Na-22 | 2,6 года | 10 | 4,3 | 72 |
| 6. | Na-24 | 15 часов | 10 | - | 2,9·102 |
| 7. | Si-31 | 2,62 часа | 1·103 | 85 | 1,1·103 |
| 8. | P-32 | 14,3 суток | 1·103 | 5,7 | 34 |
| 9. | P-33 | 25,4 суток | 1·105 | 57 | 72 |
| 10. | S-35 | 87,4 суток | 1·105 | 17,8 | 76 |
| 11. | Cl-36 | 3,01·105 лет | 1·104 | 15 | 16 |
| 12. | Ar-37 | 35,04 суток | 1·106 | - | 6,6·108 |
| 13. | Ar-41 | 1,83 часа | 1·102 | - | 5,1·102 |
| 14. | K-40 | 1,28·109 лет | 1·102 | 2,2 | 31 |
| 15. | K-42 | 12,4 часа | 1·102 | 31 | 5,2·102 |
| 16. | K-43 | 22,6 часа | 10 | - | 5,4·102 |
| 17. | Ca-45 | 163 суток | 1·104 | 19 | 30 |
| 18. | Ca-47 | 4,53 суток | 10 | 8,6 | 53 |
| 19. | Sc-46 | 83,8 суток | 10 | 9,1 | 16 |
| 20. | Sc-47 | 3,35 суток | 1·102 | 25 | 1,5·102 |
| 21. | Sc-48 | 1,82 суток | 10 | 8,1 | 89 |
| 22. | V-48 | 16,2 суток | 10 | 6,9 | 45 |
| 23. | Cr-51 | 27,7 суток | 1·103 | 3,6·102 | 2,5·103 |
| 24. | Mn-52 | 5,59 суток | 10 | 7,6 | 77 |
| 25. | Mn-53 | 3,7·106лет | 1·104 | 4,6·102 | 1,5·103 |
| 26. | Mn-54 | 312 суток | 10 | - | 72 |
| 27. | Mn-56 | 2,58 часа | 10 | - | 6,8·102 |
| 28. | Fe-52 | 8,28 часа | 10 | 9,7 | 1,2·102 |
| 29. | Fe-55 | 2,7 года | 1·104 | 42 | 3,1·102 |
| 30. | Fe-59 | 44,5 суток | 10 | 7,6 | 30 |
| 31. | Co-55 | 17,5 часа | 10 | - | 1,6·102 |
| 32. | Co-56 | 78,7 суток | 10 | 5,5 | 24 |
| 33. | Co-57 | 271 сутки | 1·102 | 65 | 2·102 |
| 34. | Co-58 | 70,8 суток | 10 | - | 68 |
| 35. | Co-58m | 9,15 часа | 1·104 | 5,7·102 | 6,9·103 |
| 36. | Co-60 | 5,27 года | 10 | 4 | 11 |
| 37. | Co-61 | 1,65 часа | 1·102 | - | 1,9·103 |
| 38. | Ni-59 | 7,5·104 лет | 1·104 | 2,2·102 | 8,5·102 |
| 39. | Ni-63 | 96 лет | 1·105 | 91 | 2,6·102 |
| 40. | Ni-65 | 2,52 часа | 10 | - | 1·103 |
| 41. | Cu-64 | 12,7 часа | 1·102 | - | 9,2·102 |
| 42. | Zn-65 | 244 суток | 10 | 3,5 | 72 |
| 43. | Zn-69m | 13,8 часа | 1·102 | 41 | 3,5·102 |
| 44. | Ga-72 | 14,1 часа | 10 | - | 1,5·102 |
| 45. | Ge-71 | 11,8 суток | 1·104 | 1,14·103 | 6,1·103 |
| 46. | As-73 | 80,3 суток | 1·103 | 53 | 1,1·102 |
| 47. | As-74 | 17,8 суток | 10 | - | 53 |
| 48. | As-76 | 1,1 суток | 1·102 | 8,6 | 1,1·102 |
| 49. | As-77 | 1,62 суток | 1·103 | 34 | 2,7·102 |
| 50. | Se-75 | 120 суток | 1·102 | 5,3 | 77 |
| 51. | Br-82 | 1,47 суток | 10 | - | 1,7·102 |
| 52. | Kr-76 | 14,8 часа | 1·102 | - | 1,7·103 |
| 53. | Kr-77 | 1,24 часа | 1·102 | - | 7·102 |
| 54. | Kr-79 | 1,46 суток | 1·103 | - | 2,8·103 |
| 55. | Kr-81 | 2,29·105 лет | 1·104 | - | 1,3·105 |
| 56. | Kr-83m | 1,83 часа | 1·105 | - | 1,3·107 |
| 57. | Kr-85 | 10,76 года | 1·105 | - | 1,2·105 |
| 58. | Kr-85m | 4,48 часа | 1·103 | - | 4,6·103 |
| 59. | Kr-87 | 1,27 часа | 1·102 | - | 8·102 |
| 60. | Kr-88 | 2,84 часа | 1·102 | - | 3,2·102 |
| 61. | Rb-86 | 18,7 суток | 1·102 | 4,9 | 68 |
| 62. | Sr-85 | 64,8 суток | 1·102 | 24 | 1,6·102 |
| 63. | Sr-85m | 1,16 часа | 1·102 | - | 2,1·104 |
| 64. | Sr-87m | 2,8 часа | 1·102 | - | 4,3·103 |
| 65. | Sr-89 | 50,5 суток | 1·103 | 5,3 | 19 |
| 66. | Sr-90 | 29,1 года | 1·102 \*\*\* | 0,49 | 2,7 |
| 67. | Sr-91 | 9,5 часа | 10 | - | 2,3·102 |
| 68. | Sr-92 | 2,71 часа | 10 | - | 3,7·102 |
| 69. | Y-90 | 2,67 суток | 1·103 | 5,1 | 60 |
| 70. | Y-91 | 58,5 суток | 1·103 | 5,7 | 14 |
| 71. | Y-92 | 3,54 часа | 1·102 | 27 | 4,3·102 |
| 72. | Y-93 | 10,1 часа | 1·102 | 11 | 1,7·102 |
| 73. | Zr-93 | 1,53·106 лет | 1·103 \*\*\* | 12 | 12 |
| 74. | Zr-95 | 64 суток | 10 | - | 23 |
| 75. | Zr-97 | 16,9 часа | 10 \*\*\* | 6,5 | 99 |
| 76. | Nb-93m | 13,6 года | 1·104 | 1,1·102 | 2,2·102 |
| 77. | Nb-94 | 2,03·104 лет | 10 | 8,1 | 11 |
| 78. | Nb-95 | 35,1 суток | 10 | - | 72 |
| 79. | Nb-97 | 1,2 часа | 10 | - | 2,1·103 |
| 80. | Mo-90 | 5,67 часа | 10 | - | 2,6·102 |
| 81. | Mo-93 | 3,5·103 лет | 1·103 | 4,4 | 2,1·102 |
| 82. | Mo-99 | 2,75 суток | 1·102 | 22 | 1,2·102 |
| 83. | Tc-96 | 4,28 суток | 10 | - | 1,3·102 |
| 84. | Tc-97 | 2,6·106 лет | 1·103 | 2·102 | 4,9·102 |
| 85. | Tc-97m | 87 суток | 1·103 | 25 | 33 |
| 86. | Tc-99 | 2,13·105 лет | 1·104 | 21 | 27 |
| 87. | Tc-99m | 6,02 часа | 1·102 | - | 5,3·103 |
| 88. | Ru-97 | 2,9 суток | 1·102 | 91 | 8,6·102 |
| 89. | Ru-103 | 39,3 суток | 1·102 | 19 | 46 |
| 90. | Ru-105 | 4,44 часа | 10 | - | 5,7·102 |
| 91. | Ru-106 | 1,01 года | 1·102 \*\*\* | 2 | 4,4 |
| 92. | Rh-105 | 1,47 суток | 1·102 | 37 | 3·102 |
| 93. | Pd-103 | 17 суток | 1·103 | 72 | 2,6·102 |
| 94. | Pd-109 | 13,4 часа | 1·103 | 24 | 2,7·102 |
| 95. | Ag-105 | 41 сутки | 1·102 | 29 | 1,5·102 |
| 96. | Ag-110m | 250 суток | 10 | 4,9 | 15 |
| 97. | Ag-111 | 7,45 суток | 1·103 | 11 | 72 |
| 98. | Cd-109 | 1,27 года | 1·104 | 6,9 | 14 |
| 99. | Cd-115 | 2,23 суток | 1·102 | 9,8 | 1·102 |
| 100. | Cd-115m | 44,6 суток | 1·103 | 4,2 | 15 |
| 101. | In-111 | 2,83 суток | 1·102 | 47 | 4,4·102 |
| 102. | In-113m | 1,66 часа | 1·102 | - | 4,7·103 |
| 103. | In-114m | 49,5 суток | 1·102 | 3,3 | 6,8 |
| 104. | In-115m | 4,49 часа | 1·102 | - | 1,5·103 |
| 105. | Sn-113 | 115 суток | 1·103 | 19 | 43 |
| 106. | Sn-125 | 9,64 суток | 1·102 | 4,4 | 35 |
| 107. | Sb-122 | 2,7 суток | 1·102 | 8,1 | 92 |
| 108. | Sb-124 | 60,2 суток | 10 | 5,5 | 18 |
| 109. | Sb-125 | 2,77 года | 1·102 | 12 | 24 |
| 110. | Te-123m | 120 суток | 1·102 | 8,6 | 27 |
| 111. | Te-125m | 58 суток | 1·103 | 15 | 32 |
| 112. | Te-127 | 9,35 часа | 1·103 | 81 | 7,2·102 |
| 113. | Te-127m | 109 суток | 1·103 | 6 | 15 |
| 114. | Te-129 | 1,16 часа | 1·102 | - | 2,3·103 |
| 115. | Te-129m | 33,6 суток | 1·103 | 4,6 | 17 |
| 116. | Te-131m | 1,25 суток | 10 | 7,2 | 91 |
| 117. | Te-132 | 3,26 суток | 1·102 | 3,6 | 40 |
| 118. | I-123 | 13,2 часа | 1·102 | 65 | 6,6·102 |
| 119. | I-125 | 60,1 суток | 1·103 | 0,91 | 17 |
| 120. | I-126 | 13 суток | 1·102 | 0,47 | 6,3 |
| 121. | I-129 | 1,57·107 лет | 1·102 | 0,13 | 2,9 |
| 122. | I-130 | 12,4 часа | 10 | 6,9 | 71 |
| 123. | I-131 | 8,04 суток | 1·102 | 0,62 | 7,3 |
| 124. | I-132 | 2,3 часа | 10 | - | 5,4·102 |
| 125. | I-133 | 20,8 часа | 10 | 3,1 | 29 |
| 126. | I-135 | 6,61 часа | 10 | - | 1,4·102 |
| 127. | Xe-131m | 11,84 суток | 1·104 | - | 8,5·104 |
| 128. | Xe-133 | 5,24 суток | 1·103 | - | 2,2·104 |
| 129. | Xe-135 | 9,14 часа | 1·103 | - | 2,8·103 |
| 130. | Cs-129 | 1,34 суток | 1·102 | 23 | 1,9·103 |
| 131. | Cs-131 | 9,69 суток | 1·103 | 24 | 3,1·103 |
| 132. | Cs-132 | 6,48 суток | 10 | - | 4,4·102 |
| 133. | Cs-134 | 2,06 года | 10 | 0,72 | 19 |
| 134. | Cs-134m | 2,9 часа | 1·103 | 6,8·102 | 6,1·103 |
| 135. | Cs-135 | 2,3·106 лет | 1·104 | 6,9 | 1,8·102 |
| 136. | Cs-136 | 13,1 суток | 10 | 4,6 | 96 |
| 137. | Cs-137 | 30,17 года | 10 \*\*\* | 1,1 | 27 |
| 138. | Ba-131 | 11,8 суток | 1·102 | 3 | 1,4·102 |
| 139. | Ba-133 | 10,7 года | 10 | 9,3 | 25 |
| 140. | Ba-140 | 12,7 суток | 10 \*\*\* | 0,5 | 22 |
| 141. | La-140 | 1,68 суток | 10 | 0,6 | 84 |
| 142. | Ce-139 | 138 суток | 1·102 | 5,3 | 65 |
| 143. | Ce-141 | 32,5 суток | 1·102 | 1,9 | 33 |
| 144. | Ce-143 | 1,38 суток | 1·102 | 1,2 | 1,3·102 |
| 145. | Ce-144 | 284 суток | 1·102 \*\*\* | 2,6 | 3,3 |
| 146. | Pr-142 | 19,1 часа | 1·102 | 10 | 1,4·102 |
| 147. | Pr-143 | 13,6 суток | 1·104 | 11 | 46 |
| 148. | Nd-147 | 11 суток | 1·102 | 12 | 46 |
| 149. | Nd-149 | 1,73 часа | 1·102 | - | 1·103 |
| 150. | Pm-147 | 2,62 года | 1·104 | 53 | 24 |
| 151. | Pm-149 | 2,21 суток | 1·103 | 14 | 1,5·102 |
| 152. | Sm-151 | 90 лет | 1·104 | 1,4·102 | 31 |
| 153. | Sm-153 | 1,95 суток | 1·102 | 19 | 1,7·102 |
| 154. | Eu-152 | 13,3 года | 10 | 9,8 | 2,9 |
| 155. | Eu-152m | 9,32 часа | 1·102 | 27 | 4·102 |
| 156. | Eu-154 | 8,8 года | 10 | 6,9 | 2,3 |
| 157. | Eu-155 | 4,96 года | 1·102 | 43 | 18 |
| 158. | Gd-153 | 242 суток | 1·102 | 51 | 44 |
| 159. | Gd-159 | 18,6 часа | 1·103 | 27 | 3,5·102 |
| 160. | Tb-160 | 72,3 суток | 10 | 8,6 | 16 |
| 161. | Dy-165 | 2,33 часа | 1·103 | 1,2·102 | 1,5·103 |
| 162. | Dy-166 | 3,4 суток | 1·103 | 8,5 | 60 |
| 163. | Ho-166 | 1,12 суток | 1·103 | 9,7 | 1,3·102 |
| 164. | Er-169 | 9,3 суток | 1·104 | 37 | 1,1·102 |
| 165. | Er-171 | 7,52 часа | 1·102 | 38 | 4,3·102 |
| 166. | Tm-170 | 129 суток | 1·103 | 10 | 16 |
| 167. | Tm-171 | 1,92 года | 1·104 | 1,2·102 | 86 |
| 168. | Yb-175 | 4,19 суток | 1·103 | 31 | 1,5·102 |
| 169. | Lu-177 | 6,71 суток | 1·103 | 25 | 91 |
| 170. | Hf-181 | 42,4 суток | 10 | - | 22 |
| 171. | Ta-182 | 115 суток | 10 | 9,1 | 11 |
| 172. | W-181 | 121 сутки | 1·103 | 1,8·102 | 2,8·103 |
| 173. | W-185 | 75,1 суток | 1·104 | 31 | 5,3·102 |
| 174. | W-187 | 23,9 часа | 1·102 | 21 | 3,5·102 |
| 175. | Re-186 | 3,78 суток | 1·103 | 9,1 | 92 |
| 176. | Re-188 | 17 часов | 1·102 | 9,7 | 1,1·102 |
| 177. | Os-185 | 94 суток | 10 | 27 | 72 |
| 178. | Os-191 | 15,4 суток | 1·102 | 24 | 60 |
| 179. | Os-191m | 13 часов | 1·103 | 1,4·102 | 6,8·102 |
| 180. | Os-193 | 1,25 суток | 1·102 | 17 | 1,9·102 |
| 181. | Ir-190 | 12,1 суток | 10 | 11 | 46 |
| 182. | Ir-192 | 74 суток | 10 | 9,8 | 17 |
| 183. | Ir-194 | 19,1 часа | 1·102 | 10 | 1,4·102 |
| 184. | Pt-191 | 2,8 суток | 1·102 | 40 | 6,7·102 |
| 185. | Pt-193m | 4,33 суток | 1·103 | 30 | 5,3·102 |
| 186. | Pt-197 | 18,3 часа | 1·103 | 34 | 7,2·102 |
| 187. | Pt-197m | 1,57 часа | 1·102 | - | 2,9·103 |
| 188. | Au-198 | 2,69 суток | 1·102 | 14 | 1,2·102 |
| 189. | Au-199 | 3,14 суток | 1·102 | 31 | 1,4·102 |
| 190. | Hg-197 | 2,67 суток | 1·102 | 60 | 3,6·102 |
| 191. | Hg-197m | 23,8 часа | 1·102 | 29 | 2·102 |
| 192. | Hg-203 | 46,6 суток | 1·102 | 7,2 | 46 |
| 193. | Tl-200 | 1,09 суток | 10 | - | 6·102 |
| 194. | Tl-201 | 3,04 суток | 1·102 | - | 1,6·103 |
| 195. | Tl-202 | 12,2 суток | 1·102 | 30 | 4,4·102 |
| 196. | Tl-204 | 3,78 года | 1·104 | 11 | 1,6·102 |
| 197. | Pb-203 | 2,17 суток | 1·102 | 57 | 5,3·102 |
| 198. | Pb-210 | 22,3 года | 10 \*\*\* | 2·10-2 | 0,11 |
| 199. | Pb- 212 | 10,6 часа | 10 \*\*\* | 2,2 | 0,62 |
| 200. | Bi-206 | 6,24 суток | 10 | 7,2 | 65 |
| 201. | Bi-207 | 38 лет | 10 | - | 21 |
| 202. | Bi-210 | 5,01 суток | 1·103 | 11 | 1,2 |
| 203. | Bi-212 | 1,01 часа | 10 \*\*\* | - | 3,6 |
| 204. | Po-205 | 1,8 часа | 10 | - | 1,6·103 |
| 205. | Po-207 | 5,83 часа | 10 | - | 1·103 |
| 206. | Po-210 | 138 суток | 10 | 1,1·10-2 | 3,4·10-2 |
| 207. | At-211 | 7,21 часа | 1·103 | 1,2 | 1,05 |
| 208. | Rn-222 | 3,82 суток | 10 \*\*\* | - | 2·102 |
| 209. | Ra-223 | 11,4 суток | 1·102 \*\*\* | 0,14 | 1,5·10-2 |
| 210. | Ra-224 | 3,66 суток | 10 \*\*\* | 0,21 | 3,7·10-2 |
| 211. | Ra-225 | 14,8 суток | 1·102 | 0,14 | 1,7·10-2 |
| 212. | Ra-226 | 1,6·103 лет | 10 \*\*\* | 4,9·10-2 | 3·10-2 |
| 213. | Ra-228 | 5,75 года | 10 \*\*\* | 2·10-2 | 3,1·10-2 |
| 214. | Ac-228 | 6,13 часа | 10 | - | 3,2 |
| 215. | Th-227 | 18,7 суток | 10 | 1,6 | 1,1·10-2 |
| 216. | Th-228 | 1,91 года | 1 \*\*\* | 0,19 | 2,9·10-3 |
| 217. | Th-229 | 7,34·103 лет | 1 \*\*\* | 2,8·10-2 | 1,7·10-3 |
| 218. | Th-230 | 7,7·104 лет | 1 | 6,5·10-2 | 8,8·10-3 |
| 219. | Th-231 | 1,06 суток | 1·103 | 40 | 3,1·102 |
| 220. | Th-232 | 1,4·1010 лет | 1 \*\*\* | 6·10-2 | 4,9·10-3 |
| 221. | Th- природный, включая Th- 232 | 1,4·1010 лет | 1 \*\*\* | - | - |
| 222. | Th-234 | 24,1 суток | 1·103 \*\*\* | 4 | 15 |
| 223. | Pa-230 | 17,4 суток | 10 | - | 0,14 |
| 224. | Pa-231 | 3,27·104 лет | 1 | 1,9·10-2 | 8,8·10-4 |
| 225. | Pa-233 | 27 суток | 1·102 | 16 | 28 |
| 226. | U-230 | 20,8 суток | 10 \*\*\* | 0,25 | 8,1·10-3 |
| 227. | U-231 | 4,2 суток | 1·102 | 49 | 3·102 |
| 228. | U-232 | 72 года | 1 \*\*\* | 4,2·10-2 | 1,4·10-2 |
| 229. | U-233 | 1,58·105 лет | 10 | 0,27 | 3,2·10-2 |
| 230. | U-234 | 2,44·105 лет | 10 | 0,28 | 3,3·10-2 |
| 231. | U-235 | 7,04·108 лет | 10 \*\*\* | 0,29 | 3,7·10-2 |
| 232. | U-236 | 2,34·107 лет | 10 | 0,29 | 3,5·10-2 |
| 233. | U-237 | 6,75 суток | 1·102 | 18 | 65 |
| 234. | U-238 | 4,47·109 лет | 10 \*\*\* | 0,3 | 4·10-2 |
| 235. | U-природный | 4,47·109 лет | 1 | - | - |
| 236. | U-240 | 14,1 часа | 1·103 | 12 | 1,6·102 |
| 237. | U-240 | 14,1 часа | 10 \*\*\* | - | - |
| 238. | Np -237 | 2,14·106 лет | 1 \*\*\* | 0,13 | 5,4·10-3 |
| 239. | Np-239 | 2,36 суток | 1·102 | 17 | 1,1·102 |
| 240. | Np-240 | 1,08 часа | 10 | - | 1,1·103 |
| 241. | Pu-234 | 8,8 часа | 1·102 | 85 | 5,2 |
| 242. | Pu-236 | 2,85 года | 10 | 0,16 | 6,2·10-3 |
| 243. | Pu-237 | 45,3 суток | 1·103 | 1,4·102 | 3,2·102 |
| 244. | Pu-238 | 87,7 года | 1 | 6·10-2 | 2,7·10-3 |
| 245. | Pu-239 | 2,41·104 лет | 1 | 5,5·10-2 | 2,5·10-3 |
| 246. | Pu-240 | 6,54·103 лет | 1 | 5,5·10-2 | 2,5·10-3 |
| 247. | Pu-241 | 14,4 года | 1·102 | 2,9 | 0,14 |
| 248. | Pu-242 | 3,76·105 лет | 1 | 5,7·10-2 | 2,6·10-3 |
| 249. | Pu-243 | 4,95 часа | 1·103 | 1,6·102 | 1,3·103 |
| 250. | Pu-244 | 8,26·107 лет | 1 | 5,7·10-2 | 2,6·10-3 |
| 251. | Am-241 | 432 года | 1 | 6,9·10-2 | 2,9·10-3 |
| 252. | Am-242 | 16 часов | 1·103 | 46 | 6,5 |
| 253. | Am-242m | 152 года | 1 \*\*\* | 7,2·10-2 | 3,3·10-3 |
| 254. | Am-243 | 7,38·103 лет | 1 \*\*\* | 6,9·10-2 | 3·10-3 |
| 255. | Cm-242 | 163 суток | 1·102 | 1,4 | 2,1·10-2 |
| 256. | Cm-243 | 28,5 года | 1 | 9,1·10-2 | 4·10-3 |
| 257. | Cm-244 | 18,1 года | 10 | 0,11 | 4,6·10-3 |
| 258. | Cm-245 | 8,5·103 лет | 1 | 6,5·10-2 | 2,9·10-3 |
| 259. | Cm-246 | 4,73·103 лет | 1 | 6,5·10-2 | 2,9·10-3 |
| 260. | Cm-247 | 1,56·107 лет | 1 | 7,2·10-2 | 3,2·10-3 |
| 261. | Cm-248 | 3,39·105 лет | 1 | 1,8·10-2 | 8,2·10-4 |
| 262. | Bk-249 | 320 суток | 1·103 | 24 | 0,77 |
| 263. | Cf-246 | 1,49 суток | 1·103 | 4,2 | 0,24 |
| 264. | Cf-248 | 334 суток | 10 | 0,49 | 1,4·10-2 |
| 265. | Cf-249 | 350 лет | 1 | 3,9·10-2 | 1,8·10-3 |
| 266. | Cf-250 | 13,1 года | 10 | 8,6·10-2 | 3,6·10-3 |
| 267. | Cf-251 | 898 лет | 1 | 3,8·10-2 | 1,7·10-3 |
| 268. | Cf-252 | 2,64 года | 10 | 0,15 | 5,6·10-3 |
| 269. | Cf-253 | 17,8 суток | 1·102 | 9,8 | 8,1·10-2 |
| 270. | Cf-254 | 60,5 суток | 1 | 3,4·10-2 | 2,7·10-3 |
| 271. | Es-253 | 20,5 суток | 1·102 | 2,2 | 4·10-2 |
| 272. | Es-254 | 276 суток | 10 | 0,49 | 1,4·10-2 |
| 273. | Es-254m | 1,64 суток | 1·102 | 3,3 | 0,23 |
| 274. | Fm-254 | 3,24 часа | 1·104 | 31 | 1,8 |
| 275. | Fm-255 | 20,1 часа | 1·103 | 5,4 | 0,4 |

Примечания:

\* Справочные значения.

\*\* Объемная активность при давлении 1 атм.

\*\*\* Удельная активность отмеченных радионуклидов приведена в условиях их равновесия с дочерними радионуклидами, приведенными ниже:

Sr-90 Y-90

Zr-93 Nb-93m

Zr-97 Nb-97

Ru-106 Rh-106

Cs-137 Ba-137m

Ba-140 La-140

Ce-144 Pr-144

Pb-210 Bi-210, Po-210

Pb-212 Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)

Bi-212 Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)

Rn-222 Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214

Ra-223 Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207

Ra-224 Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)

Ra-226 Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210

Ra-228 Ac-228

Th-228 Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)

Th-229 Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209

Th-232 Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212,

Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)

Th-природный Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212,

Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)

Th-234 Pa-234m

U-230 Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214

U-232 Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)

U-235 Th-231

U-238 Th-234, Pa-234m

U-природный Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214,

Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210

U-240 Np-240m

Np-237 Pa-233

Am-242m Am-242

Am-243 Np-239

**Приложение 6**

**к ОСПОРБ-99/2020**

**Активности радионуклидов в закрытых радионуклидных источниках, при превышении которых на обращение с источником необходима лицензия (минимально лицензируемая активность – МЛА)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Радионуклид** | | **МЛА** | | **Период полураспада** |
| ТБк (1012 Бк) | Ки |
| 1. | Тритий | Н-3 | 2 000 | 5,4⋅104 | 12,3 лет |
| 2. | Бериллий | Ве-7 | 1 | 27 | 53,3 сут |
| 3. | Ве-10 | 30 | 810 | 1,60⋅10+6 лет |
| 4. | Углерод | С-11 | 0,06 | 1,6 | 0,34 час |
| 5. | С-14 | 50 | 1 400 | 5,73⋅10+3 лет |
| 6. | Азот | N-13 | 0,06 | 1,6 | 0,166 час |
| 7. | Фтор | F-18 | 0,06 | 1,6 | 1,83 час |
| 8. | Натрий | Nа-22 | 0,03 | 0,81 | 2,60 лет |
| 9. | Nа-24 | 0,02 | 0,54 | 15,00 час |
| 10. | Магний | Мg-28 | 0,02 | 0,54 | 20,91 час |
| 11. | Алюминий | Аl-26 | 0,03 | 0,81 | 7,16⋅10+5 лет |
| 12. | Кремний | Si-31 | 10 | 270 | 2,62 час |
| 13. | Si-32+(1) | 7 | 190 | 4,50⋅10+2 лет |
| 14. | Фосфор | Р-32 | 10 | 270 | 14,3 сут |
| 15. | Р-33 | 200 | 5 400 | 25,4 сут |
| 16. | Сера | S-35 | 60 | 1 600 | 87,4 сут |
| 17. | Хлор | Сl-36 | 20(2) | 540 | 3,01⋅10+5 лет |
| 18. | Сl-38 | 0,05 | 1,35 | 0,62 час |
| 19. | Аргон | Аг-37 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 35,02 сут |
| 20. | Аг-39 | 300 | 8 100 | 269 лет |
| 21. | Аг-41 | 0,05 | 1,35 | 1,827 час |
| 22. | Калий | К-40 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 1,28⋅10+9 лет |
| 23. | К-42 | 0,2 | 5,4 | 12,36 час |
| 24. | К-43 | 0,07 | 1,9 | 22,6 час |
| 25. | Кальций | Са-41 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 1,40⋅10+5 лет |
| 26. | Са-45 | 100 | 2 700 | 163 сут |
| 27. | Са-47+(1) | 0,06 | 1,6 | 4,53 сут |
| 28. | Скандий | Sc-44 | 0,03 | 0,8 | 3,93 час |
| 29. | Sc-46 | 0,03 | 0,8 | 83,8 сут |
| 30. | Sc-47 | 0,07 | 1,9 | 3,35 сут |
| 31. | Sc-48 | 0,02 | 0,54 | 1,82 сут |
| 32. | Титан | Ti-44+(1) | 0,03 | 0,81 | 47,3 лет |
| 33. | Ванадий | V-48 | 0,02 | 0,54 | 16,2 сут |
| 34. | V-49 | 2 000 | 5,4⋅104 | 330 сут |
| 35. | Хром | Cr-51 | 2 | 54 | 27,7 сут |
| 36. | Марганец | Mn-52 | 0,02 | 0,54 | 5,59 сут |
| 37. | Mn-53 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 3,70⋅10+6 лет |
| 38. | Mn-54 | 0,08 | 2,2 | 312 сут |
| 39. | Mn-56 | 0,04 | 1,1 | 2,58 час |
| 40. | Железо | Fe-52+(1) | 0,02 | 0,54 | 8,28 час |
| 41. | Fe-55 | 800 | 2,2⋅104 | 2,70 лет |
| 42. | Fe-59 | 0,06 | 1,6 | 44,5 сут |
| 43. | Fe-60+(1) | 0,06 | 1,6 | 1,00⋅10+5 лет |
| 44. | Кобальт | Со-55+(1) | 0,03 | 0,8 | 17,54 час |
| 45. | Со-56 | 0,02 | 0,54 | 78,7 сут |
| 46. | Со-57 | 0,7 | 19 | 271 сут |
| 47. | Со-58 | 0,07 | 1,9 | 70,8 сут |
| 48. | Со-58m+(1) | 0,07 | 1,9 | 9,15 час |
| 49. | Со-60 | 0,03 | 0,8 | 5,27 лет |
| 50. | Никель | Ni-59 | 1 000(2) | 2,7⋅104 | 7,50⋅10+4 лет |
| 51. | Ni-63 | 60 | 1 600 | 96,0 лет |
| 52. | Ni-65 | 0,1 | 2,7 | 2,52 час |
| 53. | Медь | Сu-64 | 0,3 | 8,1 | 12,7 час |
| 54. | Сu-67 | 0,7 | 19 | 2,58 сут |
| 55. | Цинк | Zn- 65 | 0,1 | 2,7 | 244 сут |
| 56. | Zn-69 | 30 | 810 | 0,95 час |
| 57. | Zn-69m+(1) | 0,2 | 5,4 | 13,76 час |
| 58. | Галлий | Ga-67 | 0,5 | 14 | 3,26 сут |
| 59. | Ga-68 | 0,07 | 1,9 | 1,13 час |
| 60. | Ga-72 | 0,03 | 0,81 | 14,1 час |
| 61. | Германий | Ge-68+(1) | 0,07 | 1,9 | 288 сут |
| 62. | Ge-71 | 1 000 | 2,7⋅104 | 11,8 сут |
| 63. | Ge-77+(1) | 0,06 | 1,62 | 11,3 час |
| 64. | Мышьяк | As-72 | 0,04 | 1,1 | 1,08 сут |
| 65. | As-73 | 40 | 1 100 | 80,3 сут |
| 66. | As-74 | 0,09 | 2,4 | 17,8 сут |
| 67. | As-76 | 0,2 | 5,4 | 1,10 сут |
| 68. | As-77 | 8 | 220 | 1,62 сут |
| 69. | Селен | Se-75 | 0,2 | 5,4 | 120 сут |
| 70. | Se-79 | 200 | 5 400 | 6,50⋅10+4 лет |
| 71. | Бром | Br-76 | 0,03 | 0,81 | 16,2 час |
| 72. | Br-77 | 0,2 | 5,4 | 2,33 сут |
| 73. | Br-82 | 0,03 | 0,81 | 1,47 сут |
| 74. | Криптон | Kr-81 | 30 | 810 | 2,1⋅10+5 лет |
| 75. | Kr-85 | 30 | 810 | 10,72 лет |
| 76. | Kr-85m | 0,5 | 14 | 4,48 час |
| 77. | Kr-87 | 0,09 | 2,4 | 1,27 час |
| 78. | Рубидий | Rb-81 | 0,1 | 2,7 | 4,58 час |
| 79. | Rb-83 | 0,1 | 2,7 | 86,2 сут |
| 80. | Rb-84 | 0,07 | 1,9 | 32,8 сут |
| 81. | Rb-86 | 0,7 | 19 | 18,6 сут |
| 82. | Rb-87 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 4,7⋅10+10 лет |
| 83. | Стронций | Sr-82 | 0,06 | 1,6 | 25,0 сут |
| 84. | Sr-85 | 0,1 | 2,7 | 64,8 сут |
| 85. | Sr-85m+(1) | 0,1 | 2,7 | 1,16 час |
| 86. | Sr-87m | 0,2 | 5,4 | 2,80 час |
| 87. | Sr-89 | 20 | 540 | 50,5 сут |
| 88. | Sr-90+(1) | 1 | 27 | 29,1 лет |
| 89. | Sr-91+(1) | 0,06 | 1,6 | 9,50 час |
| 90. | Sr-92+(1) | 0,04 | 1,1 | 2,71 час |
| 91. | Иттрий | Y-87+(1) | 0,09 | 2,4 | 3,35 сут |
| 92. | Y-88 | 0,03 | 0,81 | 107 сут |
| 93. | Y-90 | 5 | 140 | 2,67 сут |
| 94. | Y-91 | 8 | 220 | 58,5 сут |
| 95. | Y-91m+(1) | 0,1 | 2,7 | 0,828 час |
| 96. | Y-92 | 0,2 | 5,4 | 3,54 час |
| 97. | Y-93 | 0,6 | 16 | 10,1 час |
| 98. | Цирконий | Zr-88+(1) | 0,02 | 0,54 | 83 ,4 сут |
| 99. | Zr-93+(1) | Неограниченно(3) | Неограниченно | 1,53⋅10+6 лет |
| 100. | Zr-95+(1) | 0,04 | 1,1 | 64,0 сут |
| 101. | Zr-97+(1) | 0,04 | 1,1 | 16,90 час |
| 102. | Ниобий | Nb-93m | 300 | 8 100 | 13,6 лет |
| 103. | Nb -94 | 0,04 | 1,1 | 2,03⋅10+4 лет |
| 104. | Nb -95 | 0,09 | 2,4 | 35,1 сут |
| 105. | Nb -97 | 0,1 | 2,7 | 1,20 час |
| 106. | Молибден | Mo-93+(1) | 300(2) | 8 100 | 3,50Е+3 лет |
| 107. | Mo-99+(1) | 0,3 | 8,1 | 2,75 сут |
| 108. | Технеций | Tc-95m | 0,1 | 2,7 | 61,0 сут |
| 109. | Tc-96 | 0,03 | 0,81 | 4,28 сут |
| 110. | Tc-96m+(1) | 0,3 | 8,1 | 0,858 час |
| 111. | Tc-97 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 5,25⋅10+7 лет |
| 112. | Тс-97т | 40 | 1 100 | 87,0 сут |
| 113. | Тс-98 | 0,05 | 1,4 | 4,20⋅10+6 лет |
| 114. | Тс-99 | 30 | 810 | 2,13⋅10+5 лет |
| 115. | Тс-99ш | 0,7 | 19 | 6,02 час |
| 116. | Рутений | Ru-97 | 0,3 | 8,1 | 2,90 сут |
| 117. | Ru-103+(1) | 0,1 | 2,7 | 39,3 сут |
| 118. | Ru-105+(1) | 0,08 | 2,2 | 4,44 час |
| 119. | Ru-106+(1) | 0,3 | 8,1 | 1,01 лет |
| 120. | Родий | Rh-99 | 0,1 | 2,7 | 16,0 сут |
| 121. | Rh-101 | 0,3 | 8,1 | 3,20 лет |
| 122. | Rh-102 | 0,03 | 0,81 | 2,90 лет |
| 123. | Rh-102m | 0,1 | 2,7 | 207 сут |
| 124. | Rh-103m | 900 | 2,4⋅104 | 0,935 час |
| 125. | Rh-105 | 0,9 | 24 | 1,47 сут |
| 126. | Палладий | Pd-103+(1) | 90 | 2 400 | 17,0 сут |
| 127. | Pd-107 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 6,50⋅10+6 лет |
| 128. | Pd-109 | 20 | 540 | 13,4 час |
| 129. | Серебро | Ag-105 | 0,1 | 2,7 | 41,0 сут |
| 130. | Ag-108m | 0,04 | 1,1 | 127 лет |
| 131. | Ag-110m | 0,02 | 0,54 | 250 сут |
| 132. | Ag-111 | 2 | 54 | 7,45 сут |
| 133. | Кадмий | Cd-109 | 20 | 540 | 1,27 лет |
| 134. | Cd-113m | 40 | 1 100 | 13,6 лет |
| 135. | Сd-115+(1) | 0,2 | 5,4 | 2,23 сут |
| 136. | Cd-115m | 3 | 81 | 44,6 сут |
| 137. | Индий | In-111 | 0,2 | 5,4 | 2,83 сут |
| 138. | In-113m | 0,3 | 8,1 | 1,66 час |
| 139. | In-114m | 0,8 | 21,6 | 49,5 сут |
| 140. | In-115т | 0,4 | 10,8 | 4,49 час |
| 141. | Олово | Sn-113+(1) | 0,3 | 8,1 | 115 сут |
| 142. | Sn-117m | 0,5 | 13,5 | 13,6 сут |
| 143. | Sn-119m | 70 | 1900 | 293 сут |
| 144. | Sn-12lm+(1) | 70 | 1900 | 55,0 лет |
| 145. | Sn-123 | 7 | 190 | 129 сут |
| 146. | Sn-125 | 0,1 | 2,7 | 9,64 сут |
| 147. | Sn-126+(1) | 0,03 | 0,81 | 1,00⋅10+5 лет |
| 148. | Сурьма | Sb-122 | 0,1 | 2,7 | 2,70 сут |
| 149. | Sb-124 | 0,04 | 1,1 | 60,2 сут |
| 150. | Sb-125+(1) | 0,2 | 5,4 | 2,77 лет |
| 151. | Sb-126 | 0,02 | 0,54 | 12,4 сут |
| 152. | Теллур | Те-121 | 0,1 | 2,7 | 17,0 сут |
| 153. | Te-12lm+(1) | 0,1 | 2,7 | 154 сут |
| 154. | Te-123m | 0,6 | 16 | 120 сут |
| 155. | Те-125m | 10 | 270 | 58,0 сут |
| 156. | Те-127 | 10 | 270 | 9,35 час |
| 157. | Te-127m+(1) | 3 | 81 | 109 сут |
| 158. | Те-129 | 1 | 27 | 1,16 час |
| 159. | Те-129m+(1) | 1 | 27 | 33,6 сут |
| 160. | Те-131m+(1) | 0,04 | 1,1 | 1,25 сут |
| 161. | Те-132+(1) | 0,03 | 0,81 | 3,26 сут |
| 162. | Йод | 1-123 | 0,5 | 14 | 13,2 час |
| 163. | 1-124 | 0,06 | 1,6 | 4,18 сут |
| 164. | 1-125 | 0,2 | 5,4 | 60,1 сут |
| 165. | 1-126 | 0,1 | 2,7 | 13,0 сут |
| 166. | 1-129 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 1,57⋅10+7 лет |
| 167. | 1-131 | 0,2 | 5,4 | 8,04 сут |
| 168. | 1-132 | 0,03 | 0,81 | 2,30 час |
| 169. | 1-133 | 0,1 | 2,7 | 20,8 час |
| 170. | 1-134 | 0,03 | 0,81 | 0,876 час |
| 171. | 1-135 | 0,04 | 1,1 | 6,61 час |
| 172. | Ксенон | Хе-122 | 0,06 | 1,6 | 20,1 час |
| 173. | Хе-123+(1) | 0,09 | 2,4 | 2,08 час |
| 174. | Хе-127 | 0,3 | 8,1 | 36,41сут |
| 175. | Хе-131m | 10 | 270 | 11,9 сут |
| 176. | Хе-133 | 3 | 81 | 5,245сут |
| 177. | Хе-135 | 0,3 | 8,1 | 9,09 час |
| 178. | Цезий | Сs-129 | 0,3 | 8,1 | 1,34 сут |
| 179. | Сs-131 | 20 | 540 | 9,69 сут |
| 180. | Сs-132 | 0,1 | 2,7 | 6,48 сут |
| 181. | Сs-134 | 0,04 | 1,1 | 2,06 лет |
| 182. | Сs-134m+(1) | 0,04 | 1,1 | 2,90 час |
| 183. | Сs-135 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 2,30⋅10+6 лет |
| 184. | Сs-136 | 0,03 | 0,81 | 13,1 сут |
| 185. | Cs-137+(1) | 0,1 | 2,7 | 30,0 лет |
| 186. | Барий | Ва-131+(1) | 0,2 | 5,4 | 11,8 сут |
| 187. | Ва-133 | 0,2 | 5,4 | 10,7 лет |
| 188. | Ва-133m | 0,3 | 8,1 | 1,62 сут |
| 189. | Ва-140+(1) | 0,03 | 0,81 | 12,7 сут |
| 190. | Лантан | La-137 | 20 | 540 | 6,00⋅10+4 лет |
| 191. | La-140 | 0,03 | 0,81 | 1,68 cут |
| 192. | Церий | Се-139 | 0,6 | 16 | 138 сут |
| 193. | Се-141 | 1 | 27 | 32,5 сут |
| 194. | Се-143+(1) | 0,3 | 8,1 | 1,38 сут |
| 195. | Се-144+(1) | 0,9 | 24 | 284 сут |
| 196. | Празеодим | Рг-142 | 1 | 27 | 19,13 час |
| 197. | Рг-143 | 30 | 810 | 13,6 сут |
| 198. | Неодим | Nd-147+(1) | 0,6 | 16 | 11,0 сут |
| 199. | Nd-149+(1) | 0,2 | 5,4 | 1,73 час |
| 200. | Прометий | Pm-143 | 0,2 | 5,4 | 2 65 сут |
| 201. | Pm-144 | 0,04 | 1,1 | 3 63 сут |
| 202. | Pm-145 | 10 | 270 | 17,7 лет |
| 203. | Рm-147 | 40 | 1 100 | 2,62 лет |
| 204. | Pm-148m | 0,03 | 0,81 | 41,3 сут |
| 205. | Рm-149 | 6 | 160 | 2,21 сут |
| 206. | Рm-151 | 0,2 | 5,4 | 1,18сут |
| 207. | Самарий | Sm-145+(1) | 4 | 110 | 340 сут |
| 208. | Sm-147 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 1,1⋅10+11 лет |
| 209. | Sm-151 | 50 | 1 400 | 90,0 лет |
| 210. | Sm-153 | 2 | 54 | 1,95 сут |
| 211. | Европий | Eu-147 | 0,2 | 5,4 | 24,0 сут |
| 212. | Eu-148 | 0,03 | 0,81 | 54,5 сут |
| 213. | Eu-149 | 2 | 54 | 93,1 сут |
| 214. | Eu-150b | 2 | 54 | 12,62 час |
| 215. | Eu-150a | 0,05 | 1,4 | 34,2 лет |
| 216. | Eu-152 | 0,06 | 1,6 | 13,3 лет |
| 217. | Eu-152m | 0,2 | 5,4 | 9,32 час |
| 218. | Eu-154 | 0,06 | 1,6 | 8,80 лет |
| 219. | Eu-155 | 2 | 54 | 4,96 лет |
| 220. | Eu-156 | 0,05 | 1,4 | 15,2 сут |
| 221. | Гадолиний | Gd-146+(1) | 0,03 | 0,81 | 48,3 сут |
| 222. | Gd-148 | 0,4 | 11 | 93,0 лет |
| 223. | Gd-153 | 1 | 27 | 242 сут |
| 224. | Gd-159 | 2 | 54 | 18,56 час |
| 225. | Тербий | Tb-157 | 100 | 2 700 | 150 лет |
| 226. | ТЬ-158 | 0,09 | 2,4 | 150 лет |
| 227. | ТЬ-160 | 0,06 | 1,6 | 72,3 сут |
| 228. | Диспрозий | Dy-159 | 6 | 160 | 144 сут |
| 229. | Dy-165 | 3 | 81 | 2,33 час |
| 230. | Dy-166+(1) | 1 | 27 | 3,40 сут |
| 231. | Гольмий | Но-166 | 2 | 54 | 1,12 сут |
| 232. | Но-166m | 0,04 | 1,1 | 1 200 лет |
| 233. | Эрбий | Ег-169 | 200 | 5 400 | 9,30 сут |
| 234. | Ег-171 | 0,2 | 5,4 | 7,52 час |
| 235. | Тулий | Тm-167 | 0,6 | 16 | 9,24 сут |
| 236. | Тm-170 | 20 | 540 | 129 сут |
| 237. | Tm171 | 300 | 8 100 | 1,92 лет |
| 238. | Иттербий | Yb-169 | 0,3 | 8,1 | 32,0 сут |
| 239. | Yb-175 | 2 | 54 | 4,19 сут |
| 240. | Лютеций | Lu-172 | 0,04 | 1,1 | 6,70 сут |
| 241. | Lu-173 | 0,9 | 24 | 1,37 лет |
| 242. | Lu-174 | 0,8 | 22 | 3,31 лет |
| 243. | Lu-174m+(1) | 0,6 | 16 | 142 сут |
| 244. | Lu-177 | 2 | 54 | 6,71 сут |
| 245. | Гафний | Hf-172+(1) | 0,04 | 1,1 | 1,87 лет |
| 246. | Hf-175 | 0,2 | 5,4 | 70,0 сут |
| 247. | Hf-181 | 0,1 | 2,7 | 42,4 сут |
| 248. | Hf-182+(1) | 0,05 | 1,4 | 9,00⋅10+6 лет |
| 249. | Тантал | Та-178а | 0,07 | 1,9 | 2,2 час |
| 250. | Та-179 | 6 | 160 | 1,82 лет |
| 251. | Та-182 | 0,06 | 1,6 | 115 сут |
| 252. | Вольфрам | W-178 | 0,9 | 24 | 21,7 сут |
| 253. | W-181 | 5 | 140 | 121 сут |
| 254. | W -185 | 100 | 2 700 | 75,1 сут |
| 255. | W -187 | 0,1 | 2,7 | 23,9 час |
| 256. | W -188+(1) | 1 | 27 | 69,4 сут |
| 257. | Рений | Re-184 | 0,08 | 2,2 | 38,0 сут |
| 258. | Re-184m+(1) | 0,07 | 1,9 | 165 сут |
| 259. | Re-186 | 4 | 110 | 3,78 сут |
| 260. | Re-187 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 5,0⋅10+10 лет |
| 261. | Re-188 | 1 | 27 | 16,98 час |
| 262. | Re-189 | 1 | 27 | 1,01 сут |
| 263. | Осмий | Os-185 | 0,1 | 2,7 | 94,0 сут |
| 264. | Os-191 | 2 | 54 | 15,4 сут |
| 265. | Os-191m+(1) | 1 | 27 | 13,0 час |
| 266. | Os-193 | 1 | 27 | 1,25 сут |
| 267. | Os-194+(1) | 0,7 | 18,9 | 6,00 лет |
| 268. | Иридий | Ir-189 | 1 | 27 | 13,3 сут |
| 269. | Ir-190 | 0,05 | 1,35 | 12,1 сут |
| 270. | Ir-192 | 0,08 | 2,16 | 74,0 сут |
| 271. | Ir-194 | 0,7 | 19 | 19,15 час |
| 272. | Платина | Рt-88+(1) | 0,04 | 1,1 | 10,2 сут |
| 273. | Pt-191 | 0,3 | 8,1 | 2,80 сут |
| 274. | Pt-193 | 3 000 | 8,1⋅104 | 50,0 лет |
| 275. | Pt-193m | 10 | 270 | 4,33 сут |
| 276. | Pt-195m | 2 | 54 | 4,02 сут |
| 277. | Pt-197 | 4 | 110 | 18,3 час |
| 278. | Pt-197m+(1) | 0,9 | 24 | 1,57 час |
| 279. | Золото | Au-193 | 0,6 | 16 | 17,6 час |
| 280. | Au-194 | 0,07 | 1,9 | 1,64 сут |
| 281. | Au-195 | 2 | 54 | 18,3 сут |
| 282. | Au-198 | 0,2 | 5,4 | 2,69 сут |
| 283. | Au-199 | 0,9 | 24 | 3 ,14 сут |
| 284. | Ртуть | Hg-194+(1) | 0,07 | 1,9 | 260 лет |
| 285. | Hg-195m+(1) | 0,2 | 5,4 | 1,73 сут |
| 286. | Hg-197 | 2 | 54 | 2,67 сут |
| 287. | Hg-197m+(1) | 0,7 | 19 | 23,8 час |
| 288. | Hg-203 | 0,3 | 8,1 | 46,6 сут |
| 289. | Таллий | Tl-200 | 0,05 | 1,4 | 1,09 сут |
| 290. | Tl-201 | 1 | 27 | 3,04 сут |
| 291. | Tl-202 | 0,2 | 5,4 | 12,2 сут |
| 292. | Tl-204 | 20 | 540 | 3,78 лет |
| 293. | Свинец | Pb-201+(1) | 0,09 | 2,4 | 9,40 час |
| 294. | Pb-202+(1) | 0,2 | 5,4 | 3,00⋅10+5 лет |
| 295. | РЬ-203 | 0,2 | 5,4 | 2,17 сут |
| 296. | РЬ-205 | Неограниченно(3) | Неограниченно | 1,43⋅10+7 лет |
| 297. | РЬ-210+(1) | 0,3 | 8,1 | 22,3 лет |
| 298. | РЬ-212+(1) | 0,05 | 1,4 | 10,64 час |
| 299. | Висмут | Bi-205 | 0,04 | 1,1 | 15,3 сут |
| 300. | Bi-206 | 0,02 | 0,54 | 6,24 сут |
| 301. | Bi-207 | 0,05 | 1,4 | 38,0 лет |
| 302. | Bi-210+(1) | 8 | 220 | 5,01 сут |
| 303. | Bi-210m | 0,3 | 8,1 | 3,00⋅10+6 лет |
| 304. | Bi-212+(1) | 0,05 | 1,4 | 1,01 час |
| 305. | Полоний | Po-210 | 0,06 | 1,6 | 138 сут |
| 306. | Астат | At-211 | 0,5 | 14 | 7,21 час |
| 307. | Радон | Rn-222 | 0,04 | 1,1 | 3,82сут |
| 308. | Радий | Ra-223+(1) | 0,1 | 2,7 | 11,4 сут |
| 309. | Ra-224+(1) | 0,05 | 1,4 | 3,66 сут |
| 310. | Ra-225+(1) | 0,1 | 2,7 | 14,8 сут |
| 311. | Ra-22 6+(1) | 0,04 | 1,1 | 1 600 лет |
| 312. | Ra-228+(1) | 0,03 | 0,81 | 5,75 лет |
| 313. | Актиний | Ac-225 | 0,09 | 2,4 | 10,0 сут |
| 314. | Ac-227+(1) | 0,04 | 1,1 | 21,8 лет |
| 315. | Ac-228 | 0,03 | 0,81 | 6,13 час |
| 316. | Торий | Th-227+(1) | 0,08 | 2,2 | 18,7 сут |
| 317. | Th-228+(1) | 0,04 | 1,1 | 1,91 лет |
| 318. | Th -229+(1) | 0,01 | 0,27 | 7 340 лет |
| 319. | Th -230+(1) | 0,07 (2) | 1,9 | 7,70⋅10+4 лет |
| 320. | Th-231 | 10 | 270 | 1,06 сут |
| 321. | Th -232+(1) | Неограниченно(3) |  | 1,4⋅10+10 лет |
| 322. | Th -234+(1) | 2 | 54 | 24,1 сут |
| 323. | Протактиний | Ра-230+(1) | 0,1 | 2,7 | 17,4 сут |
| 324. | Ра-231+(1) | 0,06 | 1,6 | 3,27⋅10+4 лет |
| 325. | Ра-233 | 0,4 | 11 | 27,0 сут |
| 326. | Уран | U-230+(1) | 0,04 | 1,1 | 20,8 сут |
| 327. | U-232+(1) | 0,06(2) | 1,6 | 72,0 лет |
| 328. | U-233 | 0,07(4) | 1,9 | 1,58⋅10+5 лет |
| 329. | U-234+(1) | 0,1(4) | 2,7 | 2,44⋅10+5 лет |
| 330. | U-235+(1) | 8,0⋅10-5 (4) | 0,0022 | 7,04⋅10+8 лет |
| 331. | U-236 | 0,2(2) | 5,4 | 2,34⋅10+7 лет |
| 332. | U-238+(1) | Неограниченно(3) | Неограниченно | 4,47⋅10+9 лет |
| 333. | U природный | Неограниченно(3) | Неограниченно |  |
| 334. | U обедненный | Неограниченно(3) | Неограниченно |  |
| 335. | U (10-20%) | 8,0⋅10-4 (4) | 0,022 |  |
| 336. | U (> 20%) | 8,0⋅10-5(4) | 0,0022 |  |
| 337. | Нептуний | Np -235 | 100 | 2 700 | 1,08 лет |
| 338. | Np-236b+(1) | 0,007 | 0,19 | 1,15⋅10+5 лет |
| 339. | Np-236a | 0,8 | 22 | 22,5 час |
| 340. | Np-237+(1) | 0,07 | 1,9 | 2,14⋅10+6 лет |
| 341. | Np-239 | 0,5 | 14 | 2,36 сут |
| 342. | Плутоний | Pu-236 | 0,1 | 2,7 | 2,85 лет |
| 343. | Pu-237 | 2 | 54 | 45,3 сут |
| 344. | Pu-238 | 0,06 | 1,6 | 87,7 лет |
| 345. | Pu-239 | 0,06 | 1,6 | 2,41⋅10+4 лет |
| 346. | Pu-239/Be-9 | 0,06(5) | 1,6 | 2,41⋅10+4 лет |
| 347. | Pu-240 | 0,06 | 1,6 | 6 540 лет |
| 348. | Pu-241+(1) | 3 | 81 | 14,4 лет |
| 349. | Pu-242 | 0,07(2),(4) | 1,9 | 3,76⋅10+5лет |
| 350. | Pu-244+(1) | 3,0⋅10-4 4) | 0,0081 | 8,2 6⋅10+7 лет |
| 351. | Америций | Am-241 | 0,06 | 1,6 | 432 лет |
| 352. | Am-241/Be-9 | 0,06(5) | 1,6 | 432 лет |
| 353. | Am-242m+(1) | 0,3 | 8,1 | 152 лет |
| 354. | Am-243 +(1) | 0,2 | 5,4 | 7 380 лет |
| 355. | Am-244 | 0,09 | 2,4 | 10,1 час |
| 356. | Кюрий | Cm-240 | 0,3 | 8,1 | 27,0 сут |
| 357. | Cm-241+(1) | 0,1 | 2,7 | 32,8 сут |
| 358. | Cm-242 | 0,04 | 1,1 | 163 сут |
| 359. | Cm-243 | 0,2 | 5,4 | 28,5 лет |
| 360. | Cm-244 | 0,05 | 1,4 | 18,1 лет |
| 361. | Cm-245 | 0,09(4) | 2,4 | 8 500 лет |
| 362. | Cm-246 | 0,2 | 5,4 | 4 730 лет |
| 363. | Cm-247 | 0,001(4) | 0,027 | 1,56⋅10+7 лет |
| 364. | Cm-248 | 0,005 | 0,14 | 3,39⋅10+5 лет |
| 365. | Берклий | Bk-247 | 0,08 | 2,2 | 1 380 лет |
| 366. | Bk-249 | 10 | 270 | 320 сут |
| 367. | Калифорний | Cf-248+(1) | 0,1 | 2,7 | 334 сут |
| 368. | Cf-249 | 0,1 | 2,7 | 3,50Е+2 лет |
| 369. | Cf-250 | 0,1 | 2,7 | 13,1 лет |
| 370. | Cf-251 | 0,1 | 2,7 | 898 лет |
| 371. | Cf-252 | 0,02 | 0,54 | 2,64 лет |
| 372. | Cf-253 | 0,4 | 11 | 17,8 сут |
| 373. | Cf-254 | 3,0⋅10-4 | 0,0081 | 60,5 сут |

Примечания:

(1) Для всех радионуклидов учитывалось накопление радиоактивных (дочерних) продуктов распада. Радионуклиды, для которых дочерние продукты распада вносили существенный вклад в поглощенную дозу для рассмотренных сценариев облучения, отмечены знаком «+» в колонке 3.

(2) При авариях, сопровождающихся выбросом в атмосферу радионуклида в таком количестве, его концентрация в воздухе может превысить уровень непосредственно опасный для жизни и здоровья людей вследствие высокой химической токсичности.

(3) Значение Неограниченно. Данный радионуклид, вследствие малой удельной активности, не может быть причиной тяжелых детерминированных эффектов, и обращение с закрытыми радионуклидными источниками, изготовленными на его основе, не требует оформления лицензии. Следует иметь в виду, что при аварийных ситуациях, сопровождающихся выбросом в атмосферу этого радионуклида в больших количествах, его концентрация в воздухе может превысить уровень непосредственно опасный для жизни и здоровья людей, например, вследствие высокой химической токсичности.

(4) Данная величина получена исходя из предела критичности, установленного для данного радионуклида. Для всех радионуклидов, способных поддерживать цепную реакцию деления, в качестве предельной выбиралась активность, соответствующая пределу предотвращения критичности.

(5) Для источников нейтронного излучения Pu-239/Ве-9 и Am-241/Ве-9, действие которых основано на (α, n)-реакции, приведенная в таблицевеличина соответствует опасной активности радионуклидов Pu-239 и Am-241, как альфа-излучателей.

Приложение 3

Утверждены

постановлением Главного

государственного санитарного

врача Российской Федерации

от №

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ САНИТАРНЫЕ ПРАВИЛА В ОБЛАСТИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Санитарные правила и нормативы**

**СанПиН 2.6. -20**

**Раздел 1. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с техногенными источниками ионизирующего излучения**

**Глава 1. Обеспечение радиационной безопасности при транспортировании радиоактивных материалов (веществ)**

**I. Область применения**

1.1. Настоящая глава содержит требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при всех видах обращения с радиоактивными материалами при их транспортировании, начиная с отгрузки грузоотправителем и до получения грузополучателем.

1.2. Требования настоящей главы обязательны для исполнения всеми гражданами, индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, осуществляющими деятельность в области транспортирования радиоактивных материалов.

1.3. Требования настоящей главы не распространяются на транспортирование:

а) радиоактивных материалов, являющихся неотъемлемой частью транспортных средств;

б) радиоактивных материалов в пределах территории радиационных объектов с соблюдением требований безопасности, действующих на данном радиационном объекте, когда транспортирование не предполагает использования автомобильных или железных дорог общего пользования;

в) радиоактивных материалов, имплантированных или введенных в организм человека или животного с целью диагностики или лечения;

г) радиоактивных веществ, находящихся в теле или на теле человека, перевозимого для оказания медицинской помощи, в результате случайного или преднамеренного поступления радиоактивных веществ в его организм или радиоактивного загрязнения;

д) радиоактивных материалов, находящихся в составе изделий, освобожденных от контроля в соответствии с п. 1.7.2 ОСПОРБ-99/2020, после их продажи конечному пользователю;

е) природных материалов или руд, содержащих природные радионуклиды с эффективной удельной активностью не более 10 Бк/г;

ж) техногенных радионуклидов, содержащихся на нерадиоактивных твердых изделиях в виде поверхностного радиоактивного загрязнения, не превышающего 0,4 Бк/см2 для бета-излучающих радионуклидов и 0,04 Бк/см2 для альфа-излучающих радионуклидов.

1.4. Транспортирование материалов, содержащих только природные радионуклиды с эффективной удельной активностью не более 10 Бк/г, а также материалов, в которых сумма отношений удельных активностей техногенных радионуклидов к значениям их МЗУА, приведенным в приложении 4 к НРБ-99/2020, не превышает 1 осуществляется всеми видами транспорта как грузов, безопасных в радиационном отношении.

В тех случаях, когда МАД ионизирующего излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности указанных материалов превышает 1,0 мкЗв/ч, они должны помещаться в тару для продукции производственно-технического назначения, исключающую их рассеяние. МАД излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности тары не должна превышать 2,5 мкЗв/ч, а на расстоянии 0,1 м поверхности перевозящего ее транспортного средства - 1,0 мкЗв/ч над природным радиационным фоном.

**II. Общие положения**

2.1. Потенциальную радиационную опасность при транспортировании радиоактивных материалов представляют:

- ионизирующее излучение, которые в случае аварии или нарушения правил транспортирования радиоактивных материалов могут создать дозу облучения людей, превышающую значения, регламентируемые НРБ-99/2020;

- радиоактивные вещества, при попадании которых в окружающую среду в результате аварии или нарушения правил транспортирования радиоактивных материалов, возможно радиоактивное загрязнение окружающей среды, поверхности перевозимых грузов, транспортных средств, помещений, одежды и кожных покровов людей, а также поступление радионуклидов внутрь тела человека.

2.2. Организации, осуществляющие деятельность по отгрузке, перевозке, транзитному хранению, разгрузке и получению радиоактивных материалов должны иметь санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии условий работы с ИИИ санитарным правилам и выполнять соответствующие требования НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящих правил. Для осуществления указанных видов деятельности с радиационными упаковками, содержащими радионуклидные ИИИ, активностью более МЛА, определенной в приложении 6 к ОСПОРБ-99/2020, необходимо иметь специальное разрешение (лицензию) на право осуществления этого вида деятельности.

2.3. При транспортировании радиоактивных материалов индивидуальные дозы техногенного облучения персонала и населения за счет транспортирования и количество облучаемых лиц должны удерживаться на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов, и не должны превышать соответствующие основные пределы дозы, регламентируемые НРБ-99/2020.

2.4. К выполнению работ по обращению с радиоактивными материалами допускаются лица, отнесенные к персоналу группы А.

2.5. Лиц, не работающих непосредственно с радиоактивными материалами, но попадающих по условиям работы в сферу воздействия ионизирующих излучений содержащихся в них радионуклидов, относят к персоналу группы Б. К персоналу группы Б могут быть отнесены также и лица, временно привлекаемые к работам по погрузке и разгрузке радиационных упаковок.

2.6. Для критической группы населения годовая эффективная доза техногенного облучения за счет транспортирования радиоактивных материалов не должна превышать 0,3 мЗв в год.

2.7. Поверхностное радиоактивное загрязнение транспортных упаковочных комплектов, охранной тары и транспортных средств, предназначенных для перевозки радиоактивных материалов, не должно превышать уровней, установленных в таблице 8.10 НРБ-99/2020.

**III. Требования к радиационным упаковкам**

3.1. Перевозка радиоактивных материалов осуществляется, как правило, в ТУК, обеспечивающих герметизацию радиоактивного материала, его удержание и ослабление ионизирующих излучений радиоактивного материала до допустимого уровня. Подготовленный для перевозки ТУК с находящимся в нем радиоактивным содержимым является радиационной упаковкой.

3.2. Радиационные упаковки делятся на четыре транспортных категории. Для радиационных упаковок каждой из четырех категорий установлены ограничения мощности амбиентного эквивалента дозы ионизирующего излучения на поверхности радиационной упаковки, численные значения которых приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

**Ограничения на уровни ионизирующего излучения от радиационных упаковок различных транспортных категорий**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Транспортная категория радиационной упаковки | I-белая | II-желтая | III-желтая | III-желтая на условиях исключительного использования |
| Максимальное значение мощности амбиентного эквивалента дозы в любой точке внешней поверхности радиационной упаковки, мЗв/ч | 0,005 | 0,5 | 2,0 | 10,0 |

**IV. Требования к условиям перевозки радиоактивных материалов (веществ)**

4.1. Перевозка грузов радиоактивных материалов осуществляется средствами автомобильного, железнодорожного, воздушного или водного транспорта.

В общественном транспорте (в трамвае, троллейбусе, автобусе, такси, метро и в пассажирских вагонах пригородных поездов) перевозить радиоактивные материалы при наличии пассажиров не допускается.

4.2. При перевозке радиационных упаковок на неспециализированных транспортных средствах, за исключением самолетов, МАД ионизирующего излучения радиационных упаковок на рабочих местах персонала группы А, сопровождающего радиационные упаковки, не должна превышать 12 мкЗв/ч.

МАД ионизирующего излучения радиационных упаковок на рабочих местах персонала группы Б грузоперевозчика не должна превышать 2,5 мкЗв/ч.

МАД ионизирующего излучения радиационных упаковок на местах размещения пассажиров транспортного средства, рабочих местах сотрудников грузоперевозчика, не отнесенных к персоналу, и в каютах проживания экипажа судна не должна превышать 0,5 мкЗв/ч над природным радиационным фоном.

4.3. Для постоянной перевозки радиоактивных материалов используются специально оборудованные транспортные средства, которые не разрешается использовать для перевозки пищевых продуктов и пассажиров.

Другие грузы на этих транспортных средствах допускаются к перевозке после проведения радиационного контроля на отсутствие снимаемого поверхностного радиоактивного загрязнения транспортного средства, превышающего 0,4 Бк/см2 для бета-излучающих радионуклидов и 0,04 Бк/см2 для альфа-излучающих радионуклидов.

4.4. При перевозке радиоактивных материалов МАД ионизирующего излучения на расстоянии 0,1 м от наружной поверхности перевозящего их транспортного средства (борт автомобиля или судна, корпус самолета, стены вагона и т.п.) и на границах выделенных для их размещения мест на судах не должна превышать 2,0 мЗв/ч, а на расстоянии 2 м от них – 0,1 мЗв/ч.

4.5. На специализированных транспортных средствах (в вагонах, на самолетах, в автомобилях и т.п.), предназначенных для перевозки только радиационных упаковок, а также в специально выделенном и оборудованном для этой цели месте судна могут перевозиться радиационные упаковки любых транспортных категорий в неограниченном количестве при соблюдении требований п.4.2 и п.4.4.

Перевозка пассажиров на специализированном транспортном средстве, предназначенном только для перевозки радиационных упаковок, не допускается.

4.6. При перевозке радиационных упаковок грузовыми или пассажирскими самолетами МАД ионизирующего излучения на рабочих местах экипажа самолета не должна превышать 20 мкЗв/ч. При этом суммарное время пребывания экипажа в кабине самолета, перевозящего радиационные упаковки, в течение года должно быть ограничено так, чтобы годовая эффективная доза их техногенного облучения за счет перевозки радиационных упаковок не превышала 5,0 мЗв. Экипаж самолета в этом случае следует отнести к персоналу группы Б.

4.7. При перевозке радиационных упаковок пассажирскими самолетами, МАД ионизирующего излучения радиационных упаковок на местах расположения пассажиров самолета (на уровне пола) не должна превышать 2,5 мкЗв/ч.

При перевозке радиационных упаковок пассажирскими самолетами без пассажиров МАД ионизирующего излучения радиационных упаковок на местах, предназначенных для перевозки пассажиров, не ограничивается.

4.8. Перевозка радиоактивных материалов по железной дороге может производиться в грузовых, багажных, почтовых и пассажирских вагонах при условии соблюдения требований к железнодорожной перевозке опасных грузов класса 7 и настоящей главы. Перевозка радиоактивных материалов в вагонах пригородных поездов с пассажирами не допускается.

4.9. Перевозка радиационных упаковок в отдельном (без других пассажиров) купе пассажирского поезда или отдельной каюте пассажирского судна разрешается по согласованию с перевозчиком с сопровождающим, являющимся персоналом группы А. При этом МАД ионизирующего излучения от радиационной упаковки на расстоянии 0,1 м от ее наружной поверхности не должна превышать 1,0 мкЗв/ч над природным радиационным фоном.

4.10. Специальные автомобили для перевозки грузов радиоактивных материалов, оборудуются:

- закрытым кузовом с надежным запорным устройством;

- химически стойким покрытием внутренних поверхностей грузового отсека и кузова, устойчивым к обработке дезактивирующими растворами;

- приспособлениями для надежного крепления упаковок;

- экранирующими устройствами для обеспечения радиационной защиты;

- средствами пожаротушения;

- средствами индивидуальной защиты персонала;

- набором инструментов и средствами ликвидации последствий возможных аварий;

- средствами радиационного контроля;

- средствами связи.

Эксплуатация таких автомобилей допускается при наличии санитарно-эпидемиологическое заключение на указанный вид деятельности.

При размещении радиационных упаковок в кузове автомобиля их, по возможности, удаляют от кабины водителя.

4.11. Допускается транспортирование радиационных упаковок I транспортной категории в багажнике легкового автомобиля без пассажиров при соблюдении требований пункта 4.2 настоящей главы.

4.12. Не допускается стоянка автомобиля с грузом радиоактивных материалов в местах нахождения людей.

4.13. Транспортирование радиационных упаковок морскими или речными судами должно осуществляться с соблюдением требований п. 4.2 и 4.4 настоящей главы, и с учетом требований к перевозке опасных грузов класса 7 морским и (или) речным транспортом.

4.14. Радиационные упаковки хранятся в специально оборудованных складах, соответствующих требованиям ОСПОРБ-99/2020 и имеющих санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии условий работы с ИИИ санитарным правилам. Они оборудуются системами охранной сигнализации для обеспечения сохранности радиационных упаковок.

4.15. Допускается временное хранение радиационных упаковок в складах общего назначения или в специально выделенных местах на складах при соблюдении следующих требований:

- МАД на расстоянии 0,1 м от наружной поверхности стен склада и от границы выделенного для временного хранения радиационных упаковок места на складе не превышает 1,0 мкЗв/ч над природным радиационным фоном;

- исключен доступ посторонних лиц на склад или за границу выделенного для временного хранения радиационных упаковок места на складе;

- места для хранения радиационных упаковок выбраны с учетом максимально возможного их удаления от мест постоянного пребывания людей.

**V. Производственный радиационный контроль**

5.1. Производственный радиационный контроль при транспортировании радиоактивных материалов осуществляется:

- грузоотправителем при подготовке груза радиоактивных материалов к перевозке и погрузке, а также в пути следования в случае сопровождения груза;

- грузоперевозчиком при погрузке, временном хранении и разгрузке груза радиоактивных материалов;

- грузополучателем при приемке и разгрузке груза.

5.2. В зависимости от транспортируемых радиоактивных материалов и характера выполняемых работ радиационный контроль включает:

- контроль за МАД нейтронного и/или гамма-излучений на наружной поверхности радиационных упаковок;

- контроль за МАД нейтронного и/или гамма-излучений на расстоянии 0,1 м и 2 м от наружных поверхностей транспортных средств, перевозящих радиоактивные материалы;

- контроль за МАД нейтронного и/или гамма-излучений на рабочих местах, в смежных помещениях, в местах пребывания пассажиров, на прилегающей территории;

- контроль за уровнем поверхностного радиоактивного загрязнения радиационных упаковок, транспортных средств, погрузочно-разгрузочных механизмов, оборудования, рабочих и складских помещений, совместно перевозимых грузов, кожных покровов и одежды работающих;

- индивидуальный дозиметрический контроль персонала.

5.3. Организация, возвращающая ТУК после выгрузки радиоактивных материалов, документально удостоверяет отсутствие радиоактивного загрязнения ТУК выше уровня, приведенного в таблице 8.10 НРБ-99/2020.

**Глава 2. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с радиоизотопными приборами**

**1. Область применения**

1.1. В настоящей главе устанавливаются требования по обеспечению радиационной безопасности населения и персонала при всех видах обращения с радиоизотопными приборами (далее - РИП).

1.2. Данные требования распространяются на проектирование, конструирование, изготовление, реализацию, испытания, монтаж, эксплуатацию, техническое обслуживание (включая наладку и ремонт), перезарядку источников, радиационный контроль, транспортирование, хранение, демонтаж и утилизацию РИП.

1.3. Требования настоящей главы не распространяются на изделия, содержащие тритий (светознаки, мишени нейтронных генераторов, разрядники и другие), гамма-дефектоскопы и радиоизотопные энергетические источники питания.

**II. Общие положения**

2.1. К радиоизотопным приборам относятся уровнемеры, толщиномеры, плотномеры, счетчики предметов, измерители давления, влагомеры, радиоизотопные извещатели дыма, анализаторы и другие приборы, основанные на использовании ионизирующего излучения закрытых радионуклидных источников (далее - источники).

Факторами, обуславливающими радиационную опасность РИП в зависимости от радионуклидного состава используемых в нем источников и их активности, могут быть:

- гамма-излучение;

- тормозное излучение;

- альфа-излучение;

- бета-излучение;

- нейтронное излучение;

- радиоактивное загрязнение поверхностей;

- различное сочетание вышеуказанных факторов.

2.2. На всех этапах обращения с РИП должны обеспечиваться условия, исключающие возможность облучения населения и персонала сверх основных пределов доз техногенного облучения, установленных в пункте 3.1.2 НРБ-99/2020.

2.3. РИП по степени радиационной опасности, в зависимости от вида и активности используемых в их составе источников, подразделяются на 4 группы согласно таблице 1.

Таблица 1

**Группы РИП в зависимости от вида и активности используемых в их составе ИИИ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Группа РИП** | **Характеристика РИП** |
| 1 | РИП, содержащие закрытые радионуклидные источники альфа- или бета-излучения с активностью не более минимально значимой активности (МЗА);  РИП, содержащие закрытые радионуклидные источники гамма-излучения, создающие мощность амбиентного эквивалента дозы на расстоянии 0,1 м от поверхности источника не более 1,0 мкЗв/ч;  РИП, содержащие источники гамма-излучения с радионуклидом 40К на основе материалов или веществ, содержащих природный калий. |
| 2 | РИП, содержащие закрытые радионуклидные источники альфа-, бета-излучения или нейтронов с активностью более МЗА, но не более 0,01 минимально лицензируемой активности (МЛА);  РИП, содержащие закрытые радионуклидные источники гамма-излучения активностью не более 0,01 МЛА, но создающие мощность амбиентного эквивалента дозы на расстоянии 0,1 м от поверхности источника более 1,0 мкЗв/ч. |
| 3 | РИП, содержащие закрытые радионуклидные источники альфа-, бета-, гамма-излучения или нейтронов с активностью более 0,01 МЛА, но не более МЛА. |
| 4 | РИП, содержащие закрытые радионуклидные источники альфа-, бета-, гамма-излучения или нейтронов с активностью более МЛА. |

2.4. Обращение с РИП 4 группы допускается при наличии лицензии на на деятельность в области использования атомной энергии.

2.5. Обращение с РИП 2 - 4 групп допускается после оформления санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работы с источниками ионизирующего излучения санитарным правилам (далее - СЭЗ).

2.6. РИП 1 группы освобождаются от контроля в соответствии с пунктом 1.7.2 ОСПОРБ-99/2020.

2.7. РИП 2 группы освобождаются от контроля в соответствии с пунктом 1.7.2 ОСПОРБ-99/2020 при одновременном выполнении следующих условий:

- мощность амбиентного эквивалента дозы (МАД) в любой доступной точке на расстоянии 0,1 м от поверхности РИП при любом возможном режиме работы и хранения не превышает 1 мкЗв/ч;

- обеспечена герметизация радиоактивного содержимого используемого в РИП источника при всех допустимых режимах его работы и хранения;

- замена источника в РИП пользователем не допускается, блок источника опломбирован и доступ к источнику невозможен без нарушения пломбы изготовителя.

2.8. Организации, осуществляющие обращение с РИП 2 - 4 групп, ежегодно заполняют радиационно-гигиенический паспорт организации.

2.9. На РИП 2 группы, освобожденные от контроля, не распространяется действие пунктов 2.5 и 2.8 настоящей главы.

**III. Требования к устройству РИП**

3.1. К использованию допускаются РИП, соответствующие требованиям НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящих Правил.

В целях обеспечения возможности безопасной эксплуатации РИП техническая документация, поставляемая потребителю вместе с РИП, должна содержать описание конструкции РИП, его технические характеристики, инструкцию по эксплуатации, радиационной безопасности и радиационному контролю, сведения об используемом в РИП источнике, рекомендации по размещению или типовой проект безопасного размещения РИП.

3.2. Условия эксплуатации и размещения РИП (давление, температура, влажность, наличие агрессивных сред и другие) должны соответствовать технической документации. Допустимые условия эксплуатации используемых в составе РИП источников должны соответствовать условиям эксплуатации РИП.

3.3. Конструкция РИП должна предусматривать:

- наличие устройств, информирующих о положении источника ("работа" или "хранение") в блоке источника;

- возможность перекрытия выхода прямого пучка излучения за пределы блока источника и снижения уровней излучений до допустимых уровней при нахождении источника в положении "хранение";

- фиксацию источника в положениях "работа" и "хранение", исключающую возможность перевода источника из положения "хранение" в положение "работа" без использования специального "ключа" снятия блокировки, но позволяющую беспрепятственно перевести его из положения "работа" в положение "хранение";

- невозможность доступа к источнику без использования специального инструмента и без повреждения пломбы изготовителя;

- крепление стационарных РИП, исключающее возможность их несанкционированного съема.

Требования абзацев 2 - 4 настоящего пункта не распространяются на РИП, у которых пучок излучения не выводится за пределы корпуса РИП и источник неподвижен.

3.4. Конструкция радиационной защиты РИП (блоков источников) должна быть устойчивой к механическим, химическим, температурным и другим воздействиям, соответствующим условиям эксплуатации РИП.

Блок источника РИП не должен иметь снимаемого поверхностного радиоактивного загрязнения, превышающего 0,4 Бк/см2 для бета-излучающих радионуклидов и 0,04 Бк/см2 для альфа-излучающих радионуклидов.

3.5. Для РИП 1 группы, а также РИП 2 группы, освобожденных от контроля, МАД излучения на расстоянии 0,1 м от любой доступной точки поверхности блока источника при любых возможных условиях эксплуатации не должна превышать 1,0 мкЗв/ч.

3.6. МАД излучения на расстоянии 1,0 м от поверхности блока источника РИП 2 - 4 групп не должна превышать 20 мкЗв/ч. Для РИП 2 - 4 групп, предназначенных для использования в производственных помещениях, имеющих постоянные рабочие места, МАД излучения не должна превышать 100 мкЗв/ч на расстоянии 0,1 м и 3,0 мкЗв/ч на расстоянии 1,0 м от поверхности блока источника.

Требования настоящего пункта должны выполняться для всех доступных точек при нахождении источника в положении "хранение" и для всех доступных точек вне зоны прямого пучка излучения при нахождении источника в положении "работа".

3.7. Работа с переносными РИП всех групп, МАД излучения на расстоянии 1,0 м от любой доступной точки поверхности которых, в том числе в зоне прямого пучка излучения, при любых возможных условиях эксплуатации не превышает 1,0 мкЗв/ч, может проводиться в любых производственных помещениях и на открытом воздухе. Работа с переносными РИП, которые не соответствуют этому требованию, допускается только в помещениях, указанных в СЭЗ.

3.8. На наружных поверхностях РИП (блока источника) должны быть нанесены знаки радиационной опасности, отчетливо видимые с расстояния не менее 3,0 м. Для РИП 1 группы, а также для РИП 2 группы, освобожденных от контроля, допускается наносить знак радиационной опасности на внутренней поверхности корпуса или на блоке источника.

**V. Требования к обращению с РИП**

4.1. Получение и передача РИП 2 - 4 групп другой организации производится в порядке, установленном пунктами 3.5.1 - 3.5.4 ОСПОРБ-99/2020.

4.2. Организация, получившая РИП 2 - 4 групп, и организация, осуществившая их поставку, письменно извещают об этом органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

4.3. Условия получения, хранения, использования и списания с учета РИП с источниками должны исключать возможность их утраты или бесконтрольного использования.

4.4. Все поступившие РИП и содержащиеся в них источники подлежат учету. РИП учитываются по наименованиям и заводским номерам с указанием активности и номера каждого источника, входящего в комплект.

4.5. До получения РИП 2 - 4 групп утверждается список лиц, допущенных к работе с ними, обеспечивается их обучение по правилам работы с используемыми РИП и по радиационной безопасности, назначаются лица, ответственные за обеспечение радиационной безопасности, учет и хранение источников, организацию сбора, хранения и сдачи на захоронение радиоактивных отходов, радиационный контроль.

4.6. Временное хранение блоков источников стационарных РИП 2 - 4 групп осуществляется в специальном помещении, исключающем доступ к ним посторонних лиц и обеспечивающем сохранность источников. В период временного хранения источники в блоках источников должны находиться в положении "хранение". МАД на расстоянии 0,1 м от поверхности наружных стен, дверей и окон помещения для временного хранения стационарных РИП 2 - 4 групп или на наружной поверхности его ограждения, исключающего доступ посторонних лиц, не должна превышать 1,0 мкЗв/ч.

4.7. Хранение переносных РИП 2 - 4 групп осуществляется в помещениях, обеспечивающих их сохранность и исключающих возможность их несанкционированного использования. Выход рабочего пучка излучения при этом должен быть перекрыт. МАД на расстоянии 0,1 м от поверхности наружных стен, дверей и окон помещения для хранения переносных РИП или на наружной поверхности его ограждения, исключающего доступ посторонних лиц, не должна превышать 1,0 мкЗв/ч.

4.8. Переносные РИП 2 - 4 групп выдаются из мест хранения сотрудникам, допущенным к работе с ними, лицом, ответственным за их хранение и учет, с письменного разрешения руководителя организации или уполномоченного им лица. Выдача и возврат каждого переносного РИП регистрируются в журнале.

4.9. Транспортирование РИП 2 - 4 групп с источниками осуществляется в соответствии с требованиями ОСПОРБ-99/2020 и главы 1 раздела 1 настоящих сводных санитарных правил (далее ССП-2020).

4.10. Не допускается размещение и использование РИП 2 - 4 групп (в том числе радиоизотопных извещателей дыма) в детских организациях и жилых зданиях и помещениях.

4.11. Установка стационарных РИП 2 - 4 групп осуществляется в соответствии с технической документацией и проектом, соответствующим требованиям НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы. Способ установки и крепления РИП должен исключать возможность их несанкционированного съема и обеспечивать сохранность источников.

4.12. При установке РИП 4 группы их максимально удаляют от постоянных рабочих мест.

4.13. При установке и эксплуатации РИП 2 - 4 групп необходимо выполнять следующие требования:

- направлять пучок излучения в сторону, наиболее безопасную для людей, работающих в данном и смежных помещениях (в сторону земли, капитальной стены и так далее);

- осуществлять установку РИП так, чтобы МАД на постоянных рабочих местах лиц, не отнесенных к персоналу группы А или Б, не превышала 0,5 мкЗв/ч, а в местах возможного нахождения людей не превышала 1,0 мкЗв/ч;

- размещать блоки источников стационарных РИП 2 - 4 групп на расстоянии не менее 1,0 м от постоянных рабочих мест и от мест возможного нахождения людей.

4.14. После установки стационарных РИП 2 - 4 групп должен быть проведен контроль наличия снимаемого радиоактивного загрязнения поверхности блока источника и должна быть измерена МАД излучения:

- на расстоянии 0,1 м от наружной поверхности блока источника и на расстоянии 1,0 м от нее;

- на рабочих местах, расположенных в радиусе 10 м от блока источника;

- в местах возможного пребывания лиц, не связанных с эксплуатацией РИП и оборудования, на котором он установлен, в радиусе 10 м от блока источника.

4.15. При соответствии размещения РИП и результатов радиационного контроля требованиям настоящих Правил РИП может быть введен в эксплуатацию.

4.16. Извлечение источников из блоков источников РИП, если это не предусмотрено инструкцией по их эксплуатации, не допускается.

4.17. Зарядка (перезарядка) блока источника должна производиться только источниками, указанными в технической документации на РИП.

Не допускается использовать для этой цели источники, не предусмотренные технической документацией, отличающиеся от них по физическим параметрам (активность, радионуклид, размеры) или с истекшим установленным сроком эксплуатации.

4.18. РИП всех групп, не подлежащие дальнейшему использованию, должны быть демонтированы, а содержащиеся в них источники сданы на захоронение в специализированные организации или возвращены производителю РИП.

4.19. Требования пунктов 4.1, 4.2, 4.5 - 4.9 настоящей главы не распространяются на РИП 2 группы, освобожденные от контроля.

**V. Радиационный контроль**

5.1. Организации, использующие РИП 2 - 4 групп (за исключением РИП 2 группы, освобожденных от контроля), проводят радиационный контроль на рабочих местах, в помещениях и на территории организации, а также контроль и учет индивидуальных доз облучения персонала.

Периодичность, объем и виды радиационного контроля зависят от типа и количества используемых в организации РИП и отражаются в программе производственного радиационного контроля.

5.2. Радиационный контроль проводится лицом, ответственным за радиационную безопасность, службой радиационной безопасности организации или аккредитованной в соответствующих областях измерений лабораторией радиационного контроля.

5.3. В зависимости от используемых в РИП источников (радионуклид, вид излучения) радиационный контроль включает измерение следующих параметров:

- индивидуальные дозы внешнего облучения персонала группы А;

- МАД гамма-излучения;

- МАД тормозного излучения;

- МАД нейтронного излучения;

- снимаемое поверхностное радиоактивное загрязнение РИП и оборудования альфа- или бета-излучающими радионуклидами.

Измерения МАД на рабочих местах и в местах возможного нахождения людей проводятся на четырех высотах: 0,5, 1,0, 1,5 м и 2,0 м над полом (измеренные на всех высотах значения МАД не должны превышать 0,5 мкЗв/ч на постоянных рабочих местах лиц, не отнесенных к персоналу группы А или Б, и 1,0 мкЗв/ч в местах возможного нахождения людей).

5.4. Организации, использующие РИП, проводят:

- ежеквартальную проверку надежности крепления блоков источников стационарных РИП 2 - 4 групп и конструкций дополнительной радиационной защиты (если они предусмотрены);

- ежеквартальную проверку соответствия МАД на расстоянии 0,1 м от поверхности переносных РИП 2 - 4 групп и на расстоянии 1,0 м от них требованиям настоящих Правил, за исключением РИП 2 группы, освобожденных от контроля;

- проверку соответствия МАД на расстоянии 1,0 м от поверхности блоков источников стационарных РИП 2 - 4 групп, на рабочих местах и в местах возможного нахождения людей требованиям настоящих Правил, за исключением РИП 2 группы, освобожденных от контроля (1 раз в полгода);

- контроль наличия стационарных РИП 1 группы в местах их установки (1 раз в полгода);

- ежегодную проверку наличия снимаемого поверхностного радиоактивного загрязнения блока источника РИП 2 - 4 групп, за исключением РИП 2 группы, освобожденных от контроля;

- проверку сохранности пломб и замков блоков источников при проведении их технического обслуживания в сроки, определенные в технической документации на РИП.

При эксплуатации стационарных РИП (блоков источников) в условиях вибрации (толчков) ежедневно проводится проверка надежности их крепления.

5.5. Внеочередной радиационный контроль проводится в следующих случаях:

- несанкционированное проникновение в помещение для хранения РИП посторонних лиц;

- пожар или иное чрезвычайное происшествие в помещении для хранения или эксплуатации РИП;

- нарушение целостности пломбы или замка блока источника;

- после ремонта оборудования, на котором установлен РИП, если при этом производился демонтаж данного РИП;

- после установки, замены или перезарядки блока источника;

- после установки дополнительной радиационной защиты;

- во время и после ликвидации последствий радиационной аварии.

5.6. Для персонала группы А организуется индивидуальный дозиметрический контроль внешнего облучения с регистрацией результатов не реже 1 раза в квартал.

5.7. Для проведения радиационного контроля должны использоваться средства измерения, предназначенные для измерения контролируемых величин и имеющие действующее свидетельство о поверке.

**VI. Предупреждение возможных радиационных аварий**

**и ликвидация их последствий**

6.1. К радиационным авариям при обращении с РИП относятся:

- утеря или хищение источника, блока источника или РИП;

- выпадение источника из блока источника РИП;

- разгерметизация закрытого радионуклидного источника РИП;

- радиоактивное загрязнение людей, одежды, окружающей среды в результате разгерметизации источника РИП;

- разрушение или снижение защитных свойств радиационной защиты блока источника РИП или дополнительной радиационной защиты (при ее наличии);

- нарушение работы механизма перевода источника из положения "работа" в положение "хранение" или механизма перекрытия рабочего пучка излучения;

- самопроизвольное перемещение (падение) стационарного РИП в результате разрушения или ослабления приспособлений для его крепления;

- облучение персонала или населения в результате неправильной эксплуатации РИП.

6.2. Администрацией организации, осуществляющей деятельность с использованием РИП, разрабатываются и утверждаются инструкция по действиям персонала в аварийных ситуациях и план мероприятий по защите персонала в случае радиационной аварии, который согласовывается с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

6.3. При возникновении радиационной аварии с РИП следует немедленно выполнить следующие мероприятия:

- прекратить работу на аварийном участке;

- вывести людей из предполагаемой зоны радиационной аварии и обозначить зону аварии знаками радиационной опасности;

- поставить в известность администрацию, службу радиационной безопасности или лицо, ответственное за радиационную безопасность.

6.4. Администрация организации при возникновении радиационной аварии должна:

- принять все необходимые меры по восстановлению контроля над источником излучения;

- немедленно оповестить о радиационной аварии вышестоящую организацию и органы государственной власти, в том числе органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, а также органы местного самоуправления;

- организовать радиационный контроль зоны радиационной аварии, определить границы радиационно-опасной зоны, в пределах которой мощность амбиентного эквивалента дозы превышает 1 мкЗв/ч либо имеется радиоактивное загрязнение оборудования, помещений или территории. Из этой зоны необходимо удалить людей, установить по ее границе ограждения и знаки радиационной опасности, отчетливо видимые с расстояния не менее 3 м, и принять меры по исключению доступа посторонних лиц в эту зону;

- при обнаружении радиоактивного загрязнения в зоне аварии организовать контроль радиоактивного загрязнения одежды, обуви и кожных покровов лиц, выведенных из зоны радиационной аварии, и, при необходимости, организовать их дезактивацию;

- в случае утери источника принять меры к его поиску с использованием средств радиационного контроля.

6.5. К проведению работ по ликвидации аварии и ее последствий должен привлекаться персонал радиационного объекта, а также, при необходимости, аварийно-спасательных формирований, имеющих лицензию на соответствующий вид деятельности. Все работы по ликвидации последствий аварии и выполнение других мероприятий, связанных с возможным переоблучением персонала, проводятся под радиационным контролем по специальному разрешению (допуску), в котором определяются предельная продолжительность работы, основные и дополнительные средства защиты, средства дозиметрического контроля, с соблюдением требований главы VI ОСПОРБ-99/2020.

6.6. Возобновление работ в зоне ликвидированной аварии возможно только по согласованию с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

**Глава 3. Обеспечение радиационной безопасности при радионуклидной дефектоскопии**

**I. Область применения**

1.1. В настоящей главе устанавливаются требования по обеспечению радиационной безопасности населения и персонала при всех видах обращения с радионуклидными дефектоскопами.

1.2. Требования распространяются на проектирование, конструирование, изготовление, реализацию, испытания, монтаж, эксплуатацию, радиационный контроль, техническое обслуживание (в том числе ремонт и наладку), зарядку, перезарядку (закрытыми радионуклидными источниками), транспортирование, хранение и утилизацию радионуклидных дефектоскопов.

**II. Общие положения**

2.1. Радионуклидная дефектоскопия является методом неразрушающего контроля внутренней макроструктуры контролируемых объектов (наличия макроскопических технологических дефектов сварки, пайки, литья и других технологических процессов) с помощью закрытых радионуклидных источников ионизирующего излучения (далее - источников).

2.2. В качестве источников для радионуклидной дефектоскопии применяются источники на основе радионуклидов 60Со, 75Se, 137Cs, 170Tm, 192Ir, а также могут быть использованы радиоизотопные источники тормозного излучения на основе бета-излучающих радионуклидов 90Sr+90Y, 147Pm, 204Tl, радионуклидные источники нейтронов и другие закрытые радионуклидные источники.

2.3. Просвечивание изделий проводится с помощью радионуклидного дефектоскопа, в состав которого входят источник в защитном блоке, механизм управления перемещением источника в рабочее положение и в положение хранения или управления затвором, перекрывающим пучок излучения, а также устройство для регистрации теневого изображения, формируемого прошедшим через объект контроля ионизирующим излучением, на основе рентгеновской пленки, цифровых детекторов или иных систем.

2.4. По конфигурации облучения различают радионуклидные дефектоскопы для фронтального просвечивания, создающие направленный в одну сторону расходящийся пучок излучения конической или пирамидальной формы, и для панорамного просвечивания, создающие равномерное облучение во все стороны либо кольцевой расходящийся пучок излучения. Некоторые типы радионуклидных дефектоскопов допускают оба вида просвечиваний с использованием сменных коллиматоров.

2.5. Основным видом радиационного воздействия, которому может подвергаться персонал, осуществляющий обращение с радионуклидными дефектоскопами, является внешнее облучение всего тела или отдельных его участков гамма-излучением, нейтронами или бета-частицами в зависимости от используемого источника, происходящее при установке радионуклидного дефектоскопа в рабочее положение, при просвечивании и при снятии его после окончания работы, а также при проведении радиационного контроля, при хранении и транспортировании радионуклидных дефектоскопов. Дозы облучения возрастают при работе в труднодоступных местах, ремонте радионуклидных дефектоскопов и их перезарядке новыми источниками.

2.6. В аварийных ситуациях могут возрастать дозы внешнего облучения, а при нарушении целостности источника возможно загрязнение рабочих мест, оборудования, специальной одежды и тела работающих радиоактивными веществами, а также поступление их внутрь организма.

2.7. К использованию допускаются радионуклидные дефектоскопы, соответствующие требованиям НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

2.8. Изготовление, реализация, испытания, монтаж, эксплуатация, техническое обслуживание (в том числе ремонт и наладка), зарядка, перезарядка, транспортирование, хранение и утилизация радионуклидных дефектоскопов осуществляются при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работы с источниками ионизирующего излучения санитарным правилам (далее - СЭЗ).

Проектирование, конструирование, изготовление, реализация, испытания, монтаж, эксплуатация, техническое обслуживание (в том числе ремонт и наладка), зарядка, перезарядка, транспортирование, хранение и утилизация радионуклидных дефектоскопов допускаются при наличии лицензии на осуществление деятельности в области использования техногенных источников ионизирующего излучения.

2.9. Радионуклидные дефектоскопы поставляются с источниками (в заряженном виде), либо без источников с транспортно-перезарядным контейнером. Зарядка радионуклидных дефектоскопов, поставляемых без транспортно-перезарядного контейнера, осуществляется организациями, имеющими лицензию на соответствующий вид деятельности и СЭЗ.

2.10. Получение и передача радионуклидных дефектоскопов другой организации производится в порядке, установленном пунктами 3.5.1 - 3.5.4 ОСПОРБ-99/2020.

2.11. Поступившие в организацию радионуклидные дефектоскопы регистрируются в журнале с указанием их заводского номера, а также типа и активности используемых источников. В журнал также вносятся отметки о проведении работ по перезарядке радионуклидных дефектоскопов источниками.

2.12. До получения радионуклидного дефектоскопа с источником или с защитным блоком из урана утверждается список лиц, допущенных к работе с ним, обеспечивается их необходимое обучение, назначаются лица, ответственные за обеспечение радиационной безопасности, за радиационный контроль, за учет и хранение источников.

2.13. К работам по проведению радионуклидной дефектоскопии допускаются лица, отнесенные к персоналу группы А.

**III. Требования к устройству радионуклидных дефектоскопов**

3.1. В радиационной защите радионуклидного дефектоскопа не допускается наличие внутренних дефектов, снижающих ее защитные свойства.

Защитные устройства из урана, в том числе обедненного, используемые в радионуклидной дефектоскопии, заключаются в оболочку из нерадиоактивного материала и являются закрытыми радионуклидными источниками. Обращение с ними должно осуществляться в соответствии с требованиями ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

3.2. В положении хранения источник находится в защитном блоке радионуклидного дефектоскопа.

3.3. Конструкция радионуклидных дефектоскопов должна предусматривать:

- специальные устройства для надежной фиксации источника в положении хранения, а также устройства, исключающие возможность несанкционированного доступа посторонних лиц к источнику;

- специальные устройства для дистанционного перемещения источника в положение хранения или закрытия затвора, перекрывающего пучок излучения, а также для принудительного выполнения этой операции в случае обесточивания дефектоскопа, застревания источника в ампулопроводе или любой другой аварии;

- систему сигнализации (электрической, механической, цветовой, радиометрической, звуковой), включающейся при переводе источника излучения в рабочее положение. При цветовой системе сигнализации рабочему положению источника соответствует красный цвет, промежуточному положению - желтый, а положению хранения - зеленый цвет. Система механической сигнализации располагается на радиационных головках радионуклидных дефектоскопов, а система электрической и радиометрической - на пультах управления.

3.4. Радионуклидный дефектоскоп должен обеспечивать устойчивость к механическим, температурным и атмосферным воздействиям, возможность дезактивации и радиационную безопасность при пожаре.

3.5. Гамма-дефектоскопы оснащаются коллимирующими устройствами: переносные и передвижные - со встроенными или сменными коллиматорами; стационарные - с регулируемой диафрагмой или сменными коллиматорами.

Допускается изготовление переносных гамма-дефектоскопов без коллимирующих устройств.

3.6. Защитные боксы, в которых размещаются стационарные радионуклидные дефектоскопы, должны обеспечивать автоматическую блокировку входной двери при переводе источника (затвора, перекрывающего пучок излучения) в рабочее положение. Пульт управления стационарным радионуклидным дефектоскопом размещается в отдельном помещении, обеспечивающем радиационную защиту персонала.

3.7. МАД излучения на расстоянии 1 м от поверхности защитного блока переносного радионуклидного дефектоскопа с источником при нахождении источника в положении хранения не должна превышать 20 мкЗв/ч. Для дефектоскопов с нейтронным источником это соответствует плотности потока быстрых нейтронов не более 15 см-2⋅с-1.

3.8. Снимаемое радиоактивное загрязнение наружных поверхностей радионуклидных дефектоскопов бета-излучающими радионуклидами не должно превышать 0,4 Бк/см2 (10 бета-частиц / (см2·мин.)), а альфа-излучающими радионуклидами - 0,04 Бк/см2 (1 альфа-частица / (см2·мин.)).

3.9. На наружную поверхность защитного блока радионуклидного дефектоскопа наносится четкая, устойчивая к внешним воздействиям маркировка с указанием наименования дефектоскопа, заводского номера, радионуклида и допустимой величины активности источника, а также знак радиационной опасности.

3.10. Для радионуклидных дефектоскопов, эксплуатируемых в стационарных условиях, мощность дозы на внешней поверхности стенок защитного бокса должна соответствовать допустимым значениям мощности дозы для этих помещений, определяемым категорией работающего в них персонала и долей проводимого ими в этих помещениях рабочего времени.

3.11. При поставке потребителям радионуклидные дефектоскопы укомплектовываются приспособлениями и устройствами, необходимыми для обеспечения их безопасной эксплуатации в соответствии с технической документацией.

**IV. Требования к проведению работ по радионуклидной дефектоскопии**

**4.1. Общие требования к проведению работ по радионуклидной дефектоскопии**

4.1.1. В жилых зданиях и детских организациях не допускается размещение организаций и участков, предназначенных для проведения работ по радионуклидной дефектоскопии.

4.1.2. В организациях, проводящих работы по радионуклидной дефектоскопии, организуются лаборатории радионуклидной дефектоскопии.

4.1.3. Помещения лаборатории радионуклидной дефектоскопии размещаются в едином комплексе. Состав, количество и размеры помещений лаборатории определяются объемом и характером выполняемых дефектоскопических работ.

4.1.4. На входных дверях лабораторий радиоизотопной дефектоскопии, хранилищ переносных радионуклидных дефектоскопов и источников, ограждениях временных хранилищ переносных радионуклидных дефектоскопов, наружной поверхности защитных боксов устанавливаются знаки радиационной опасности.

4.1.5. Эксплуатация радионуклидных дефектоскопов производится в соответствии с их технической документацией (инструкция по эксплуатации) в условиях, соответствующих требованиям их эксплуатационной технической документации.

4.1.6. Проведение работ по радионуклидной дефектоскопии в стационарных условиях разрешается только в помещениях, указанных в санитарно-эпидемиологическом заключении. Выполнение в этих помещениях работ, не связанных с радионуклидной дефектоскопией, не допускается.

4.1.7. Администрация организации разрабатывает и утверждает инструкцию по радиационной безопасности при проведении радионуклидной дефектоскопии, в которой регламентируется:

- порядок проведения работ;

- порядок учета, хранения и выдачи дефектоскопов;

- требования к содержанию помещений и необходимые меры радиационной защиты.

При изменении условий работ, влияющем на безопасность, в инструкции своевременно должны вноситься необходимые дополнения, должны проводиться внеочередной инструктаж персонала и проверка знаний правил обеспечения безопасности при проведении работ по радионуклидной дефектоскопии.

4.1.8. Лица, привлекаемые к работам по радионуклидной дефектоскопии, перед началом работы должны пройти инструктаж по радиационной безопасности при проведении радионуклидной дефектоскопии. Результаты инструктажа фиксируются в журнале.

4.1.9. Проектирование стационарной радиационной защиты помещений, смежных с помещением, в котором проводится радионуклидная дефектоскопия, осуществляется с учетом категории лиц, находящихся в смежных помещениях, времени работы дефектоскопов и назначения помещений. При этом используются значения проектных мощностей доз, приведенные в таблице 3.3.1 ОСПОРБ-99/2020.

4.1.10. Требования к радиационной защите потолка в помещениях для проведения радионуклидной дефектоскопии, расположенных непосредственно под крышей здания, и к радиационной защите пола в помещениях для проведения радионуклидной дефектоскопии, расположенных на первом этаже (при отсутствии расположенных под ним цокольных и подвальных помещений), не предъявляются.

4.1.11. В тех случаях, когда контролируемые объекты подаются в помещение для проведения радионуклидной дефектоскопии сверху с помощью подъемных кранов, предусматриваются проемы в потолке минимально необходимых размеров. Проемы оборудуются соответствующей защитой (створки, защитные плиты).

4.1.12. К вентиляции помещений, в которых проводятся работы по радионуклидной дефектоскопии, специальных требований, связанных с наличием ионизирующего излучения, не предъявляется.

4.1.13. Администрация организации в обязательном порядке в 10 дневный срок информирует органы, уполномоченные осуществлять федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, о прекращении работ с радионуклидными дефектоскопами.

Радионуклидные дефектоскопы и источники при этом подлежат утилизации или передаче в другие организации.

4.1.14. Отработавшие источники являются радиоактивными отходами и подлежат передаче на захоронение в специализированные организации.

**4.2. Требования к проведению работ со стационарными**

**радионуклидными дефектоскопами**

4.2.1. Размещение стационарных радионуклидных дефектоскопов производится в соответствии с проектом, соответствующим требованиям НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

4.2.2. Помещения, предназначенные для размещения стационарных радионуклидных дефектоскопов, располагаются преимущественно в отдельном здании или в отдельном крыле здания.

4.2.3. Лаборатория радиоизотопной дефектоскопии для проведения просвечивания в стационарных условиях включает следующие помещения:

- помещение для просвечивания;

- помещение пульта управления дефектоскопом (пультовая);

- фотолаборатория (при работе с рентгеновской пленкой);

- помещение для обработки и хранения результатов контроля;

- санитарно-бытовые помещения для персонала.

Размеры указанных помещений должны обеспечивать возможность безопасного проведения работ по радионуклидной дефектоскопии с учетом размеров контролируемых изделий и технологии проводимых работ.

4.2.4. Стационарные дефектоскопы устанавливаются в защитных боксах без окон.

4.2.5. Вход в помещение для проведения радионуклидной дефектоскопии выполняется в виде лабиринта с дверью или оборудуется защитной дверью так, чтобы они обеспечивали радиационную безопасность в смежных помещениях.

4.2.6. Двери оборудуются блокировками, связанными с механизмом перемещения источника (открытия затвора) так, чтобы исключить возможность:

- включения дефектоскопов при незакрытой или неплотно закрытой двери;

- открывания двери снаружи при включенном дефектоскопе.

Изнутри дверь должна открываться беспрепятственно при любом положении источника с одновременным переводом его в положение хранения (закрытием затвора).

Если в помещении для проведения радионуклидной дефектоскопии имеется вторая дверь (для подачи объектов контроля), то она также оборудуется радиационной защитой и блокировками.

4.2.7. Предусматривается устройство для принудительного перемещения источника в положение хранения (закрытия затвора) в случае отключения энергопитания или иной нештатной ситуации.

4.2.8. Пульт управления и вход в помещение для проведения радионуклидной дефектоскопии оборудуются предупредительными световыми сигналами, автоматически включающимися при переводе источника в рабочее положение (открытии затвора).

**4.3. Требования к проведению работ с переносными (передвижными) радионуклидными дефектоскопами**

4.3.1. В организациях, использующих переносные радионуклидные дефектоскопы, предусматриваются специальные хранилища площадью из расчета 3 м2 на один дефектоскоп, но не менее 10 м2.

Площадь временных хранилищ радионуклидных дефектоскопов, создаваемых вне территории организации при проведении работ в полевых условиях, может быть уменьшена до 1 м2 на дефектоскоп, но не менее 2 м2.

Во всех случаях МАД излучения в любой доступной точке на расстоянии 0,1 м от наружной поверхности хранилища или его ограждения, исключающего доступ посторонних лиц, не должна превышать 1,0 мкЗв/ч.

4.3.2. При использовании для просвечивания переносных или передвижных радионуклидных дефектоскопов оборудуются следующие помещения:

- хранилище дефектоскопов;

- фотолаборатория (при использовании рентгеновской пленки);

- помещения для обработки и хранения результатов контроля;

- санитарно-бытовые помещения для персонала.

4.3.3. Помещения для хранения переносных радионуклидных дефектоскопов с источниками оборудуются специальными колодцами, нишами или сейфами с защитными крышками и подъемными устройствами. В каждом колодце размещается не более одного дефектоскопа или контейнера с источником. Конструкция указанных устройств должна исключать возможность проникновения влаги и механического повреждения дефектоскопов, а также защитных крышек колодцев. В помещениях устраивается естественная вентиляция.

4.3.4. При работе с переносными радионуклидными дефектоскопами вне территории организации в полевых условиях, когда ежедневная сдача их в стационарные хранилища невозможна, организуются временные хранилища для хранения переносных радионуклидных дефектоскопов с источниками в полевых условиях, соответствующие требованиям [пункта 4.3.1](#Par139) настоящей главы. На такие хранилища оформляются санитарно-эпидемиологические заключения.

4.3.5. Источники и переносные (передвижные) радионуклидные дефектоскопы с источниками выдаются лицом, ответственным за их хранение и учет, из мест хранения по письменному разрешению руководителя организации. Выдача и возврат каждого дефектоскопа (источника) регистрируются в журнале.

4.3.6. Стационарное использование переносных радионуклидных дефектоскопов в производственных помещениях проводится в защитных боксах. При размещении защитного бокса в производственном помещении МАД в любой доступной точке на расстоянии 0,1 м от внешней поверхности защитного бокса или защитного ограждения, исключающего возможность доступа посторонних лиц при проведении работ по радионуклидной дефектоскопии, при всех допустимых режимах проведения радионуклидной дефектоскопии не должна превышать 2,5 мкЗв/ч.

4.3.7. При нестационарном проведении работ с переносными радионуклидными дефектоскопами в одноэтажных цехах и на открытых площадках без использования защитных боксов их проводят таким образом, чтобы пучок излучения был направлен преимущественно вниз.

В случае невозможности такого положения пучка его направляют в сторону, противоположную от ближайших рабочих мест и мест возможного нахождения людей. Излучение, прошедшее сквозь объект контроля, в этом случае должно быть перекрыто защитным экраном такой толщины, чтобы обеспечить снижение уровней излучения на рабочих местах и в смежных помещениях до допустимых значений.

4.3.8. При нестационарном проведении работ с использованием переносных (передвижных) радионуклидных дефектоскопов без защитных боксов в цехах, на открытых площадках и в полевых условиях следует устанавливать размеры и маркировать зону ограничения доступа, в пределах которой МАД излучения при проведении радионуклидной дефектоскопии может превышать 1,0 мкЗв/ч. Граница этой зоны должна быть обозначена знаками радиационной опасности или предупреждающими надписями, хорошо видимыми с расстояния не менее 3 м. При проведении работ по радионуклидной дефектоскопии нахождение посторонних лиц в зоне ограничения доступа должно быть исключено.

Работы по просвечиванию в цехах, на открытых площадках и в полевых условиях выполняются двумя работниками.

4.3.9. При использовании переносных радионуклидных дефектоскопов для фронтального просвечивания объектов контроля персонал должен находиться в направлении, противоположном направлению рабочего пучка, на безопасном расстоянии или за защитой, обеспечивающими МАД излучения не более 10 мкЗв/ч.

Минимальные расстояния от радиационной головки радионуклидного дефектоскопа до привода дистанционного управления механизмом перемещения источника из положения хранения в рабочее положение и обратно (открытием или закрытием затвора) в зависимости от мощности амбиентного эквивалента дозы излучения на расстоянии 1 м от незащищенного источника приведены в [приложении](#Par251) к данной главе.

4.3.10. Во всех случаях работы по радионуклидной дефектоскопии проводят при минимально необходимом угле расхождения рабочего пучка излучения, используя для этого набор коллиматоров или диафрагм.

4.3.11. Для проведения панорамного просвечивания применяются переносные радионуклидные дефектоскопы с дистанционным управлением механизмом перемещения источника из положения хранения в рабочее положение и обратно (открытием или закрытием затвора), обеспечивающие возможность безопасного выполнения персоналом этих операций.

Минимальные расстояния от радиационной головки радионуклидного дефектоскопа до привода дистанционного управления механизмом перемещения источника из положения хранения в рабочее положение и обратно (открытием или закрытием затвора) в зависимости от мощности экспозиционной дозы излучения на расстоянии 1 м от незащищенного источника приведены в [приложении](#Par251) к данной главе.

4.3.12. При проведении работ на высоте подъем переносного радионуклидного дефектоскопа к месту просвечивания и спуск его должны осуществляться с помощью соответствующих приспособлений (тельфер, лифт и другие устройства).

4.3.13. Транспортирование переносных радионуклидных дефектоскопов с источниками осуществляется в соответствии с требованиями [главы 1](http://ivo.garant.ru/document/redirect/4179203/300) раздела 1 настоящих сводных санитарных правил.

Доставку переносных радионуклидных дефектоскопов к месту работы допускается производить вручную при условии, что годовые эффективные дозы техногенного облучения персонала при этом не превысят установленных пределов доз для персонала группы А.

**V. Зарядка, перезарядка и ремонт радионуклидных дефектоскопов**

5.1. Зарядка и перезарядка, а также ремонт радионуклидных дефектоскопов производятся организациями, имеющими лицензию на проведение этих работ и необходимое оборудование. Зарядка и перезарядка дефектоскопов осуществляются в специально оборудованных помещениях.

5.2. Зарядка и перезарядка радионуклидных дефектоскопов проводятся в присутствии ответственного лица службы радиационной безопасности организации при непрерывном радиационном контроле.

5.3. Все операции с источниками проводятся с использованием дистанционных инструментов, манипуляторов или специальных приспособлений. При этом персонал размещается на расстоянии или за защитным экраном, обеспечивающими ограничение годовых доз облучения персонала в соответствии с требованиями НРБ-99/2020.

5.4. Не разрешается прикасаться к источнику руками.

5.5. После извлечения источника из защитного блока радионуклидного дефектоскопа проводится контроль радиоактивного загрязнения внутренних и наружных поверхностей дефектоскопа.

5.6. После зарядки радионуклидного дефектоскопа источником проводится измерение мощности амбиентного эквивалента дозы излучения:

- для переносных радионуклидных дефектоскопов - на расстоянии 1 м от поверхности защитного блока (радиационной головки) дефектоскопа;

- для стационарных радионуклидных дефектоскопов - в помещениях, смежных с помещением, в котором размещен дефектоскоп.

В случае обнаружения несоответствия результатов измерений требованиям [пункта 3.7](#Par82) настоящей главы для переносных или [пункта 3.10](#Par85) для стационарных радионуклидных дефектоскопов, работа с радионуклидным дефектоскопом не допускается до устранения причин выявленного несоответствия.

5.7. Зарядка и перезарядка радионуклидного дефектоскопа источником активностью большей, чем указано в паспорте дефектоскопа, не допускается.

5.8. К выполнению работ по зарядке и перезарядке радионуклидных дефектоскопов допускаются лица, отнесенные к персоналу группы А, прошедшие специальную подготовку, тренировку с имитатором источника, обученные правилам безопасного ведения соответствующих работ.

5.9. Зарядка шланговых радионуклидных дефектоскопов с применением магазина-контейнера для набора источников, а также с помощью транспортно-перезарядных контейнеров может проводиться в помещениях дефектоскопических лабораторий при условии, что защита этих помещений обеспечивает снижение уровней излучения в смежных помещениях до допустимых величин.

5.10. Ремонт радионуклидных дефектоскопов проводится после извлечения из них источников. В случае аварийного проведения ремонтных работ на радионуклидных дефектоскопах с источниками применяются защитные устройства, обеспечивающие соблюдение требований радиационной безопасности в соответствии с НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020.

5.11. В организациях, где проводится перезарядка и ремонт переносных радионуклидных дефектоскопов, предусматриваются специальные помещения для проведения этих работ, а также душевая. В помещениях для перезарядки и ремонта дефектоскопов рабочие поверхности и полы покрываются легко дезактивируемыми материалами.

Каких-либо специальных требований к отделке других помещений лаборатории радионуклидной дефектоскопии не предъявляется.

**VI. Производственный радиационный контроль**

6.1. В организациях, в которых проводится радионуклидная дефектоскопия, осуществляется производственный радиационный контроль.

6.2. Программа радиационного контроля разрабатывается администрацией с учетом особенностей, объема и условий выполняемых работ по радионуклидной дефектоскопии.

6.3. Персонал службы радиационной безопасности назначается из числа сотрудников, отнесенных к персоналу группы А, прошедших специальную подготовку, включающую изучение основ радионуклидной дефектоскопии, дозиметрии и радиационной безопасности.

6.4. Организации, проводящие радиоизотопную дефектоскопию, оснащаются необходимыми приборами для измерения мощности амбиентного эквивалента дозы излучения, уровней радиоактивного загрязнения и индивидуальной дозиметрии.

6.5. При использовании переносных и передвижных радионуклидных дефектоскопов проводятся следующие виды производственного радиационного контроля:

- измерение МАД излучений на расстоянии 1 м от поверхности радиационной головки (в положении хранения) - каждый раз по окончании работ и при сдаче в хранилище;

- контроль эффективности радиационной защиты хранилища, смежных с ним помещений и специальных транспортных средств - два раза в год;

- измерение МАД излучения на рабочих местах дефектоскопистов и определение размеров зон ограничения доступа - один раз в квартал, а также каждый раз при изменении технологии проведения радионуклидной дефектоскопии и после перезарядки радионуклидного дефектоскопа;

- измерение МАД излучения на рабочих местах лиц, проводящих зарядку, перезарядку и ремонт радионуклидных дефектоскопов - каждый раз при выполнении указанных операций;

- определение уровней загрязнения радиоактивными веществами радионуклидных дефектоскопов, транспортных средств и контейнеров, а также хранилищ и помещений, где осуществляются зарядка, перезарядка и ремонт радионуклидных дефектоскопов - один раз в квартал;

- измерение индивидуальных доз облучения персонала, занятого на основных и вспомогательных операциях при выполнении работ по радионуклидной дефектоскопии - постоянно с регистрацией результатов один раз в квартал.

6.6. При использовании стационарных радионуклидных дефектоскопов проводятся следующие виды производственного радиационного контроля:

- измерение МАД излучения в помещениях, смежных с помещением для проведения радионуклидной дефектоскопии, в пультовых при рабочем положении источника - два раза в год;

- измерение уровней загрязнения радиоактивными веществами радионуклидных дефектоскопов, помещений, в которых они установлены, и вспомогательного оборудования - два раза в год;

- измерение МАД излучения при выполнении ремонтных работ, а также зарядки и перезарядки радионуклидных дефектоскопов - каждый раз при выполнении перечисленных операций;

- определение уровней загрязнения радиоактивными веществами радионуклидных дефектоскопов - каждый раз при выполнении ремонтных работ, а также при зарядке и перезарядке дефектоскопов;

- индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы А - постоянно, с регистрацией результатов один раз в квартал;

- проверку исправности систем блокировок и сигнализации - каждый раз перед началом работы.

6.7. Лица, проводящие работы с передвижными и переносными радионуклидными дефектоскопами, обеспечиваются двумя индивидуальными дозиметрами - прямопоказывающим с сигнализацией превышения установленного порога по мощности амбиентного эквивалента дозы и накопительным.

**VII. Радиационная безопасность при радиационных авариях**

7.1. К радиационным авариям при обращении с радионуклидными дефектоскопами относятся:

- утеря или хищение источника или радионуклидного дефектоскопа с источником;

- выпадение источника из защитного блока радионуклидного дефектоскопа;

- разгерметизация источника;

- радиоактивное загрязнение людей, одежды, окружающей среды в результате разгерметизации источника;

- разрушение или снижение защитных свойств радиационной защиты защитного блока радионуклидного дефектоскопа с источником или дополнительной радиационной защиты (при ее наличии);

- нарушение работы механизма перевода источника из рабочего положения в положение хранения или механизма перекрытия рабочего пучка излучения;

- застревание источника в ампулопроводе;

- нарушение правил работы с радионуклидными дефектоскопами (использование нестандартных радионуклидных дефектоскопов, источников или средств защиты, не отвечающих санитарным требованиям, работа без защиты, нарушение условий транспортировки и хранения источников, эксплуатация источников в условиях, не предусмотренных технической документацией и другие), выход из строя систем блокировки или сигнализации.

7.2. Администрация организации или физическое лицо, осуществляющие деятельность с использованием радионуклидных дефектоскопов, разрабатывают и утверждают инструкцию по действиям персонала в аварийных ситуациях и план мероприятий по защите персонала в случае радиационной аварии, который согласовывается с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

7.3. На всех объектах, использующих радионуклидные дефектоскопы, должны обеспечиваться такие условия получения, хранения, выдачи, возврата и захоронения источников, при которых исключается возможность их утраты или бесконтрольного использования.

7.4. Для предупреждения радиационных аварий при работах с радионуклидными дефектоскопами следует выполнять следующие требования:

- соблюдать меры обеспечения радиационной безопасности, предусмотренные настоящими Правилами и технической документацией;

- не допускать извлечения источников из защитных блоков радионуклидных дефектоскопов, если это не предусмотрено инструкцией по эксплуатации. В тех случаях, когда инструкцией по эксплуатации предусмотрено их извлечение, эту операцию должны выполнять только подготовленные специалисты, относящиеся к персоналу группы А, с использованием магазина-контейнера для набора источников, транспортно-перезарядных контейнеров либо дистанционного инструмента, защитных экранов и других приспособлений в строгом соответствии с инструкцией по эксплуатации;

- условия эксплуатации радионуклидных дефектоскопов и установленных в них источников (вибрация, температура, уровень запыленности, влажность, наличие агрессивных сред и другие) должны соответствовать требованиям, установленным в их эксплуатационно-технической документации;

- при работе с радионуклидными дефектоскопами в полевых условиях проверку наличия источников в дефектоскопе следует проводить при каждом получении дефектоскопа и при каждой его сдаче на хранение. Каждый раз после окончания работ по радионуклидной дефектоскопии следует убедиться в том, что источник находится в положении хранения.

7.5. При обнаружении радиационной аварии незамедлительно принимаются меры по прекращению ее развития, восстановлению контроля над источником и сведению к минимуму доз облучения и количества облученных лиц из персонала и населения, радиоактивного загрязнения производственных помещений и окружающей среды, вызванных аварией. В случае радиационной аварии персонал должен руководствоваться инструкцией по действиям персонала в аварийных ситуациях. Проведение мероприятий по прекращению развития аварии и ликвидации ее последствий организует администрация организации, в которой произошла авария.

7.6. При возникновении радиационной аварии следует немедленно выполнить следующие мероприятия:

- прекратить работу на аварийном участке;

- вывести людей из предполагаемой зоны радиационной аварии и обозначить зону аварии знаками радиационной опасности;

- поставить в известность администрацию организации, службу радиационной безопасности или лицо, ответственное за радиационную безопасность.

7.7. Администрация организации или физическое лицо при возникновении радиационной аварии должны:

- принять все необходимые меры по восстановлению контроля над источником;

- немедленно оповестить о радиационной аварии вышестоящую организацию (при наличии) и органы государственной власти, в том числе органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, а при возможности аварийного радиационного воздействия на население и органы местного самоуправления;

- организовать радиационный контроль в зоне радиационной аварии, определить границы зоны, в пределах которой МАД излучения превышает 1 мкЗв/ч, либо имеется радиоактивное загрязнение оборудования, помещений или территории. Удалить людей из зоны радиационной аварии, выставить по ее границе ограждения и знаки радиационной опасности, отчетливо видимые с расстояния не менее 3 м, и принять меры по исключению доступа посторонних лиц в эту зону;

- при обнаружении радиоактивного загрязнения в зоне радиационной аварии организовать контроль радиоактивного загрязнения одежды, обуви и кожных покровов лиц, выведенных из зоны радиационной аварии и, при необходимости, организовать их дезактивацию;

- в случае утери источника или радионуклидного дефектоскопа с источником принять меры к их поиску с использованием средств радиационного контроля.

7.8. К проведению работ по ликвидации радиационной аварии и ее последствий привлекается персонал группы А радиационного объекта и, при необходимости, аварийно-спасательных формирований, имеющих лицензии на соответствующий вид деятельности. Все работы по ликвидации последствий аварии и выполнение других мероприятий, связанных с возможным переоблучением персонала, проводятся под радиационным контролем по специальному разрешению (допуску), в котором определяются вид работы, ее предельная продолжительность, допустимое значение дозы облучения, основные и дополнительные средства защиты и дозиметрического контроля с соблюдением требований главы VI ОСПОРБ-99/2020.

7.9. Возобновление работ в зоне ликвидированной радиационной аварии и снятие ограничений доступа в эту зону возможно только по согласованию с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Приложение 1

**Зависимость минимального расстояния между радиационной головкой и приводом дистанционного управления радионуклидного дефектоскопа**

**от МАД излучения используемого закрытого радионуклидного источника**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Мощность амбиентного эквивалента дозы излучения на расстоянии 1 м, мЗв/ч (г-экв. Ra) | | | Расстояние между радиационной головкой и приводом дистанционного управления дефектоскопа, м | | |
| При фронтальном просвечивании | При панорамном просвечивании | |
| Коллимирован-ным пучком | Неколлимирован-ным пучком |
| 8 |  | (1,0) | 1 | 1,6 | 2,2 |
| 16 |  | (2,0) | 1,6 | 2,2 | 3,2 |
| 40 |  | (5,0) | 2,2 | 3,2 | 5 |
| 80 |  | (10) | 3,2 | 5 | 8 |
| 160 |  | (20) | 5 | 8 | 10 |
| 400 |  | (50) | 8 | 10 | 16 |
| 800 |  | (100) | 10 | 16 | 22 |

**Глава 4. Обеспечение радиационной безопасности при рентгеновской дефектоскопии**

**I. Область применения**

1.1. В настоящей главе устанавливаются требования по обеспечению радиационной безопасности населения и персонала при всех видах обращения с рентгеновскими дефектоскопами.

1.2. Требования распространяются на проектирование, конструирование, изготовление, реализацию, испытания, монтаж, эксплуатацию, техническое обслуживание, радиационный контроль, транспортирование, хранение и утилизацию рентгеновских дефектоскопов и оборудования для рентгеновской дефектоскопии, проектирование, конструирование, изготовление и эксплуатацию средств радиационной защиты для рентгеновской дефектоскопии.

1.3. Требования настоящей главы не распространяются на проведение работ с лучевыми досмотровыми установками и рентгеновскими сканерами для персонального досмотра людей.

**II. Общие положения**

2.1. Рентгеновский дефектоскоп является генерирующим источником ионизирующего излучения. Он включает рентгеновскую трубку, являющуюся интенсивным источником рентгеновского излучения, представляющего потенциальную опасность для здоровья людей.

Опасными и вредными факторами при эксплуатации рентгеновских дефектоскопов являются высокое напряжение, озон и окислы азота, образующиеся в результате радиолиза воздуха под действием рентгеновского излучения.

2.2. Рентгеновская трубка не содержит радиоактивных веществ и не создает их при работе. Она становится источником ионизирующего излучения только после подачи на нее питающих напряжений. При перевозке и хранении обесточенные рентгеновские дефектоскопы не представляют радиационной опасности и не требуют принятия специальных мер радиационной защиты.

2.3. По способу использования рентгеновские дефектоскопы делятся на стационарные, переносные и передвижные.

Стационарные рентгеновские дефектоскопы используются в стационарных условиях дефектоскопических лабораторий в специальных защитных камерах, исключающих доступ людей внутрь камеры при работе рентгеновского дефектоскопа и обеспечивающих радиационную защиту персонала находящегося вне камеры.

Переносные рентгеновские дефектоскопы не имеют радиационной защиты и используются как в стационарных, так и в нестационарных условиях. Такие дефектоскопы могут оснащаться специальными коллиматорами (диафрагмами, тубусами), формирующими направленный расходящийся пучок излучения в виде конуса с заданным углом раствора для фронтального просвечивания, либо кольцевой расходящийся пучок излучения с заданным углом раствора для панорамного просвечивания. Радиационная защита населения при работе переносного рентгеновского дефектоскопа обеспечивается установлением зоны ограничения доступа, а персонала - удалением его на безопасное расстояние от рентгеновского излучателя, либо применением специальных защитных устройств.

В технической документации на рентгеновские дефектоскопы указываются безопасное расстояние от рентгеновского излучателя при работе дефектоскопа для персонала группы А и размеры зоны ограничения доступа для населения.

Передвижные рентгеновские дефектоскопы монтируются на транспортных средствах и могут перемещаться вместе с ними. Такие дефектоскопы оснащаются защитными экранами и коллиматорами, обеспечивающими уменьшение размеров зоны ограничения доступа, необходимой для обеспечения радиационной безопасности населения при работе рентгеновского дефектоскопа. Радиационная защита персонала при работе передвижного рентгеновского дефектоскопа обеспечивается посредством удаления его от рентгеновского излучателя на безопасное расстояние, либо посредством использования специальной радиационной защиты рабочего места персонала.

Как переносные, так и передвижные рентгеновские дефектоскопы могут использоваться в производственных помещениях, на открытых площадках и в полевых условиях.

2.4. К использованию на территории Российской Федерации допускаются рентгеновские дефектоскопы, соответствующие требованиям НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

2.5. Проектирование, конструирование, изготовление, испытания, монтаж, эксплуатация, техническое обслуживание, радиационный контроль, хранение и утилизация рентгеновских дефектоскопов, проектирование, конструирование, изготовление и эксплуатация средств радиационной защиты для рентгеновской дефектоскопии допускается при наличии лицензии на осуществление деятельности по обращению с источниками ионизирующего излучения (генерирующими). Изготовление, испытания, монтаж, эксплуатация, техническое обслуживание и радиационный контроль рентгеновских дефектоскопов осуществляется при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работы с источниками ионизирующего излучения санитарным правилам (далее - СЭЗ).

2.6. Организации, осуществляющие изготовление, испытания, монтаж, эксплуатацию и техническое обслуживание, рентгеновских дефектоскопов, ежегодно представляют радиационно-гигиенический паспорт организации.

2.7. К работам с рентгеновскими дефектоскопами допускаются лица, отнесенные к категории персонала группы А, прошедшие обучение по правилам работы с рентгеновскими дефектоскопами, по радиационной безопасности и соответствующий инструктаж.

2.8. Администрация организации обеспечивает безопасные условия труда работающих с рентгеновскими дефектоскопами в соответствии с требованиями настоящей главы, [НРБ-99/2020](garantF1://4088851.1000) и [ОСПОРБ-99/2020](garantF1://12077986.1000), разрабатывает и утверждает инструкции по радиационной безопасности, регламентирующие порядок проведения рентгенодефектоскопических работ. При изменении условий работы, влияющем на безопасность, в утвержденные инструкции вносятся необходимые изменения.

2.9. До начала проведения работ по рентгеновской дефектоскопии администрация утверждает список лиц, допущенных к проведению этих работ, обеспечивает их необходимое обучение, назначает лиц, ответственных за обеспечение радиационной безопасности, за учет и хранение рентгеновских дефектоскопов, за проведение производственного радиационного контроля.

2.10. Лица, временно привлекаемые к проведению рентгенодефектоскопических работ, должны соответствовать требованиям [пункта 2.7](#sub_16) настоящей главы. Они проходят обучение безопасным методам работы и инструктаж.

2.11. Для постоянного контроля за техническим состоянием рентгеновских дефектоскопов администрация организации назначает подготовленного специалиста.

2.12. Поступившие в организацию рентгеновские дефектоскопы регистрируются в журнале.

2.13. Выдача переносных и передвижных рентгеновских дефектоскопов из мест постоянного хранения для проведения работ на объектах производится лицом, ответственным за учет и хранение рентгеновских дефектоскопов, по письменному разрешению руководителя организации или лица, им уполномоченного. Выдача и возврат рентгеновских дефектоскопов регистрируются в журнале.

2.14. Получение и передача рентгеновских дефектоскопов другой организации производится в порядке, установленном [пунктами 3.5.1 - 3.5.4](garantF1://12077986.10351) ОСПОРБ-99/2020.

2.15. Обо всех нарушениях в работе рентгеновских дефектоскопов персонал немедленно сообщает лицу, ответственному за обеспечение радиационной безопасности.

**III. Требования к помещениям рентгенодефектоскопических лабораторий**

3.1. В организациях, осуществляющих рентгеновскую дефектоскопию, организуются рентгенодефектоскопические лаборатории либо иные подразделения неразрушающего контроля (далее - лаборатории).

3.2. Состав, количество и размеры помещений лаборатории определяются в зависимости от наличия и назначения рентгеновских дефектоскопов, их технических параметров, а также от объема и характера выполняемых работ включают следующие помещения:

- защитная камера (при наличии стационарных рентгеновских дефектоскопов или использовании защитной камеры для работы с переносными рентгеновскими дефектоскопами);

- пультовая (при наличии защитной камеры);

- фотолаборатория (при работе с рентгеновскими пленками);

- помещения для персонала, обработки и хранения результатов контроля;

- санитарно-бытовые помещения;

- помещение для хранения переносных рентгеновских дефектоскопов (при их наличии).

В лаборатории предусматривается помещение для размещения службы радиационной безопасности (лица, ответственного за проведение производственного радиационного контроля).

3.3. Размеры защитной камеры выбираются так, чтобы обеспечить возможность работы персонала с учетом технологии проводимых работ, количества используемых рентгеновских дефектоскопов и размеров просвечиваемых изделий.

3.4. В тех случаях, когда в организации наряду с просвечиванием в стационарных условиях проводятся работы с применением переносных рентгеновских дефектоскопов, в составе лаборатории предусматривают специальное помещение для хранения этих рентгеновский дефектоскопов и запасных частей к ним.

При проведении рентгеноскопических работ вне организации временное хранение переносных рентгеновских дефектоскопов осуществляется в условиях, обеспечивающих их сохранность и исключающих возможность несанкционированного использования.

3.5. Если в организации помимо рентгеновских дефектоскопов применяются переносные радионуклидные дефектоскопы, допускается хранить их (в количестве не более 2-х штук) в колодцах, нишах или сейфах, оборудованных в защитной камере стационарного рентгеновского дефектоскопа.

3.6. Пол в защитной камере и пультовой изготавливают из электроизолирующих материалов или покрывают у рабочих мест персонала диэлектрическими ковриками.

3.7. В случае необходимости непосредственного наблюдения за процессом просвечивания изделий, предусматривается устройство в рабочей камере защитного смотрового окна в пультовую или применение для этих целей телевизионной установки.

**IV. Требования к системам блокировки и сигнализации рентгеновских**

**дефектоскопов**

4.1. Рентгеновские дефектоскопы оснащаются системами блокировки и сигнализации.

4.2. На установках с рентгеновскими дефектоскопами в местной защите, состоящей из отдельных съемных защитных блоков, предусматриваются блокировочные устройства для автоматического отключения рентгеновского дефектоскопа в случае удаления либо неправильной установки любого съемного защитного блока.

4.3. На пульте управления рентгеновским дефектоскопом предусматривается световая сигнализация, загорающаяся при включении генерации рентгеновского излучения, и гаснущая после ее выключения.

4.4. При неисправности систем блокировки или сигнализации рентгеновский дефектоскоп должен быть отключен.

4.5. Для предотвращения возможности несанкционированного использования рентгеновские дефектоскопы оснащаются надежным замковым или кодовым устройством, исключающим возможность их включения без использования специального ключа или кода.

4.6. Все блоки рентгеновских дефектоскопов пломбируются изготовителем так, чтобы без нарушения пломбы изготовителя нельзя было отключить системы блокировки и сигнализации или изменить характеристики рентгеновских дефектоскопов, влияющие на их безопасность.

**V. Проведение рентгеновской дефектоскопии в стационарных условиях**

5.1. Стационарные рентгеновские дефектоскопы устанавливаются в специальных защитных камерах, конструкция радиационной защиты которых обеспечивает годовые дозы облучения персонала и населения не более основных пределов доз, установленных [НРБ-99/2020](garantF1://4088851.1000). Управление рентгеновским дефектоскопом осуществляется из пультовой. Все стационарные рентгеновские дефектоскопы размещаются в соответствии с проектом, соответствующим требованиям НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

5.2. Рентгеновские дефектоскопы, в том числе переносные, могут использоваться в стационарных условиях в защитных камерах, расположенных в производственных помещениях (цехах). В этом случае радиационная защита защитной камеры выполняется так, чтобы при любых допустимых режимах эксплуатации размещенных в ней рентгеновских дефектоскопов МАД рентгеновского излучения в любой доступной точке на расстоянии 10 см от внешней поверхности камеры, включая защитные устройства технологических проемов для подачи изделий на просвечивание и входные двери, не превышала 2,5 мкЗв/ч. Допускается проведение рентгеновской дефектоскопии в защитной камере типа "выгородка" без защитного потолочного перекрытия, размещенной в производственном помещении, при условии, что при работе рентгеновского дефектоскопа МАД рентгеновского излучения на рабочих местах, лиц, отнесенных к персоналу группы Б, не превышает 2,5 мкЗв/ч, и на рабочих местах лиц, не отнесенных к персоналу, не превышает 0,5 мкЗв/ч.

Допускается значение МАД рентгеновского излучения не более 10 мкЗв/ч на расстоянии 10 см от поверхности стенки защитной камеры в пределах пультовой, в которой при работе рентгеновского дефектоскопа исключена возможность нахождения лиц, не отнесенных к персоналу группы А. При этом МАД рентгеновского излучения в любой доступной точке на расстоянии 10 см от внешней поверхности стен пультовой не должна превышать 2,5 мкЗв/ч.

5.3. Вход в защитную камеру, расположенную в производственном помещении, и проем для подачи просвечиваемых изделий располагаются в местах с наименьшими уровнями рентгеновского излучения и оснащаются радиационной защитой, обеспечивающей выполнение требований [п. 5.2](#sub_43) настоящей главы. Сооружение в защитных устройствах каналов, отверстий для технологических целей производится в местах с наименьшим уровнем рентгеновского излучения так, чтобы для наружной поверхности защитных устройств в местах прохождения каналов, отверстий выполнялись требования пункта 5.2 настоящей главы.

5.4. Защитное смотровое окно из пультовой в защитную камеру (в случае необходимости его устройства) размещается в стороне от прямого пучка излучения. МАД рентгеновского излучения в 10 см от его наружной поверхности при работе рентгеновского дефектоскопа не должна превышать 20 мкЗв/ч, а МАД рентгеновского излучения на постоянных рабочих местах персонала в пультовой не должна превышать 10 мкЗв/ч.

5.5. Требования к радиационной защите пола защитной камеры, размещенной на первом этаже (при отсутствии расположенных под ней подвальных помещений), не предъявляются.

5.6. Двери защитных камер оборудуются блокировками, обеспечивающими прекращение генерации рентгеновского излучения при открывании любой двери в защитную камеру. Блокировка должна исключать возможность открытия снаружи двери в защитную камеру при работе рентгеновского дефектоскопа, но не должна препятствовать открытию ее изнутри с одновременным выключением рентгеновского дефектоскопа. Повторное включение рентгеновского дефектоскопа должно осуществляться только с пульта управления после закрытия двери.

5.7. В защитной камере помещают хорошо заметное и легко доступное устройство для аварийного отключения рентгеновского дефектоскопа и запрета на его включение.

5.8. В защитной камере устанавливается звуковая и (или) световая сигнализация, предупреждающая о необходимости немедленно покинуть защитную камеру перед включением рентгеновского дефектоскопа. Минимальное время между включением сигнализации и возможностью включения рентгеновского дефектоскопа должно быть достаточным для выхода человека из защитной камеры либо использования им устройства аварийного отключения рентгеновского дефектоскопа.

5.9. Входные двери в защитную камеру и пультовую закрываются на замок, ключ от которого хранится у лица, ответственного за эксплуатацию рентгеновского дефектоскопа.

5.10. На пульте управления рентгеновским дефектоскопом и над входом в защитную камеру устанавливаются световые табло с предупреждающей надписью, которые загораются при включении рентгеновского дефектоскопа и отключаются после его выключения.

5.11. На входных дверях защитных камер и на наружной поверхности установок с рентгеновскими дефектоскопами в местной защите наносятся знаки радиационной опасности.

5.12. При работе с установками для рентгеновской дефектоскопии, оборудованных конвейером (или другим устройством для подачи деталей на просвечивание), предусматриваются организационные и технические меры, исключающие возможность попадания людей в зону контроля через технологический проем для подачи деталей на просвечивание во время работы рентгеновского дефектоскопа.

5.13. Все стационарные защитные устройства после установки рентгеновских дефектоскопов проверяют на соответствие требованиям [ОСПОРБ-99/2020](garantF1://12077986.1000) и настоящей главы.

5.14. Перед началом работы (в каждую смену) персонал проверяет исправность рентгеновского дефектоскопа (подвижных частей, электропроводки, высоковольтного кабеля, заземляющих проводов в защитной камере) и проводит пробное включение рентгеновского дефектоскопа. Результаты проверки фиксируются в журнале. В случае выявления неполадок информирует ответственное лицо.

5.15. Перед началом просвечивания персонал должен удостовериться в отсутствии людей в защитной камере.

5.16. В течение всего времени просвечивания дефектоскопист должен постоянно находиться у пульта управления рентгеновским дефектоскопом.

5.17. Эксплуатация рентгеновских дефектоскопов производится только в режимах, предусмотренных их технической документацией и актом технического осмотра.

5.18. После окончания смены все сетевые включатели отключаются, а ручки управления ставятся в исходное положение. Снимающиеся ручки управления убираются. Пульт управления рентгеновским дефектоскопом, а также защитная камера и пультовая запираются. Ключи от защитной камеры и пультовой, а также ключ от замкового устройства рентгеновского дефектоскопа сдаются лицу, ответственному за его эксплуатацию.

5.19. В случае необходимости проведения ремонтных работ, рабочие (электромонтеры, слесари) могут находиться в защитной камере при выключенном рентгеновском дефектоскопе и в пультовой только в присутствии лица, ответственного за обеспечение радиационной безопасности.

**VI. Проведение рентгеновской дефектоскопии в нестационарных условиях с использованием переносных и передвижных рентгеновских**

**дефектоскопов**

6.1. При проведении рентгенодефектоскопических работ в нестационарных условиях с использованием переносных или передвижных рентгеновских дефектоскопов вне защитных камер и специальных помещений (в цехах, на открытой местности, в полевых условиях) радиационная безопасность персонала и населения обеспечивается удалением от рентгеновского дефектоскопа.

Персонал должен располагаться в направлении, противоположном направлению пучка рентгеновского излучения, на расстоянии или за защитной конструкцией, обеспечивающими среднюю МАД не более 10 мкЗв/ч.

Средняя МАД здесь и далее определяется как средняя за рабочий день МАД рентгеновского излучения при максимально возможном времени работы дефектоскопа с учетом его технических характеристик.

Устанавливается зона ограничения доступа, в которой средняя МАД при работе рентгеновского дефектоскопа может превышать 1 мкЗв/ч. Принимаются меры к исключению возможности нахождения посторонних лиц в зоне ограничения доступа при работе рентгеновского дефектоскопа. Для уменьшения размеров зоны ограничения доступа могут использоваться передвижные средства радиационной защиты (защитные экраны, ширмы).

6.2. При проведении работ с переносными рентгеновскими дефектоскопами в специально выделенных производственных помещениях должен быть исключен доступ посторонних лиц в эти помещения во время работы рентгеновского дефектоскопа. При этом в смежных по вертикали и горизонтали производственных помещениях средняя МАД не должна превышать:

- 10 мкЗв/ч для помещений, имеющих постоянные рабочие места персонала группы А,

- 20 мкЗв/ч для помещений временного (не более 50% рабочего времени) пребывания персонала группы А,

- 40 мкЗв/ч для помещений эпизодического (не более 25% рабочего времени) пребывания персонала группы А,

- 2,5 мкЗв/ч для помещений, имеющих постоянные рабочие места персонала группы Б,

- 5,0 мкЗв/ч для помещений временного (не более 50% рабочего времени) пребывания персонала группы Б,

- 10 мкЗв/ч для помещений эпизодического (не более 25% рабочего времени) пребывания персонала группы Б,

- 0,5 мкЗв/ч для помещений, имеющих постоянные рабочие места работников, не отнесенных к персоналу.

6.3. Защитные устройства установок с рентгеновскими дефектоскопами в местной защите выполняются так, чтобы МАД рентгеновского излучения в любой доступной точке на расстоянии 10 см от наружной поверхности установки или защитного ограждения, исключающего возможность доступа посторонних лиц при работе рентгеновского дефектоскопа, не превышала 2,5 мкЗв/ч. При этом МАД рентгеновского излучения в местах возможного нахождения персонала группы А при работе установки не должна превышать 10 мкЗв/ч.

6.4. При проведении рентгеновской дефектоскопии с использованием переносных или передвижных рентгеновских дефектоскопов в цехах, на открытых площадках и в полевых условиях обеспечивается отсутствие посторонних лиц в зоне ограничения доступа при работе рентгеновского дефектоскопа. Зону ограничения доступа ограждают и маркируют предупреждающими плакатами (надписями), отчетливо видимыми с расстояния не менее 3 метров.

Рекомендуется проводить просвечивание в производственных помещениях в нерабочее время.

6.5. Работы по просвечиванию в цехах, на открытых площадках и в полевых условиях выполняются двумя работниками.

6.6. Для обеспечения радиационной безопасности персонала и населения при проведении работ с переносными (передвижными) рентгеновскими дефектоскопами необходимо:

- просвечивать изделия при минимально возможном угле расхождения рабочего пучка рентгеновского излучения, используя для этого входящие в комплект рентгеновских дефектоскопов коллиматоры, диафрагмы или тубусы;

- устанавливать за просвечиваемым изделием защитный экран, перекрывающий прошедший пучок излучения;

- пучок излучения направлять в сторону от рабочих мест и мест, где могут появляться люди, в толстую стену или иное препятствие;

- уменьшать время просвечивания изделий за счет использования высокочувствительных пленок, усиливающих экранов, цифровых систем регистрации;

- пульт управления передвижных и переносных рентгеновских дефектоскопов размещать с противоположной направлению пучка излучения стороны на таком расстоянии от рентгеновского излучателя, при котором обеспечивается радиационная безопасность персонала в соответствии с требованиями [НРБ-99/2020](garantF1://4088851.1000); при невозможности выполнения этого условия использовать специальные защитные экраны, либо оснащать рентгеновские дефектоскопы средствами автоматической задержки включения, дающими возможность персоналу отойти на безопасное расстояние до включения рентгеновского дефектоскопа.

6.7. По окончании работ оператор выключает рентгеновский дефектоскоп, закрывает замковое устройство на его пульте и сдает рентгеновский дефектоскоп и ключ лицу, ответственному за учет и хранение рентгеновских дефектоскопов.

**VII. Требования безопасности при монтажно-наладочных**

**и ремонтно-профилактических работах**

7.1. Монтажно-наладочные работы выполняются до приемки лаборатории в эксплуатацию при соблюдении требований безопасности.

7.2. При проведении монтажно-наладочных и ремонтно-профилактических работ, а также при эксплуатации рентгеновских дефектоскопов не допускается выполнение операций, не предусмотренных инструкциями по технике безопасности, радиационной безопасности, за исключением действий, направленных на предотвращение переоблучения людей.

7.3. Монтажно-наладочные и ремонтно-профилактические работы проводятся одновременно не менее чем двумя работниками.

7.4. Во время монтажно-наладочных и ремонтно-профилактических работ сетевой включатель отключается и на него навешиваются предупредительные знаки: "Не включать", "Работают люди".

Если при проведении указанных работ необходимо включить рентгеновский дефектоскоп, то перед каждым его включением об этом предупреждаются работающие, которым дается распоряжение покинуть защитную камеру. После выхода всех людей из защитной камеры включается рентгеновский дефектоскоп.

7.5. Работы, не связанные непосредственно с монтажом и ремонтом рентгеновского дефектоскопа (строительные, электротехнические), допускается проводить в защитной камере и пультовой после отключения рентгеновского дефектоскопа от сети и получения разрешения от лица, ответственного за эксплуатацию рентгеновского дефектоскопа, в его присутствии.

7.6. Технический осмотр рентгеновского дефектоскопа проводится не реже одного раза в месяц.

7.7. Не реже одного раза в год рентгеновские дефектоскопы подвергаются осмотру и электротехническому испытанию в присутствии представителей службы радиационной безопасности. В этом случае проверяются электроизмерительные приборы, состояние заземления, изоляции, работоспособность систем блокировки и сигнализации, техническое состояние рентгеновского дефектоскопа (трансформатора, рентгеновского излучателя, защитных устройств).

Результаты проверки (с указанием срока устранения отмеченных недостатков) заносятся в акт, который составляется в 2-х экземплярах. Один экземпляр акта хранится в лаборатории, второй - в службе радиационной безопасности организации.

**VIII. Производственный радиационный контроль**

8.1. В организациях, где проводится рентгеновская дефектоскопия, осуществляется производственный радиационный контроль.

8.2. Администрация организации разрабатывает и утверждает программу радиационного контроля, устанавливающую объем, характер и периодичность радиационного контроля, а также порядок регистрации его результатов с учетом особенностей и условий выполняемых работ.

8.3. Программа производственного радиационного контроля включает:

8.3.1. Измерение МАД рентгеновского излучения на рабочих местах персонала - один раз в квартал и при каждом изменении условий просвечивания (изменение конфигурации пучка рентгеновского излучения, изменение конструкции защитных устройств).

8.3.2. Измерение индивидуальных доз внешнего облучения персонала группы А - постоянно с регистрацией результатов раз в квартал.

8.4. При осуществлении работ с использованием переносных и передвижных рентгеновских дефектоскопов вне защитной камеры проводится:

- проверка защитных устройств (ширм, экранов) - два раза в год и при обнаружении видимых повреждений;

- определение размеров зоны ограничения доступа - один раз в год, а также каждый раз при изменении условий просвечивания;

- измерение МАД в смежных помещениях и на рабочих местах (при проведении работ по дефектоскопии в производственных помещениях) - один раз в год, а также каждый раз при изменении условий просвечивания.

8.5. При осуществлении работ с рентгеновскими дефектоскопами, размещенными в защитных камерах проводится:

- проверка стационарных защитных устройств - один раз в год, а также после окончания строительных и ремонтных работ, затрагивающих эти защитные устройства;

- измерение МАД в 10 см от внешней поверхности защитной камеры (для защитных камер, расположенных в производственных помещениях) - один раз в год, а также каждый раз при изменении условий просвечивания;

- измерение МАД на рабочих местах (для защитных камер, расположенных в производственных помещениях и не имеющих защитного потолочного перекрытия) - один раз в год, а также каждый раз при изменении условий просвечивания;

- проверка исправности систем блокировки и сигнализации - в каждую смену перед началом работы.

8.6. Проверка радиационной защиты установок с рентгеновскими дефектоскопами в местной защите, технологических проемов, проводится один раз в квартал.

8.7. При МАД рентгеновского излучения, превышающего допустимые уровни, на наружных поверхностях защитных устройств, защитных камер, ширм необходимо устранить дефект в защите и провести повторные измерения.

8.8. Для проведения радиационного контроля используются дозиметрические приборы, имеющие действующее свидетельство о проверке и позволяющие измерять МАД рентгеновского излучения с энергией от 50 до 600 кэВ в диапазоне от 0,1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч. Для проведения радиационного контроля за импульсными рентгеновскими дефектоскопами используются дозиметрические приборы, предназначенные для измерения импульсного рентгеновского излучения.

8.9. Результаты проверки стационарных защитных устройств регистрируются в протоколе, который составляется в 2-х экземплярах. Один экземпляр хранится в службе радиационной безопасности организации (у лица, ответственного за обеспечение радиационной безопасность), второй у начальника лаборатории.

8.10. Результаты производственного радиационного контроля регистрируются в специальном журнале. Индивидуальные дозы облучения персонала регистрируются ежеквартально.

**Глава 5. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками**

**I. Область применения**

1.1. В настоящей главе установлены требования по обеспечению радиационной безопасности населения и персонала при всех видах обращения с лучевыми досмотровыми установками (далее - ЛДУ).

1.2. Требования настоящей главы распространяются на проектирование, конструирование, изготовление, реализацию, испытания, монтаж, эксплуатацию, радиационный контроль, техническое обслуживание (в том числе ремонт и наладку), транспортирование, хранение и утилизацию ЛДУ, в том числе рентгеновских установок для досмотра багажа и товаров (далее - РУДБТ) 1-го (с движущимся объектом контроля) и 2-го (с неподвижным объектом контроля) типов; инспекционно-досмотровых комплексов (далее - ИДК) 1-го (с неподвижным источником) и 2-го (с движущимся источником) типов, содержащих ускорители электронов с энергией до 10 МэВ и (или) источники рентгеновского излучения; лучевых досмотровых установок, содержащих радионуклидные или генерирующие источники нейтронов с максимальной энергией до 15 МэВ (далее - НЛДУ).

1.4. Требования настоящей главы не распространяются на рентгеновские сканеры для персонального досмотра людей.

**II. Общие положения**

2.1. ЛДУ с генерирующими источникам ионизирующего излучения в обесточенном состоянии не представляют радиационной опасности, их транспортирование и хранение производится без выполнения требований по обеспечению радиационной безопасности.

2.2. К использованию в Российской Федерации допускаются ЛДУ, соответствующие требованиям норм радиационной безопасности НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020) и настоящей главы.

2.3. Изготовление, испытания, монтаж, эксплуатация, радиационный контроль, техническое обслуживание (в том числе ремонт и наладка), хранение и утилизация ЛДУ осуществляются при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работы с источниками ионизирующего излучения санитарным правилам (далее – СЭЗ).

Проектирование, конструирование, изготовление, реализация, испытания, монтаж, эксплуатация, радиационный контроль, техническое обслуживание (в том числе ремонт и наладка), транспортирование, хранение и утилизация ЛДУ допускается при наличии лицензии на осуществление деятельности в области использования источников ионизирующего излучения (генерирующих).

2.4. Передача от одного юридического или физического лица другому источников ионизирующего излучения и содержащих их изделий производится в соответствии с [пунктами 3.5.1](http://docs.cntd.ru/document/902214068)-[3.5.4 ОСПОРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902214068).

**III. Требования к устройству ЛДУ**

3.1. ЛДУ должны обеспечивать защиту персонала и населения от воздействия ионизирующего излучения при работе установки. В соответствии с [пунктом 3.3.6 ОСПОРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902214068) при проектировании радиационных объектов и выборе технологических схем работ следует обеспечить:

1) минимальное облучение персонала и населения в соответствии с принципом оптимизации;

2) максимальную автоматизацию и механизацию операций;

3) автоматизированный и визуальный контроль за ходом технологического процесса;

4) применение наименее токсичных и вредных веществ;

5) минимальные уровни шума, вибрации и других вредных факторов;

6) минимальные выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду;

7) минимальное количество радиоактивных отходов с простыми, надежными способами их временного хранения и переработки;

8) звуковую и (или) световую сигнализацию о нарушениях технологического процесса;

9) блокировки.

Включение ЛДУ должно сопровождаться звуковой и (или) световой сигнализацией о состоянии установки (включена, генерируется излучение, выключена). Устройство пульта управления ЛДУ должно гарантировать невозможность ее несанкционированного включения без использования специального ключа или кода.

3.2. РУДБТ должны обеспечивать выполнение следующих требований:

1) в РУДБТ предусматривают блокировки, исключающие возможность генерации рентгеновского излучения при снятых или неправильно установленных съемных защитных блоках (при их наличии). РУДБТ 2-го типа оснащаются блокировками, исключающими возможность генерации рентгеновского излучения при открытой досмотровой камере. Конструкция блокировок должна исключать возможность их отключения без нарушения пломб изготовителя.

При неисправности блокировок возможность включения РУДБТ должна быть исключена. Информация о неисправности систем блокировки и сигнализации поступает на пульт управления;

2) в РУДБТ защита от рентгеновского излучения конструктивно входит в состав установки. При всех возможных условиях эксплуатации РУДБТ мощность амбиентного эквивалента дозы рентгеновского излучения на расстоянии 0,1 м от ее внешней поверхности не должна превышать 2,5 мкЗв/ч;

3) досмотровая камера РУДБТ 1-го и 2-го типов должна быть окружена радиационной защитой, обеспечивающей безопасные условия работы и исключающей возможность облучения людей прямым пучком рентгеновского излучения;

4) вход и выход из досмотровой камеры РУДБТ 1-го типа при генерации рентгеновского излучения перекрываются эластичными защитными шторками или дверцами, ослабляющими рассеянное излучение при закрытых шторках (дверцах) до величин, не превышающих 2,5 мкЗв/ч. Генерация рентгеновского излучения производится только в период нахождения контролируемого объекта в зоне контроля. При остановке движения транспортера, перемещающего объект контроля, генерация излучения должна прекращаться;

5) в РУДБТ 2-го типа помещение объекта контроля в досмотровую камеру и его извлечение производятся через специальную защитную дверцу. Установка оснащается блокировкой, исключающей возможность генерации рентгеновского излучения при не полностью закрытой дверце.

3.3. ИДК должны обеспечивать выполнение следующих требований:

1) ИДК обеспечивают радиационную безопасность на рабочих местах в соответствии с требованиями [пункта 3.1 НРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902170553);

2) радиационная защита окружающих людей при работе ИДК обеспечивается при любых допустимых режимах их эксплуатации за счет размещения ИДК в помещениях, обеспечивающих необходимое ослабление излучения (далее - досмотровый зал), и (или) за счет установления вокруг ИДК зоны ограничения доступа, за пределами которой выполняются условия радиационной безопасности. ИДК оснащаются системой видеонаблюдения за зоной ограничения доступа и (или) досмотровым залом;

3) в ИДК должно предусматриваться наличие световой и звуковой сигнализации о работе (видимой и слышимой в пределах зоны ограничения доступа);

4) ИДК должны оснащаться блокировками, исключающими возможность включения генерации излучения или прекращающие генерацию излучения при:

остановке процесса сканирования;

незакрытых дверях или защитных воротах досмотрового зала;

превышении контрольных уровней излучения на рабочих местах персонала;

пересечении объектом границы зоны ограничения доступа.

5) ИДК должны оснащаться световой сигнализацией (светофор), разрешающей или запрещающей въезд контролируемого объекта в зону контроля;

6) в зоне контроля (досмотровом зале) ИДК должны предусматриваться устройства (например: кнопки, растяжки) для выключения генерации излучения в аварийных ситуациях;

7) для ИДК 1-го типа допускается сканирование транспортного средства вместе с водителем при его добровольном согласии, если эффективная доза за сканирование, получаемая водителем во время проведения контроля управляемого им автомобиля, не превышает 0,3 мкЗв. Сканирование автомобиля с пассажирами не допускается.

3.4. НЛДУ должны обеспечивать выполнение следующих требований:

1) в НЛДУ должно предусматриваться наличие световой и (или) звуковой сигнализации о работе;

2) защита окружающих людей при работе переносных НЛДУ, не имеющих радиационной защиты, должна обеспечиваться при любых допустимых режимах их эксплуатации за счет размещения НЛДУ в досмотровом зале, и (или) за счет установления вокруг НЛДУ при их работе зоны ограничения доступа, за пределами которой выполняются условия радиационной безопасности;

3) переносные НЛДУ должны обеспечиваться возможностью их включения и выключения оператором с безопасного расстояния (соединительный кабель с кнопкой включения, система дистанционного управления). Мощность амбиентного эквивалента дозы излучения на рабочем месте оператора при работе НЛДУ не должна превышать 10 мкЗв/ч;

4) в стационарных НЛДУ нейтронный источник и объект контроля должны размещаться в досмотровой камере, окруженной радиационной защитой;

5) мощность амбиентного эквивалента дозы на расстоянии 1 м от поверхности стационарных НЛДУ при их работе не должна превышать 20 мкЗв/ч. Для НЛДУ, содержащих закрытый радионуклидный источник нейтронов, это требование должно выполняться как при работе НЛДУ, так и при нахождении их в положении хранения.

3.5. На внешней поверхности ЛДУ, а также на внешней поверхности радиационной защиты имеющихся в ее составе источников ионизирующего излучения должны быть нанесены знаки радиационной опасности.

**IV. Проведение работ с ЛДУ**

Общие требования к проведению работ с ЛДУ

4.1. Организациями, осуществляющими работы с ЛДУ, а также персоналом этих организаций обеспечивается безопасность эксплуатации ЛДУ (выполнение установленных требований безопасности при работе на установках; наличие блокировок и сигнализации, предупреждающей об опасности облучения; проведение радиационного контроля).

4.1.1. Все стационарные ЛДУ размещаются в соответствии с проектом, соответствующим требованиям [НРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902170553), [ОСПОРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902214068) и настоящей главы.

4.1.2. Работа со стационарными ЛДУ разрешается только в помещениях, указанных в санитарно-эпидемиологическом заключении. Мобильные ЛДУ и кратковременно размещаемые (на срок не более 5 дней) для проведения разовых мероприятий стационарные РУДБТ могут использоваться по всей территории Российской Федерации, если это предусмотрено в санитарно-эпидемиологическом заключении. При их размещении и эксплуатации должны выполняться требования п.п. 4.2 и 4.2.1 и проводиться радиационный контроль в соответствии с п.п. 5.3 – 5.8 настоящих правил

4.1.3. Для мобильных ЛДУ и кратковременно размещаемых (на срок не более 5 дней) для проведения разовых мероприятий стационарных РУДБТ проект размещения не требуется.

4.1.4. Для хранения мобильных ЛДУ используются специальные помещения (боксы), обеспечивающие сохранность этих ЛДУ и исключающие возможность несанкционированного использования.

Выдача мобильных ЛДУ из мест хранения для проведения работ производится ответственным лицом организации, осуществляющей работы с ЛДУ, по письменному разрешению руководителя этой организации или уполномоченного им лица.

4.1.5. При планировании проведения работ с мобильными ЛДУ и кратковременно размещаемыми (на срок не более 5 дней) для проведения разовых мероприятий стационарными РУДБТ, вне организации, на которую оформлено санитарно-эпидемиологическое заключение, руководитель такой организации предварительно оповещает об этом (в письменной форме) территориальные органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор по месту планируемого проведения работ с источником в соответствии с пунктом 3.4.7 ОСПОРБ-99/2010. Оформление нового санитарно-эпидемиологического заключения по месту планируемого проведения работ не требуется.

В случае если схема размещения мобильной ЛДУ не соответствует схеме размещения, предусмотренной ее технической документацией, необходимо получить санитарно-эпидемиологическое заключение на условия работы с мобильной ЛДУ, отличающиеся от стандартной схемы размещения. При этом должно быть обосновано соблюдение условий радиационной безопасности при предлагаемой схеме размещения мобильной ЛДУ.

4.1.6. С периодичностью, определяемой технической документацией на ЛДУ, должен проводиться внешний осмотр установки, должны проверяться электроизмерительные приборы, состояние заземления, изоляции, работоспособность систем блокировки и сигнализации.

Требования к проведению работ с РУДБТ

4.2. Организация, осуществляющая работы с РУДБТ, в местах размещения стационарных РУДБТ должна покрывать пол электроизолирующим материалом. Рабочие места персонала РУДБТ размещаются в том же помещении, что и РУДБТ. Специальные требования к вентиляции помещения не предъявляются.

4.2.1. При работе РУДБТ мощность амбиентного эквивалента дозы рентгеновского излучения на расстоянии 0,1 м от ее внешней поверхности не должна превышать 2,5 мкЗв/ч, а на постоянных рабочих местах лиц, не отнесенных к персоналу группы А или Б, - 0,5 мкЗв/ч.

Требования к проведению работ с ИДК

4.3. Организация, осуществляющая работы с ИДК, при досмотре транспортных средств эти ИДК размещает на специальной площадке и создает зону ограниченного доступа вокруг этих транспортных средств. Внешний периметр этой зоны обеспечивается техническими средствами ограничения доступа людей при работе ИДК (ограждение) или средствами прекращения генерации излучения при входе людей в эту зону.

4.3.1. Границы зоны ограничения доступа должны устанавливаться так, чтобы при любом допустимом режиме работы ИДК максимальное значение амбиентного эквивалента дозы в любой точке на границе зоны ограничения доступа за 1 час работы ИДК при максимальной интенсивности досмотра с учетом технических характеристик ИДК не превышала 1,0 мкЗв.

4.3.2. В качестве максимальной дозы за час работы ИДК принимают значение амбиентного эквивалента дозы в данной точке за одно сканирование, умноженное на максимальное число сканирований в час, определяемое техническими характеристиками ИДК.

4.3.3. При размещении стационарных ИДК в досмотровом зале, обеспечивающем максимальную дозу излучения за час работы ИДК не более 1 мкЗв на внешней поверхности стен, зона ограничения доступа ограничивается стенами досмотрового зала.

Требования к проведению работ с НЛДУ

4.4. Организация, осуществляющая работы с НЛДУ, при работе с переносной НЛДУ (для обеспечения радиационной безопасности окружающих лиц) создает зону ограниченного доступа вокруг этой НЛДУ, за пределами которой мощность амбиентного эквивалента дозы излучения при работе НЛДУ не превышает 1 мкЗв/ч. Доступ посторонних людей в эту зону при работе НЛДУ должен быть исключен.

4.4.1. Работа с переносной НЛДУ производится двумя сотрудниками, отнесенными к персоналу группы А: первый - находится у пульта управления, второй - следит за отсутствием посторонних лиц в зоне ограничения доступа.

4.4.2. Работа со стационарной НЛДУ проводится в отдельном помещении, исключающем доступ посторонних лиц и обеспечивающем радиационную защиту смежных помещений в соответствии с требованиями [НРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902170553) и [ОСПОРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902214068).

4.4.3. При МАД на расстоянии 1 м от НЛДУ не более 1 мкЗв/ч, НЛДУ может размещаться в любом производственном помещении. Специальных требований к данному помещению в этом случае не предъявляется.

4.4.4. При работе НЛДУ МАД на рабочем месте оператора не должна превышать 10 мкЗв/ч, на рабочих местах персонала группы Б - 2,5 мкЗв/ч, а на рабочих местах лиц, не отнесенных к персоналу группы А или Б, - 0,5 мкЗв/ч.

**V. Радиационный контроль**

5.1. Радиационный контроль в организациях, проводящих работы с ЛДУ, должен обеспечивать получение информации о радиационной обстановке в помещениях, в которых расположены данные установки, смежных с ними помещениях, на рабочих местах, в местах возможного нахождения людей, а также о дозах облучения персонала.

5.2. Программа радиационного контроля в организации, в которой планируется обращение с источниками излучения, разрабатывается на стадии проектирования. В проекте радиационного объекта должны быть определены виды, объем и порядок проведения контроля, перечень технических средств и штат работников, необходимых для его осуществления.

Виды и объем радиационного контроля могут уточняться организацией, в которой планируется обращение с источниками излучения, в зависимости от конкретной радиационной обстановки в данной организации и на прилегающей территории.

5.3. Контроль индивидуальных доз внешнего облучения персонала группы А, работающего с ЛДУ, должен проводиться с использованием индивидуальных дозиметров, которые персонал группы А обязан носить постоянно. Регистрация результатов проводится ответственным лицом организации, осуществляющей работы с ЛДУ, ежеквартально.

5.4. В помещениях, в которых эксплуатируются РУДБТ, проводится периодический радиационный контроль, который должен включать:

1) контроль МАД рентгеновского излучения на наружной поверхности установки (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год);

2) контроль МАД рентгеновского излучения на рабочих местах персонала (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год);

3) контроль МАД рентгеновского излучения на расположенных на расстоянии менее 2 м от РУДБТ рабочих местах лиц, не отнесенных к персоналу группы А или Б (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год).

5.5. Для образцов РУДБТ, допускающих регулирование параметров генерации пучка рентгеновского излучения (анодное напряжение рентгеновской трубки, анодный ток), радиационный контроль должен проводиться при максимальных рабочих значениях параметров.

5.6. При проведении радиационного контроля в РУДБТ должен устанавливаться имитатор объекта контроля.

5.7. Для измерения МАД рентгеновского излучения используют дозиметры рентгеновского излучения, имеющие действующее свидетельство о поверке и позволяющие измерять мощность амбиентного эквивалента дозы рентгеновского излучения с энергией от 20 до 600 кэВ в диапазоне от 0,1 до 100 мкЗв/ч.

5.8. Для проведения измерений индивидуальных доз внешнего облучения персонала, работающего с РУДБТ, используют индивидуальные дозиметры, имеющие действующее свидетельство о поверке и позволяющие измерять индивидуальный эквивалент дозы рентгеновского излучения с энергией от 20 до 600 кэВ в диапазоне от 0,1 до 200 мЗв.

5.9. На границе зоны ограничения доступа ИДК, а также на рабочих местах персонала и лиц, не отнесенных к персоналу группы А или Б, проводится периодический радиационный контроль. Он должен включать:

1) контроль амбиентного эквивалента дозы за сканирование на границе зоны ограничения доступа (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год);

2) контроль МАД излучения на рабочих местах персонала при сканировании (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год);

3) контроль МАД излучения на рабочих местах лиц, не отнесенных к персоналу группы А или Б, при сканировании (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год);

4) контроль амбиентного эквивалента дозы за сканирование для мобильного ИДК на границе зоны ограничения доступа в зоне прямого пучка излучения (каждый раз после развертывания мобильного ИДК из транспортного положения в рабочее).

При использовании ИДК, осуществляющих сканирование автомобилей с водителем, дополнительно проводят контроль дозы облучения водителя за сканирование (ежедневно).

5.10. Радиационный контроль на границе зоны ограничения доступа должен проводиться без объекта контроля. В каждой точке измеряется амбиентный эквивалент дозы за сканирование.

5.11. Для проведения радиационного контроля на ИДК должны использоваться дозиметры рентгеновского и гамма-излучения, имеющие действующее свидетельство о поверке и удовлетворяющие следующим техническим требованиям:

1) нижняя граница энергетического диапазона не более 20 кэВ;

2) верхняя граница энергетического диапазона не менее 10 МэВ;

3) возможность измерения импульсного фотонного излучения с длительностью импульса более 1,0 мкс;

4) наличие режимов измерения МАД дозы и амбиентного эквивалента дозы;

5) нижняя граница диапазона измерения МАД импульсного фотонного излучения не более 0,1 мкЗв/ч;

6) нижняя граница диапазона измерения амбиентного эквивалента дозы импульсного и постоянного фотонного излучения не более 0,01 мкЗв.

5.12. Контроль индивидуальных доз внешнего облучения персонала группы А, работающего с ИДК, должен осуществляться с использованием индивидуальных дозиметров, позволяющих измерять дозу импульсного и постоянного фотонного излучения в энергетическом диапазоне от 20 кэВ до 10 МэВ, например, ТЛД дозиметров на основе фтористого лития.

5.13. На границе зоны ограничения доступа НЛДУ, на рабочих местах персонала и лиц, не отнесенных к персоналу группы А или Б, а также в смежных помещениях проводится периодический радиационный контроль. Он должен включать:

1) контроль МАД нейтронного и гамма-излучения на границе зоны ограничения доступа (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год);

2) контроль МАД нейтронного и гамма-излучения в смежных помещениях при размещении НЛДУ в отдельном помещении (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год);

3) контроль МАД нейтронного и гамма-излучения на рабочих местах персонала (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год);

4) контроль МАД нейтронного и гамма-излучения на рабочих местах лиц, не отнесенных к персоналу группы А или Б (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год);

5) контроль МАД нейтронного и гамма-излучения на расстоянии 1 м от поверхности НЛДУ (при вводе в эксплуатацию и каждый раз после проведения ремонтных работ, но не реже 1 раза в год).

5.14. Для проведения радиационного контроля на НЛДУ должны использоваться дозиметры нейтронного излучения и дозиметры гамма-излучения, имеющие действующее свидетельство о поверке и удовлетворяющие следующим техническим требованиям:

1) дозиметры гамма-излучения:

- нижняя граница энергетического диапазона не более 50 кэВ;

- верхняя граница энергетического диапазона не менее 3 МэВ;

- нижняя граница диапазона измерения МАД не более 0,05 мкЗв/ч;

2) дозиметры нейтронного излучения:

- нижняя граница энергетического диапазона - 0,025 эВ;

- верхняя граница энергетического диапазона - 14 МэВ;

- нижняя граница диапазона измерения МАД не более 0,05 мкЗв/ч.

5.15. Контроль индивидуальных доз внешнего облучения персонала группы А, работающего с НЛДУ, должен осуществляться с использованием индивидуальных дозиметров, позволяющих измерять персональный эквивалент дозы нейтронного и гамма-излучения.

**Глава 6. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с источниками рентгеновского излучения**

**I. Область применения**

1.1. Настоящая глава устанавливает требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при проектировании, конструировании, производстве, реализации, размещении, монтаже, испытаниях, эксплуатации, транспортировании, хранении, техническом обслуживании (в том числе при ремонте и наладке) и утилизации установок, содержащих источники, генерирующие рентгеновское излучение при ускоряющем напряжении до 150 кВ (далее - низкоэнергетическое рентгеновское излучение - НРИ).

1.2. Требования настоящей главы не распространяются на:

- рентгеновские установки медицинского назначения (диагностические и терапевтические);

- рентгеновские дефектоскопы;

- рентгеновские установки для контроля багажа, товаров, транспортных средств и персонального досмотра людей;

- приборы и установки с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения (высоковольтными электровакуумными приборами);

- установки, в которых для возбуждения характеристического рентгеновского излучения используется радионуклидные источники.

**II. Общие положения**

2.1. К установкам, содержащим источники НРИ, относятся:

- установки рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализа;

- рентгеновские микроскопы, микрозонды и микроанализаторы;

- установки технологического контроля с источниками НРИ (рентгеновские толщиномеры, плотномеры, уровнемеры, сепараторы).

2.2. Источники НРИ имеют в своем составе рентгеновскую трубку, являющуюся интенсивным источником рентгеновского излучения, представляющего потенциальную опасность для здоровья людей.

Рентгеновская трубка является генерирующим источником ионизирующего излучения, не содержит радиоактивных веществ, не создает их при работе и становится источником ионизирующего излучения лишь в момент подачи на нее питающих напряжений. В обесточенном состоянии установки с источниками НРИ не представляют радиационной опасности и их транспортирование и хранение осуществляется без ограничений по радиационному фактору.

2.3. В соответствии с классификацией радиационных объектов по потенциальной радиационной опасности объекты, на которых используются источники НРИ, согласно пункту 3.1 ОСПОРБ-99/2020 относятся к IV категории.

2.4. На всех этапах обращения с установками, содержащими источники НРИ, должны обеспечиваться условия, исключающие возможность облучения персонала и населения выше установленных основных пределов доз техногенного облучения.

2.5. Установки с источниками НРИ по конструкции и степени радиационной опасности подразделяются на две группы:

1-ая группа - установки с источниками НРИ, при любых возможных условиях эксплуатации которых невозможен выход прямого пучка НРИ за пределы корпуса установки и исключена возможность доступа в зону прямого пучка НРИ при работе установки;

2-ая группа - установки с источниками НРИ, при эксплуатации которых возможен выход прямого пучка НРИ за пределы корпуса установки либо возможен доступ в область прямого пучка НРИ при работе установки.

2.6. В установках с источниками НРИ 1-ой группы все системы обращения с пучком НРИ, включая рентгеновскую трубку, ее защитный кожух, коллиматоры, рабочую камеру, анализатор, монохроматор, исследуемую пробу с держателем, фокусирующую систему, детектор излучения размещены в общем рентгенозащитном кожухе или корпусе установки, который не открывается без прекращения генерации НРИ.

К установкам 1-ой группы с источниками НРИ относятся:

- рентгеновские микроскопы и микрозонды, где все процессы происходят в вакууме;

- установки рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализа, в которых рабочий объем камеры при генерации НРИ недоступен, и которые не требуют после их наладки и ввода в эксплуатацию дополнительной юстировки;

- рентгеновские сепараторы, имеющие сплошной защитный корпус.

2.7. В установках с источниками НРИ 2-ой группы общая радиационная защита отсутствует либо для проведения определенных операций (наладка, юстировка) она периодически частично или полностью снимается и работа проводится на открытом пучке НРИ.

К установкам 2-ой группы с источниками НРИ относятся:

- установки рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализа, которые не имеют общей радиационной защиты либо требуют периодической юстировки;

- переносные установки для оперативного рентгенофлуоресцентного анализа различных объектов с выводом наружу пучка НРИ, направляемого на контролируемый объект;

- установки технологического контроля с источниками НРИ (рентгеновские толщиномеры, плотномеры, уровнемеры).

2.8. Ряд установок с источниками НРИ относятся как к 1-ой, так и ко 2-ой группе в зависимости от характера работ и требуемой в каждом конкретном случае точности измерений. В этих случаях к ним предъявляются требования как к установкам 2-ой группы с источниками НРИ.

2.9. Обращение с установками, содержащими источники НРИ (производство, размещение, монтаж, испытания, эксплуатация, хранение, техническое обслуживание и утилизация), осуществляется на основании специального разрешения на право осуществления деятельности в области использования источников ионизирующего излучения (далее - лицензия) при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работы с источниками ионизирующего излучения санитарным правилам (далее - санитарно-эпидемиологическое заключение).

Освобождение установок 1-ой группы, содержащих НРИ, от контроля производится в соответствии с п. 1.7.2 ОСПОРБ-99/2010.

2.10. Обо всех нарушениях в работе установок с источниками НРИ, неисправности защитных и блокирующих устройств обслуживающий персонал немедленно докладывает ответственным лицам.

**III. Требования к проектированию и производству источников НРИ**

3.1. Проектирование и конструирование установок с источниками НРИ осуществляется на основании лицензии на осуществление деятельности в области использования ИИИ (генерирующих).

3.2. Эксплуатационная документация на установки с источниками НРИ при их поставке потребителю должна содержать информацию об их устройстве, работе, условиях эксплуатации и требованиях по обеспечению радиационной безопасности на всех этапах обращения с источниками НРИ.

3.3. Защита от рентгеновского излучения установок 1-ой группы с источниками НРИ конструктивно входит в состав установок и при всех возможных условиях их эксплуатации должна обеспечивать мощность амбиентного эквивалента дозы НРИ в любой доступной точке на расстоянии 10 см от внешней поверхности защиты не более 2,5 мкЗв/ч.

3.4. Дверцы в радиационной защите установок 1-ой группы с источниками НРИ, предназначенные для установки и извлечения исследуемых проб, технического обслуживания установок и иных целей, оборудуются защитными блокировками, исключающими возможность генерации НРИ, либо перекрывающими пучок излучения специальными затворами при не полностью закрытых дверцах. Отключение защитных блокировок невозможно без нарушения пломбы изготовителя. Такие блокировки устанавливаются и на съемные элементы радиационной защиты.

3.5. Конструкцией установок 2-ой группы с источниками НРИ обеспечивается мощность амбиентного эквивалента дозы НРИ на рабочем месте оператора при любых возможных режимах эксплуатации установки не более 10 мкЗв/ч.

3.6. Установки 2-ой группы с источниками НРИ оборудуются техническими средствами, исключающими возможность облучения оператора прямым пучком НРИ (защитные экраны, ограждения, блокировки).

3.7. Расчет радиационной защиты установок с НРИ проводится исходя из наиболее жестких условий их эксплуатации, то есть для максимальных возможных значений анодного напряжения рентгеновской трубки, анодного тока и сечения первичного пучка НРИ.

3.8. Конструкция установок 2-ой группы с источниками НРИ предусматривает:

- оптимизацию способов проведения рабочих операций на установке с использованием необходимых средств радиационной защиты;

- использование систем смены диафрагм, тубусов, юстировки, подачи исследуемых проб, обеспечивающих минимальное облучение оператора;

- использование защитного кожуха рентгеновской трубки, обеспечивающего защиту от рентгеновского излучения во всех направлениях, кроме рабочего пучка излучения, в том числе в местах расположения вентиляционных отверстий, вывода кабелей и других технологических ослаблений кожуха;

- экранирование отраженного от объекта контроля пучка НРИ до уровня, обеспечивающего выполнение требований [пункта 3.](#Par101)5 настоящей главы.

3.9. Установка с источниками НРИ оборудуется световой сигнализацией о состоянии источника НРИ (генерация НРИ выключена, генерация НРИ включена, затвор перекрытия пучка НРИ открыт).

**IV. Требования к размещению, эксплуатации и выводу из эксплуатации установок с источниками НРИ**

4.1. Размещение стационарных установок с источниками НРИ осуществляется в производственных помещениях в соответствии с проектом, соответствующим требованиям настоящей главы.

4.2. Размещение и все виды обращения с установками, содержащими НРИ, в жилых зданиях и в детских организациях не допускается.

4.3. При размещении установок с источниками НРИ специальных требований к освещению, вентиляции и отделке помещений не предъявляется. Указанные факторы должны соответствовать общегигиеническим требованиям к производственным помещениям, которые имеют рабочие места.

4.4. При обращении с установками, содержащими источники НРИ, при любых возможных режимах эксплуатации которых МАД НРИ в любой доступной точке на расстоянии 1 м от установки не превышает 1,0 мкЗв/ч, специальные требования к производственным помещениям не предъявляются.

4.5. Размещение стационарных установок 2-ой группы с источниками НРИ в специальных помещениях производится при соблюдении следующих требований:

4.5.1. Доступ посторонних лиц в помещение, где размещена стационарная установка 2-ой группы с источником НРИ при ее работе, не допускается. При работе установки в помещении разрешено находиться только лицам, отнесенным к персоналу группы А.

4.5.2. На входной двери помещения устанавливается знак радиационной опасности.

4.5.3. МАД НРИ на рабочих местах персонала группы А при любых возможных режимах эксплуатации установки не должна превышать 10 мкЗв/ч.

4.5.4. МАД НРИ в смежных помещениях при любых возможных режимах эксплуатации установки должна соответствовать статусу помещения:

- для помещений постоянного пребывания персонала группы А - не более 10 мкЗв/ч,

- для помещений постоянного пребывания персонала группы Б - не более 2,5 мкЗв/ч,

- для помещений постоянного пребывания лиц, не отнесенных к персоналу, - не более 0,5 мкЗв/ч.

4.5.5. При анодном напряжении рентгеновской трубки менее 30 кВ мощность направленного эквивалента дозы в местах возможного нахождения рук персонала не должна превышать 250 мкЗв/ч, а в местах возможного расположения глаз - 80 мкЗв/ч (С 01.01.2026 г. – 12 мкЗв/ч). При необходимости персонал использует средства защиты рук (защитные перчатки) и глаз (защитные экраны, защитные очки), обеспечивающие выполнение этих требований.

4.5.6. Размеры помещения и размещение оборудования в нем должны соответствовать требованиям технической документации на установку и обеспечивать возможность безопасной работы с ней.

4.6. При размещении стационарных установок технологического контроля с источниками НРИ 2-ой группы (уровнемеры, плотномеры, толщиномеры) в производственных цехах, имеющих рабочие места, должны выполняться следующие условия:

1) МАД НРИ во всех доступных точках, за исключением области рабочего пучка излучения, не должна превышать:

- на расстоянии 10 см от рентгеновского излучателя - 100 мкЗв/ч,

- на расстоянии 1 м от рентгеновского излучателя - 3,0 мкЗв/ч;

2) МАД на ближайших к установке рабочих местах не должна превышать 0,5 мкЗв/ч, а в местах возможного нахождения людей - 1,0 мкЗв/ч.

При размещении установок технологического контроля с источниками НРИ 2-ой группы в производственных цехах и на территории, не имеющих рабочих мест, МАД НРИ на расстоянии 1 м от рентгеновского излучателя установки не должна превышать 20 мкЗв/ч.

4.7. Работа с установками, содержащими источники НРИ, проводится только в помещениях, указанных в санитарно-эпидемиологическом заключении.

При необходимости использования установок с источниками НРИ, санитарно-эпидемиологическое заключение на которые допускает их нестационарное использование вне территории организации, необходимо поставить в известность (в письменной форме) о месте предполагаемого проведения работ органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор по месту планируемого проведения работ. Оформления нового санитарно-эпидемиологического заключения по месту планируемого проведения работ не требуется.

4.8. При юстировке и наладке установок с источниками НРИ радиационная безопасность персонала обеспечивается использованием дополнительных мер радиационной защиты (использование защитных экранов, ширм, очков, перчаток, специального дистанционного инструмента длиной не менее 25 см), а также сокращением времени работ с источниками НРИ.

4.9. При прекращении работ с установками, содержащими источники НРИ, организация информирует об этом органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Установки с источниками НРИ, дальнейшая эксплуатация которых невозможна или не предполагается, приводятся в состояние, исключающее возможность их использования в качестве источников ионизирующего излучения, и утилизируются.

**V. Производственный радиационный контроль**

5.1. Производственным радиационным контролем охватываются все основные виды радиационного воздействия на персонал и население при обращении с установками, содержащими источники НРИ.

5.2. В зависимости от видов используемых установок с источниками НРИ, производственный радиационный контроль включает:

5.2.1. Контроль МАД НРИ на рабочих местах персонала и в смежных помещениях для стационарных установок 2-ой группы - 2 раза в год.

5.2.2. Контроль МАД НРИ на расстоянии 1 м от переносных установок с источниками НРИ - 1 раз в год.

5.2.3. Контроль МАД НРИ на расстоянии 10 см и 1 м от рентгеновского излучателя стационарной установки технологического контроля с НРИ, на ближайших рабочих местах персонала и в местах возможного нахождения людей - 1 раз в квартал.

5.2.4. Контроль технического состояния и эффективности средств радиационной защиты - 1 раз в два года.

5.2.5. Индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы "А" - постоянно с регистрацией результатов измерений 1 раз в квартал.

5.2.6. Контроль направленного эквивалента дозы в местах возможного нахождения рук и глаз персонала для установок 2-ой группы с источниками НРИ, работающими при анодном напряжении рентгеновской трубки до 30 кВ, 1 раз в год.

5.3. Контроль эффективности радиационной защиты установок проводится в следующих условиях:

- при наибольших значениях анодного напряжения и анодного тока рентгеновской трубки;

- при наибольшей ширине щели пучка НРИ (в установках, допускающих регулировку этого параметра).

5.4. Контроль эффективности защиты и радиационной обстановки включает контроль МАД во всех доступных точках на расстоянии 10 см от поверхности защиты установки.

5.5. МАД НРИ на рабочих местах персонала измеряется на следующих высотах от пола:

- для сидячих рабочих мест: 10 см, 90 см и 150 см;

- для стоячих рабочих мест: 30 см, 80 см, 120 см и 160 см.

5.6. Используемая для проведения измерений дозиметрическая аппаратура должна иметь минимальное значение измеряемой мощности амбиентного (направленного) эквивалента дозы не более 0,05 мкЗв/ч и иметь действующее свидетельство о поверке. Область измеряемых энергий должна соответствовать энергетическому спектру используемого источника НРИ. Нижняя граница энергетического диапазона используемых дозиметрических приборов должна быть:

- для измерения МАД - не более 15 кэВ;

- для измерения мощности направленного эквивалента дозы - не более 5 кэВ.

**Глава 7. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с ускорителями электронов**

**I. Область применения**

1.1. В настоящей главе установлены требования к обеспечению радиационной безопасности населения и персонала при использовании ускорителей электронов.

1.2. Требования распространяются на все типы ускорителей электронов с энергией до 100 МэВ, используемых в радиационной технологии, стерилизации, лучевой терапии и для других целей.

1.3. Требования настоящей главы не распространяются на установки с ускорителями электронов для досмотра транспортных средств и крупногабаритных грузов.

**II. Общие положения**

2.1. При работе ускорителя электронов основными факторами радиационной опасности являются:

- выведенный из ускорителя пучок ускоренных электронов;

- тормозное излучение, возникающее при взаимодействии ускоренных электронов с мишенью, элементами ускорителя, а также конструкционными и другими материалами в рабочей камере (процедурной);

- фотонейтроны, возникающие при взаимодействии высокоэнергетического тормозного излучения с ядрами веществ мишени, элементов ускорителя и окружающей среды;

- другие виды ионизирующего излучения, возникающего при взаимодействии электронов и тормозного излучения с ядрами веществ окружающей среды;

- снимаемое радиоактивное загрязнение рабочей камеры ускорителя (помещения ускорителя), возникающее в результате активации пыли, металлов, испарения активированных материалов мишени и других узлов ускорителя под действием пучка электронов, проведения радиационных процессов.

- радиоактивные газы и аэрозоли, образующиеся при облучении компонентов воздуха и веществ, поступающих в него из облучаемых объектов, а также из активируемой воды, охлаждающей узлы ускорителя;

- неиспользуемое рентгеновское излучение от высоковольтной электронной аппаратуры ускорителя.

2.2. При работе ускорителя электронов имеют место также и другие физические и химические факторы опасности:

- тепловыделение от оборудования и коммуникаций;

- озон и окислы азота, образующиеся в результате радиолиза воздуха под действием ионизирующего излучения ускорителя;

- электромагнитные поля высоких и сверхвысоких частот, создаваемые системами питания ускорителей;

- шум, создаваемый аппаратурой ускорителей;

- токсические вещества, выделяющиеся при облучении различных веществ;

- высокое напряжение;

- постоянные электрические и магнитные поля;

- открытые движущиеся элементы оборудования, машин и механизмов.

2.3. В зависимости от энергии ускоренных электронов, ускорители электронов подразделяются на две группы:

***I группа*** – ускорители с максимальной энергией ускоренных электронов не более 10 МэВ. При такой энергии электронов фотоядерные реакции возможны лишь с отдельными изотопами, и наведенная активность окружающей среды практически не представляет опасности для здоровья людей.

***II группа*** – ускорители с максимальной энергией ускоренных электронов более 10 МэВ, но не более 100 МэВ. В этом случае фотоядерные реакции возможны с большинством изотопов, и неизбежна активация элементов конструкции ускорителя и воздуха при работе ускорителя.

Радиационные объекты с ускорителями электронов, энергия которых не превышает 10 МэВ, или с медицинскими ускорителями электронов, энергия которых не превышает 25 МэВ, следует относить к IV категории потенциальной радиационной опасности, а с ускорителями электронов большей энергии – к III категории.

2.4. Проектирование ускорителей и РУ УЭЛ должно проводиться организацией, имеющей лицензию на проектирование источников ионизирующего излучения (генерирующих).

2.5. Проектирование радиационных медицинских установок с ускорителями электронов (РМУ УЭЛ) и организация работ с ними должны осуществляться таким образом, чтобы отказ одного из компонентов ускорителя обнаруживался незамедлительно, с тем, чтобы свести к минимуму любое незапланированное медицинское облучение пациентов, в том числе и в результате ошибки персонала.

2.6. На стадии проектирования ускорителя II группы, следует рассмотреть вопрос о необходимости очистки воды, предназначенной для охлаж­дения отдельных узлов ускорителя, с целью снижения уровней наведенной активности содержащихся в ней примесей.

2.7. Техническая документация на ускоритель или РУ УЭЛ должна содержать следующую информацию, необходимую для разработки проекта размещения ускорителя:

* максимальное тепловыделение от оборудования и коммуникаций;
* возможность образования вредных газов;
* максимальные уровни электромагнитных полей, создаваемых оборудованием ускорителя;
* максимальный уровень шумов, создаваемых оборудованием ускорителя;
* требования электрической безопасности;
* характеристики системы водоохлаждения;
* монтажные схемы установки блокирующих устройств на входе в рабочую камеру (процедурную);
* схему соединений для световых индикаторов;
* схему и размеры различных каналов;
* характеристики пучков излучения и положения источника излучения;
* описание возможных аварий и мер по их предупреждению и ограничению их последствий;
* определение категории потенциальной радиационной опасности объекта с ускорителем или РУ УЭЛ;
* требования к размещению ускорителя;
* рекомендуемую схему размещения ускорителя с толщинами радиационной защиты.

2.8. В технической документации на ускоритель II группы должна быть приведена характеристика используемых конструкционных материалов, которые могут активироваться в процессе облучения, включающая элементный состав этих материалов.

2.9. К использованию на территории Российской Федерации допускаются ускорители и РУ УЭЛ, в том числе медицинского назначения, соответствующие требованиям настоящей главы. РМУ УЭЛ должны быть зарегистрированы в Российской Федерации в качестве изделий медицинской техники в установленном порядке.

2.10. Обращение с ускорителями электронов (проектирование, конструирование, производство, реализация, размещение, эксплуатация, техническое обслуживание, хранение и утилизация ускорителей электронов, проектирование, конструирование, изготовление и эксплуатация средств радиационной защиты) на территории Российской Федерации разрешается только при наличии лицензии на деятельность, связанную с источниками ионизирующего излучения (генерирующими).

2.11. Поставка организациям ускорителей и РУ УЭЛ производится по заказ-заявкам.

2.12. Ускоритель, РУ УЭЛ и помещения, в которых они размещаются, до начала эксплуатации должны быть приняты в эксплуатацию в установленном порядке. При приемке проводится проверка эффективности радиационной защиты ускорителя, устанавливается соответствие принимаемого объекта (ускорителя, РУ УЭЛ, вспомогательного оборудования, помещений, в которых они размещены) технической документации, проекту размещения и требованиям действующих норм и правил, на основе чего принимается решение о возможности эксплуатации объекта, и определяется разрешенный режим работы ускорителя.

2.13. До начала эксплуатации ускорителя, с учетом проводимых на нем работ, администрация эксплуатирующей организации обязана разработать план мероприятий по защите работников (персонала) и населения от радиационной аварии и её последствий.

2.14. К работе на ускорителе допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, отнесенные приказом руководителя организации к категории персонала группы А, прошедшие обучение по правилам работы на ускорителе и по радиационной безопасности, прошедшие инструктаж по радиационной безопасности.

2.15. Женщины должны освобождаться от работы на ускорителе,  
связанной с воздействием ионизирующих излучений, на весь период  
беременности и грудного вскармливания ребенка.

2.16. Допуск к работе лиц, временно привлекаемых к работе на ускорителе, осуществляется в порядке, описанном в п. 2.14.

2.17. На наружной поверхности РУ УЭЛ с индивидуальной (местной) защитой, на наружной поверхности защиты, дверей стационарной установки, на границе радиаци­онно-опасной зоны должны устанавливаться знаки радиационной опасности.

2.18. Доступ лиц, не связанных непосредственно с работой на ускорителе, в пультовую, а также в радиационно-опасную зону, должен быть регламентирован.

2.19. Периодичность и объем работ по техническому обслуживанию ускорителя или РУ УЭЛ производятся в соответствии с технической документацией организации-изготовителя и обеспечиваются администрацией учрежде­ния, эксплуатирующего ускоритель или РУ УЭЛ. Перед включением РМУ УЭЛ должна проводиться проверка его исправности путем контроля рабочих параметров.

**Ш. Требования к размещению ускорителей электронов**

3.1. Размещение стационарных ускорителей и РУ УЭЛ должно производиться в соответствии с проектом, соответствующим требованиям ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы. В проекте должен содержаться перечень возможных радиационных аварий, обоснование категории потенциальной радиационной опасности ускорителя.

Запрещается размещение ускорителей и РУ УЭЛ в жилых зданиях и детских учреждениях.

3.2. РУ УЭЛ с ускорителями I группы могут располагаться:

- РУ УЭЛ с индивидуальной защитой - в производственном помещении или на промышленной площадке (при этом должны быть определены границы радиационно-опасных зон);

- стационарные РУ УЭЛ - в специальном помещении, обеспечивающем радиационную безопасность при работе с ними;

- передвижные РУ УЭЛ – на транспортном средстве, в производственном помещении или на промышленной площадке при обеспечении требований радиационной безопасности при работе с ними;

- РМУ УЭЛ в отдельном здании, отдельном крыле здания или пристройке.

При этом во всех случаях радиационная защита ускорителя или РУ УЭЛ должна обеспечивать выполнение требований НРБ-99/2020.

3.3. Ускоритель II группы должен размещаться в отдельном здании или отдельном крыле здания.

3.4. Запрещается использование помещений ускорителя для других целей.

3.5. Помещения ускорителя, технологически связанные с его эксплуатацией, следует размещать в едином комплексе. Состав, количество и размеры помещений определяются на стадии проектиро­вания и зависят от назначения и группы ускорителя, объема и характера выполняемых работ.

3.6. В учреждении, где ускоритель используется в стационарных условиях, должны быть предусмотрены следующие помещения:

- рабочая камера, соответствующая требованиям технической документации на ускоритель или РУ УЭЛ и обеспечивающая возможность безопасного проведения работ;

- процедурная для ускорителей медицинского назначения, соответствующая требованиям технической документации на ускоритель;

- пультовая, соответствующая требованиям технической документации на ускоритель;

- вспомогательные помещения, необходимые для обеспечения работы ускорителя и осуществления технологического процесса, состав, размер и оборудование которых определяется характером проводимых на ускорителе работ и требованиями технической документации на ускоритель.

3.7. При размещении ускорителя II группы должно быть предусмотрено наличие горячего и холодного водоснабжения, душевой и места (помещения) для хранения и переодевания средств индивидуальной защиты, необходимых для проведения ремонтно-профилактических и аварийных работ. При размещении ускорителей с энергией ускоренных электронов более 25 МэВ должно быть дополнительно предусмотрено помещение для умывальника с локтевым или ножным включением воды.

3.8. В случае необходимости непосредственного наблюдения за работой ускорителя (процессом облучения), следует предусматривать устройство смотрового окна и (или) применение телевизионной установки.

3.9. Помещения для размещения оборудования ускорителя, требующие усиленных нижних перекрытий или фундамента, как правило, располагаются на первом или цокольном этажах, либо в подвальном помещении (ниже уровня земли).

3.10. Если часть оборудования ускорителя или устройства, обеспечивающие его нормальную работу, располагаются в помещении непосредственно под полом рабочей камеры, вход в это помещение должен осуществляться через специальный люк, расположенный в рабочей камере, либо должен иметь блокировки, синхронизированные с блокировками на входе в рабочую камеру.

3.11. При использовании передвижного ускорителя в производственном помещении (цехе), его пульт управления должен устанавливаться отдельно от блока излучателя на расстоянии, обеспечивающем безопасные условия труда персонала. Для защиты персонала следует применять также защитные кабины. Маркировка радиационно-опасной зоны производится в соответствии с п. 2.17 настоящей главы с применением временных переносных ограждений и установкой знаков радиационной опасности и предуп­реждающих надписей.

3.12. В местах постоянного пребывания персонала (пультовая, вспомогательные помещения) должно быть предусмотрено искусственное освещение.

3.13. Стены и потолок рабочей камеры (процедурного помещения) ускорителя II группы следует окрашивать масляной краской или покрывать слабо-сорбирующими материалами. К отделке рабочей камеры (процедурного помещения) ускори­теля I группы специальные требования не предъявляются.

3.14. Пол рабочей камеры (процедурного помещения) ускорителя II группы следует покрывать слабо-сорбирующими материалами.

3.15. Пол в помещениях, где установлено высоковольтное оборудо­вание ускорителя, следует покрывать электроизолирующим материалом.

3.16. При размещении ускорителей медицинского назначения (РМУ УЭЛ) дополнительно должны выполняться следующие требования:

3.16.1. Пульт управления медицинским ускорителем электронов должен находиться в отдельном помещении (пультовой).

3.16.2. Вход в процедурную должен быть организован через пультовую в поле зрения оператора.

3.16.3. На входе в процедурную должна быть установлена дверь. Если дверь является частью стационарной радиационной защиты и нуждается в электроприводе, то в случае отключения питающей сети должна быть предусмотрена возможность в любой момент открыть дверь вручную изнутри и снаружи.

3.16.4. Включение пучка излучения должно быть возможно только из комнаты управления при закрытой двери в процедурную.

3.16.5. На РМУ УЭЛ должно быть предусмотрено двухстороннее переговорное устройство для связи с пациентом во время процедуры облучения.

3.16.6. Для контроля положения пациента во время лечения в процедурной должна быть предусмотрена система видеонаблюдения, позволяющая оператору следить за пациентом с пульта управления облучением при любом положении радиационной головки и стола для пациента.

3.16.7. В процедурной должно быть предусмотрено искусственное освещение пониженного уровня в пределах 5÷20 лк для работы с применением оптических центраторов.

3.16.8. В процедурной должно быть предусмотрено аварийное освещение от автономного источника электропитания.

3.16.9. На этапе проектирования должно быть предусмотрено легко доступное безопасное для использования и ухода место для хранения приспособлений для лучевой терапии, таких как под­ставки для сменных средств формирования пучка излучения, приспособления для укладки и фиксации больного на столе.

**IV. Требования к радиационной защите**

4.1. Радиационная защита ускорителя (помещений, в которых расположен ускоритель) должна изготавливаться из материалов, наиболее эффективно ослабляющих первичное электронное или тормозное излучение, обеспечивающих наименьший выход вторичного излучения (тормозного, нейтронного и др.) и эффективное их ослабление.

4.2. Радиационная защита от всех видов ионизирующего излучения, возникающего при работе ускорителя, должна проектироваться таким образом, чтобы суммарные годовые эффективные дозы облучения персонала и населения не превышали величин, регламентируемых НРБ-99/2020. При этом следует учитывать максимальное время работы ускорителя в течение года и вводить коэффициент запаса, равный 2.

4.3. Проектирование радиационной защиты ускорителя производится исходя из приведенных в приложении 2 проектных величин мощности дозы излуче­ния с учетом назначения помещений ускорителя и смежных помещений, категории облучаемых лиц и длительности облучения. При проектировании радиационной защиты учитывают также параметры поля излучения ускорителя, значения которых должны быть приведены в технической документации на ускоритель. К ним относятся:

- максимальная энергия ускоренных электронов,

- максимальный ток пучка электронов (поток электронов или плотность потока электронов),

- геометрические размеры поля и направление пучка излучения,

- мощность дозы излучения на установленном расстоянии от выводного окна ускорителя,

- максимальная продолжительность работы ускорителя в режиме излучения за смену и за год для различных энергий и токов пучка,

- защитные свойства индивидуальной защиты ускорителя (при ее наличии).

При проектировании радиационной защиты в зависимости от вида ускорителя могут использоваться и другие параметры поля излучения ускорителя.

Расчет радиационной защиты ускорителя проводится в соответствии с приложением 1 к настоящей главе.

4.4. При проектировании индивидуальной радиационной защиты ускорителя из тяжелых материалов (свинец, вольфрам и др.) рекомен­дуется предусмотреть размещение перед ними экранов из легких материалов (алюминий и т.п.) или облицовку такими материалами поверхности конструкций внутри рабочей камеры для снижений выхода тормозного излучения.

4.5. При проектировании индивидуальной радиационной защиты ускорителя, состоящей из отдельных съемных защитных блоков, необходимо предусматривать специальные блокировки, исключающие возможность включения ускорителя в случае неправильной установки таких блоков.

4.6. Все проемы, коммуникационные и технологические каналы в радиационной защите должны быть спроектированы и изготовлены таким образом, чтобы обеспечивалась радиационная безопасность для соответствующих помещений ускорителя.

4.7. Конструкция входа в рабочую камеру (процедурную) должна обеспечивать защиту примыкающих к нему помещений (лабиринт с дверью, защитная дверь и т.д.). Вход должен располагаться в местах с наименьшими уровнями излучения в рабочей камере (процедурной).

4.8. В тех случаях, когда в рабочей камере имеется вторая дверь (например, в дефектоскопической лаборатории для подачи изделий на просвечивание), необходимо также предусматривать ее защиту и блокировку.

4.9. Конструкция ускорителя должна обеспечивать защиту людей от высоко­частотных и сверхвысокочастотных электромагнитных полей, а также от постоянных электрических и магнитных полей.

4.10. В конструкции блоков с источниками неиспользуемого рентгено­вского излучения должны быть предусмотрены радиационная защита и иные приспособления для защиты персонала (вывод ручек регулировки и клемм для подключения проверочных приборов на лицевую панель блоков, локальная защита источников излучения и др.), обеспечивающие МАД неиспользуемого рентгеновского излучения в 10 см от любой доступной точки их поверхности не более 1,0 мкЗв/ч.

4.11. Радиационная защита пациента в радиационной терапии обеспечивается путем достижения максимальной пользы от радиологических процедур и всесторонней минимизации радиационного ущерба, при безусловном превосходстве пользы над вредом. Здоровые органы и ткани должны, по возможности, экранироваться.

4.12. Поле облучения РМУ УЭЛ должно быть локализовано в зоне планируемого облучения тела пациента. Мощность дозы излучения за пределами этой зоны должна удерживаться на разумно достижимом низком уровне.

**V. Требования к вентиляции**

5.1. Администрация учреждения организует, при необходимости, производственный контроль за содержанием токсических и агрессивных веществ в воздушной среде производственных и других помещений ускорителя, которые образуются при его работе (необходимость, объем и порядок контроля должны быть определены при разработке проекта ускорителя), а также за исправностью и эффективностью работы вентиляции.

5.2. Рабочая камера ускорителя (процедурная) должна быть оборудована приточно-вытяжной вентиляцией с механическим побуждением, предназначенной для удаления продуктов радиолиза воздуха и других токсических веществ, образующихся при осуществлении радиационных процессов (приложение 2 к настоящей главе). Система вентиляции должна исключать возможность поступления удаляемого из рабочей камеры ускорителя воздуха в смежные помещения.

5.3. Вытяжные вентиляторы, обслуживающие рабочие камеры ускорителей II группы, должны быть дублированы резервными венти­ляторами, имеющими производительность не менее 1/3 от основных и оборудованными устройствами для автоматического их включения при выходе из строя или непредвиденной остановке основных вентиляторов. Время работы резервной вентиляции - до окончания технологического цикла (процесса), но не более половины рабочего дня. За этот срок должны быть приняты все меры к восстановлению нормальной работы основной вентиляции. Дальнейшая эксплуатация ускорителя должна начинаться только после полного восстановления и пуска основной вентиляции. Для медицинских ускорителей резервная вентиляция не требуется.

5.4. Для удаления продуктов радиолиза воздуха и других токсических веществ, образую­щихся при работе ускорителя, необходимо предусматривать местный отбор воздуха из зоны действия пучка, выведенного из вакуумной системы ускорителя, и от объектов облучения, способных выделять токсические вещества.

5.5. Системы вентиляции рабочих камер должны обеспечивать снижение концентрации токсических веществ до допустимых величин после окончания работы ускорителя или по истечении устанавливаемого запретного периода. Удаление загрязненного воздуха должно производиться только из рабочей камеры ускорителя - предпочтительно от мест возможного их образования. В рабочих камерах необходимо обеспечивать разрежение не менее 50 Па.

Продолжительность запретного периода определяется расчетом, методика проведения которого приведена в приложении 3 к настоящей главе.

5.6. Вентиляция процедурного помещения ускорителей медицинского назначения должна обеспечивать снижение концентрации токсических веществ в воздухе процедурной до допустимых величин в течение всего периода работы ускорителя в лечебном режиме. (Наличие запретного периода для РМУ УЭЛ не предусматривается). Необходимая кратность воздухообмена в процедурной при работе ускорителя устанавливается на этапе проектирования, но не менее 3 по притоку и 4 по вытяжке.

5.7. Необходимость очистки воздуха, удаляемого из рабочей камеры ускорителя, определяется на стадии проектирования.

5.8. Вентиляция пультовой и других помещений, технологически связанных с эксплуатацией ускорителя при его работе и во время запретного периода, должна обеспечивать кратность воздухообмена 4 по притоку и 3 по вытяжке.

**VI.Требования к системам блокировки и сигнализации**

6.1. Конструкция ускорителя должна обеспечивать возможность подключения к нему элементов систем блокировки и сигнализации.

6.2. Системы блокировки могут быть основаны на использовании:

а) датчиков дозиметрических приборов, установленных в рабочей камере;

б) датчиков дозиметрических приборов, установленных в лабирин­те;

в) датчиков, сигнализирующих о подаче воды или воздуха для охлаждения узлов ускорителя и т.п.;

г) концевых выключателей дверей и кнопок осмотра помещений;

д) датчиков подачи ускоряющего напряжения на ускоритель.

6.3. На входе в рабочую камеру ускорителя должно быть установлено не менее двух полностью автономных систем блокировки: система, связывающая оборудование на двери с ускорителем, и система, связывающая механизм открывания двери с мощностью дозы в рабочей камере. Системы блокировки должны отвечать следующим требованиям:

* включение ускорителя должно быть возможно только после выполнения процедуры осмотра рабочей камеры и лабиринтов с последовательным включением расположенных на стенах осматриваемых помещений блокировок перед закрытием двери в рабочую камеру;
* исключается возможность открывания двери в рабочую камеру в режиме облучения, до получения сигналов от ускорителя (о прекращении генерации пучка излучения) и от аппаратуры контроля мощности дозы (о снижении мощности дозы в рабочей камере до допустимых величин);
* исключается возможность включения режима облучения при открытой двери рабочей камеры или процедурной РМУ УЭЛ;
* выключается режим облучения на ускорителе и блокируется возможность его включения при отказе любой из систем блокировок;
* отключается режим облучения на ускорителе при открывании двери в рабочую камеру или в процедурную РМУ УЭЛ;
* отключается режим облучения на ускорителе при возникновении опасности нанесения пациенту травм подвижными частями РМУ УЭЛ, и останавливаются все движения РМУ УЭЛ;
* повторное включение режима облучения должно быть возможно только после устранения причин его отключения и активации пусковой кнопки на пульте управления;
* входная дверь в процедурную РМУ УЭЛ должна быть снабжена двумя полностью независимыми переключателями, срабатывающими при закрывании двери и приводящими в действие блокирующие устройства;
* организация систем блокировки не должна препятствовать открытию входной двери в процедурную РМУ УЭЛ в любой момент для эвакуации пациента или оказания ему помощи в случае необходимости;
* надежное гарантирование от сбоев и отказов в работе.

При большой концентрации озона в рабочей камере во время работы ускорителя устанавливается дополнительная блокировка открывания двери в рабочую камеру на время запретного периода.

6.4. Ключ от замка входной двери в рабочую камеру ускорителя должен находиться в специальном гнезде на пульте управления. При извлечении ключа из гнезда ускоритель должен автоматически выключаться. При вынутом ключе включение ускорителя должно быть исключено. Требования данного пункта не распространяются на РМУ УЭЛ.

6.5. Рабочая камера, оборудованная монтажными люками, должна иметь систему блокировки этих люков, к которой предъявляются те же требования, что и к системе блокировки входной двери в рабочую камеру.

6.6. Работа системы блокирующих устройств медицинского ускорителя или РМУ УЭЛ, дающая разрешение на включение излучения, должна включать необходимость срабатывания подтверждающего переключателя, приводимого в действие оператором изнутри процедурной после того, как он убедится, что в помещении нет никого, кроме пациента. В электрической схеме вышеупомянутого переключателя должно быть предусмотрено реле задержки срабатывания для того, чтобы облучение пациента было невозможно в случае, если система блокирующих устройств не сработает в течение времени, установленного для выхода всех лиц из процедурной.

6.7. Система безопасности должна исключать угрозу контакта подвижных частей РМУ УЭЛ в процессе облучения с телом пациента, а также с процедурным столом и смонтированным на нем оборудованием. В этом случае облучение должно прерываться. Автоматическое возобновление облучения после устранения причин прерывания должно быть исключено. Возобновление облучения пациента после прерывания должно быть возможно только после повторного нажатия подтверждающего переключателя на пульте в процедурной.

6.8. РМУ УЭЛ должен быть снабжен блокировками или другими средствами безопасности, предотвращающими возможность клинического использования в условиях, отличных от условий, выбранных на пульте управления.

6.9. В случае, если конструкцией РУ УЭЛ предусмотрена установка съемного поглотителя пучка излучения для уменьшения толщины стационарной защиты, вывод пучка излучения со снятым поглотителем пучка должен быть невозможен.

6.10. В легкодоступных местах рабочей камеры (процедурной) должны быть установлены красные кнопки аварийного выключения ускорителя и блокировки двери так, чтобы доступ к ним персонала был обеспечен без необходимости пересечения первичного пучка излучения. Кроме того, красная кнопка аварийного выключения ускорителя и блокировки дверей в рабочую камеру должна быть установлена на пульте управления.

6.11. Все двери (люки) рабочей камеры ускорителя и РУ УЭЛ должны беспрепятственно открываться изнутри.

Дверь с электроприводом должна иметь блокирующие устройства, прекращающие движение двери при столкновении с каким-либо предметом или человеком. Необходимо предусмотреть наличие аварийных выключателей перемещения двери. Система блокирующих устройств для двери с электроприводом должна быть незави­симой от ее цепей управления.

6.12. В рабочей камере должна быть установлена звуковая и световая сигнализация, предупреждающая о необходимости немедленно поки­нуть рабочую камеру и лабиринт перед включением ускорителя.

6.13. Рабочая камера и пультовая должны быть оборудованы двусторонней переговорной связью.

6.14. На пульте управления ускорителя должны быть указаны параметры режима его эксплуатации. В пультовой устанавливается сигнализация, информирующая об уровнях ионизирующих излучений в рабочей камере и на рабочих местах персонала (если возможно повышенное облучение персонала в результате аварии), неполадках в работе систем вентиляции, состоянии блокирующих устройств, а также обеспечивается внешняя и внутренняя телефонная связь.

На пульте управления медицинским ускорителем или РМУ УЭЛ дополнительно должна отображаться информация о виде и энергии излучения, мощности дозы в рабочем пучке излучения, текущих установках параметров излучения, размерах поля излучения, используемых модификаторах пучка излучения, расстоянии до пациента, ориентации пучка излучения, времени облучения пациента и заданной дозе.

6.15. На РУ УЭЛ, оборудованной конвейером (или другим устройством для подачи объектов на облучение), должна быть исключена возможность попадания людей в рабочую камеру через проем конвейера (другого устройства) во время работы ускорителя. Мероприятия по предотвращению таких инцидентов разрабатываются на стадии проектирования.

6.16. Перед началом работы необходимо проверять исправность систем блокировки и сигнализации ускорителя.

6.17. Информация о неисправностях систем блокировки и сигна­лизации ускорителя должна фиксироваться в журнале оператора.

6.18. Блоки с источниками неиспользуемого рентгеновского излу­чения должны быть оборудованы блокировками, отключающими высокое напряжение при открывании дверцы.

6.19. Проведение взрыво- и пожароопасных радиационных процессов допускается на ускорителе, оборудованном устройством, автомати­чески выключающим его при возникновении пожара и (или) взрыва.

**VII. Требования к эксплуатации ускорителей электронов**

7.1. Организации, использующие ускорители, должны иметь следующую документацию:

* санитарно-эпидемиологическое заключение на ускоритель как на продукцию, представляющую потенциальную опасность для человека;
* лицензия на деятельность в области обращения с генерирующими источниками ионизирующего излучения, связанную с эксплуатацией ускорителя электронов;
* санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии условий работы с ускорителем санитарным правилам;
* санитарно-эпидемиологическое заключение на проект размещения ускорителя;
* инструкцию по радиационной безопасности при работе с ускорителем;
* санитарные правила, регламентирующие требования радиационной безопасности при работе с ускорителем;
* эксплуатационную документацию производителя на ускоритель;
* программа проведения производственного радиационного контроля;
* протоколы дозиметрических измерений;
* приказ об отнесении работающих с ускорителем к персоналу группы А;
* приказ о назначении лиц, ответственных за радиационную безопасность и за производственный радиационный контроль или положение о службе радиационной безопасности;
* план мероприятий по защите работников (персонала) и населения от радиационной аварии и её последствий;
* документ о специальном обучении персонала по радиационной безопасности;
* заключение медицинской комиссии о прохождении персоналом группы А предварительных и периодических медицинских осмотров;
* журнал регистрации инструктажа по радиационной безопасности и действиям в аварийных ситуациях;
* карточки учета индивидуальных доз облучения персонала.

7.2. Организации, использующие медицинский ускоритель (РМУ УЭЛ), дополнительно должно иметь следующую документацию:

* лицензию на медицинскую деятельность,
* регистрационное удостоверение на ускоритель, как на изделие медицинской техники.

7.3. Во время работы ускорителя на пульте управления и над входом в рабочую камеру (процедурную) должны гореть предупреждающие световые сигналы.

7.4. С целью защиты пациента устройства для контроля дозы РМУ УЭЛ должны быть откалиброваны по поглощенной дозе, либо по мощности поглощенной дозы в соответствии с принятой в учреждении методикой. Калибровка устройств контроля дозы РМУ УЭЛ должна производиться во время ввода в эксплуатацию, после проведения любых работ, которые могут повлиять на параметры излучения, а также периодически в соответствии с принятой программой.

7.5. Эксплуатация РМУ УЭЛ допускается при наличии клинического дозиметра с набором детекторов для видов и энергий используемых излучений.

**VIII. Требования к пуско-наладочным и ремонтным работам**

8.1. Пуско-наладочные работы на ускорителе проводятся до его приемки комиссией и регламентируются инструкцией по проведению пуско-наладочных работ. Особое внимание должно быть уделено надежной работе систем радиационного контроля, блокировки, сигнализации и вентиляции помещений ускорителя.

8.2. Вывод ускорителя на номинальный режим работы осуществ­ляется поэтапно (не менее 3 этапов), начиная с минимальных значений параметров поля излучения ускорителя (ток пучка ускоренных электронов, плотность потока энергии, мощность дозы генерируемого излучения) с последовательным увеличением их значений до верхней границы диапазона для каждого вида излучения и при каждом значении энергии излучения. На каждом этапе работы ускорителя измеряются уровни излучения на наружных поверхностях радиационной защиты, уточняются размеры радиаци­онно-опасной зоны. После получения проектных параметров ускорителя и выхода на стабильный рабочий режим, снимается распределение полей излучения в помещениях ускори­теля и помещениях, смежных с ним.

При измерении уровней излучения особое внимание обращается на места прохождения технологических каналов в радиационной защите. Должны быть предусмотрены средства защиты на случай расфокусировки пучка электронов.

8.3. Для проведения каждой стадии ввода ускорителя в номиналь­ный режим работы необходимо разрешение службы радиационной безопасности (лица, ответственного за радиационную безопасность) организации, в которой размещен ускоритель.

8.4. Пуско-наладочные и ремонтные работы на ускорителях II группы должны проводиться под непосредственным контролем службы радиационной безопасности организации, в которой размещен ускоритель.

8.5. Пуско-наладочные и ремонтные работы на ускорителе должен осуществлять персонал изготовителя или персонал специализированной организации, имеющей лицензию на осуществление деятельности, связанной с источниками ионизирующего излучения (генерирующими). Допускается проведение указанных работ специально обученным персоналом организации, при наличии вышеупомянутой лицензии и подробной инструкции по технологии про­ведения работ и обеспечению радиационной безопасности при их проведении. Персонал, участвующий в пуско-наладочных или ремонтных работах, должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты и индивидуальными дозиметрами.

**IХ. Радиационный контроль**

9.1. Радиационный контроль на ускорителе или РУ УЭЛ, а также производственный контроль за соблюдением всеми работающими норм и правил радиационной безопасности осуществляется службой радиационной безопасности организации.

В том случае, когда в организации не проводится никаких других работ с источниками ионизирующих излучений, служба радиационной безопасности должна быть организована непосредственно на ускорите­ле или РУ УЭЛ. Численный состав службы (в зависимости от объема и характера проводимых работ), ее права и обязанности определяются администрацией организации.

9.2. Система радиационного контроля в учреждении, эксплуатирующем ускоритель, должна разрабатываться на стадии проектирования и должна включать вопросы организации и проведения контроля за радиационной обстановкой и дозами облучения персонала. В проекте ускорителя должно быть также предусмотрено место (помещение) для службы радиационной безопасности и ее оснащение современной аппаратурой для проведения соответствующих измерений.

9.3. Порядок проведения радиационного контроля, а также регистрации и учета его результатов определяются на стадии проектирования ускорителя и уточняются в зависимости от конкретной радиационной обстановки в организации и на прилегающей территории.

9.4. Система радиационного контроля при эксплуатации ускорителя должна включать:

- Стационарный дозиметрический контроль за уровнями ионизирую­щих излучений.

- Индивидуальный дозиметрический контроль персонала.

- Периодический контроль за уровнями ионизирующего излучения в радиационно-опасной зоне, на наружной поверхности защиты, на рабочих местах персонала, в смежных помещениях с помощью носимых дозиметрических приборов[[22]](#footnote-22). (Периодичность контроля радиационной защиты стационарных ускорителей - два раза в год, передвижных ускорителей и ускорителей с индивидуальной защитой - один раз в месяц). Такой контроль должен проводиться также во всех случаях увеличения мощности ускорителя, при изменениях режима его эксплуатации и конструкции радиационной защиты. Результаты радиационного контроля должны регистрироваться в специальном журнале.

- Контроль исправности систем блокировки и сигнализации.

9.5. На ускорителях II группы и на ускорителях I группы, где используют мишени из бериллия или трития, следует дополнительно осуществлять (не реже двух раз в год, а также при изменении характера работ) контроль за плотностью потока (мощностью дозы) нейтронов, уровнями радиоак­тивного загрязнения окружающей среды и объектов облучения, одежды и кожных покровов персонала, обусловленного наведенной активно­стью (периодичность контроля устанавливается инструкцией по радиационной безопасности), а также контроль за сбором, времен­ным хранением и удалением радиоактивных отходов.

9.6. Индивидуальный дозиметрический контроль обязателен для всего персонала группы А. Для импульсных ускорителей следует использовать индивидуальные дозиметры, пригодные для регистрации импульсного излучения.

9.7. Результаты радиационного контроля должны регистрироваться в специальных журналах. На всех лиц, работающих на ускорителе, заводятся карточки учета индивидуальных доз, в которых регистрируются квартальные и годовые эффективные дозы внешнего облу­чения персонала, а также суммарные дозы облучения за весь период работы. Карточки учета индивидуальных доз должны храниться в учреждении в течение 50 лет. В случае перехода работающего в другое учреждение, где проводятся работы с источниками ионизирующих излучений, копия карточки учета индивидуальных доз должна пересылаться на новое место работы. Оригинал должен храниться на прежнем месте работы. На ускорителях II группы дополнительно необходимо проводить контроль доз облучения персонала при выполнении им ремонтно-профилактических и аварийных работ. Учет индивидуальных доз персонала осуществляется в рамках «Единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз» (ЕСКИД).

9.8. Ежегодно организация, эксплуатирующая ускоритель или РУ УЭЛ, заполняет и представляет в установленном порядке радиационно-гигиенический паспорт организации.

9.9. В учреждении, использующем РМУ УЭЛ, должна быть разработана программа по контролю физических параметров и функциональных характеристик ускорителя. Данная программа должна детально описывать процедуры контроля, регламентировать периодичность их проведения и перечень используемого оборудования.

**Х. Предупреждение аварий и ликвидация их последствий**

10.1. Для предупреждения радиационных и других аварий (пожаров) и ликвидации их последствий должны быть разработан план мероприятий по защите работников (персонала) и населения от радиационной аварии и её последствий, в которых следует отразить следующие основные положения:

а) прогноз возможных радиационных и нерадиационных аварий;

б) порядок информации вышестоящей организации и других организаций о возникновении аварии;

в) мероприятия по ликвидации аварии;

г) действия персонала при аварии;

д) систему лечебно-профилактических мероприятий в случаях внешнего или внутреннего облучения при радиационной аварии или поражении электрическим током;

е) мероприятия по защите персонала и пациентов при ликвидации последствий аварии.

10.2. Проведение мероприятий по ликвидации последствий аварии организует администрация учреждения, где произошла авария. Для персонала и лиц из населения, подвергшихся аварийному облучению, определяются дозы аварийного облучения.

10.3. На ускорителе II группы в случае радиоактивного загрязнения поверхностей или воздушной среды персонал, проводящий наладочные, ремонтно-профилактические работы, а также работы по ликвидации послед­ствий радиационной аварии, должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты кожных покровов и органов дыхания. Требова­ние о применении указанных средств должно быть предусмотрено в планах мероприятий по защите работников (персонала) и населения от радиационной аварии и её последствий.

10.4. При обнаруже­нии дефектов в радиационной защите ускоритель должен быть немедленно выключен. О характере обнаруженных дефектов, изменении радиационной обстановки и дозах облучения персонала информируется организация (структурное подразделение) федерального органа исполнительной власти, уполномоченная осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор в эксплуатирующей организации.

10.5. Возобновление эксплуатации ускорителя после ликвидации всех последствий аварии допускается только после получения санитарно-эпидемиологического заключения.

Приложение 1

**Расчет радиационной защиты ускорителя**

Расчет радиационной защиты ускорителя электронов включает три этапа:

- расчет мощностей доз в расчетных точках без радиационной защиты,

- определение необходимых кратностей ослабления полученных мощностей доз, с учетом категории помещений,

- выбор материалов и расчет толщин радиационной защиты, обеспечивающих необходимые кратности ослабления.

Набор необходимых исходных данных и формулы, используемые для расчета мощностей доз в заданных точках без радиационной защиты, различаются для различных видов ускорителей. При проведении расчетов радиационной защиты различают три вида ускорителей электронов:

- ускорители технологического и научного назначения, работающие в режиме непрерывного излучения (промышленные ускорители);

- ускорители, работающие в импульсном режиме (импульсные ускорители);

- ускорители для установок медицинского назначения (медицинские ускорители).

Для проведения расчета мощностей доз без радиационной защиты используются следующие исходные данные:

1) Для промышленных ускорителей:

- максимальная энергия ускоренных электронов Е0, МэВ;

- максимальный ток пучка электронов *J*, мА,

- материал защиты;

- материал мишени;

- форма и размеры пучка излучения, взаимодействующего с облучаемым объектом;

- доля пучка электронов, теряемая на разных узлах ускорителя, атомный номер материалов ускорителя;

- режим работы ускорителя (продолжительность облучения за смену, число рабочих смен в сутки, в год, средняя продолжительность облучения за год).

2) Для импульсных ускорителей:

- максимальная энергия ускоренных электронов Е0, МэВ;

- длительность импульса и частота следования импульсов;

- максимальный средний ток электронов (заряд ускоренных электронов в секунду);

- материал защиты;

- материал мишени;

- форма и размеры пучка излучения, взаимодействующего с облучаемым объектом;

- доля пучка электронов, теряемая на разных узлах ускорителя, атомный номер материалов ускорителя;

- режим работы ускорителя (суммарный заряд ускоренных электронов за рабочую смену, за сутки, за год).

3) Для медицинских ускорителей:

- максимальная энергия электронов для режима облучения электронами и режима облучения тормозным излучением, Е0, МэВ;

- мощность дозы тормозного излучения в изоцентре;

- мощность дозы тормозного излучения вне изоцентра;

- отношение мощности дозы нейтронов к мощности дозы тормозного излучения в изоцентре;

- размеры пучка излучения и возможные его направления;

- расстояние до изоцентра;

- режим работы ускорителя (рабочая нагрузка за неделю, равная произведению средней дозы за время облучения одного пациента на число пациентов в неделю, число смен в сутки, чисто рабочих дней в неделю, в год).

Для установок различных типов могут использоваться и другие исходные данные, приведенные в их технической документации или полученные в результате измерений, например: мощность дозы тормозного излучения от мишени, от разных частей ускорителя, в разных направления, мощность дозы в смежных с ускорителем помещениях и т.п.

Необходимо учесть, что кроме мишени электроны при ускорении могут поглощаться в узлах ускорителя, создавая дополнительные источники тормозного излучения. Это тем более важно, что в промышленных облучательных установках ускоритель и рабочая камера с мишенью могут размещаться в разных помещениях.

Рассчитывается средняя за рабочую смену мощность эквивалентной дозы тормозного и нейтронного излучения (если оно есть).

Средняя мощность дозы тормозного излучения в расчетной точке определяется по формуле:

 мкЗв/ч, (1)

где: *Р*1(*θ*)- средняя мощность дозы на расстоянии 1 м от источника излучения в направлении на расчетную точку, мкЗв·м2/ч,

*θ* - угол между направлением пучка электронов и направлением на расчетную точку,

*R* - расстояние от источника до расчетной точки, м.

Источниками излучения являются все места взаимодействия электронов с веществом.

Мощность дозы тормозного излучения на расстоянии 1 м от источника излучения принимается по техническим данным ускорителя, либо рассчитывается по формулам:

1) Для промышленных ускорителей:

 мкЗв/ч, (2)

где: *Р*1,1(*θ*) - мощность дозы на расстоянии 1 м от источника излучения под углом θ к направлению пучка электронов при токе пучка 1 мА, мкЗв∙м2/(ч∙мА),

*J* – ток пучка электронов, мА,

*Тиз* – продолжительность облучения за смену, ч,

*Тсм* - продолжительность смены, ч,

*K* - кратность ослабления дозы излучения в конструкционной защите, входящей в состав ускорителя.

2) Для импульсных ускорителей:

 мкЗв/ч, (3)

где: *Q* - суммарный заряд ускоренных электронов за смену, Кл.

3) Для медицинских ускорителей:

 мкЗв/ч. (4)

где: *W*- рабочая нагрузка, равная произведению средней дозы за 1 процедуру на число процедур облучения в неделю, Зв в неделю,

*r* - расстояние от источника излучения до изоцентра, м,

b(θ) – коэффициент выхода излучения из облучаемого объекта в направлении θ,

*Tнед* − продолжительность работы всех смен персонала группы А в неделю, *ч*

*Р*1,1(*θ*) = 6,0 ∙105 · *Ртаб*(*θ*), мкЗв∙м2/(ч∙мА) (5)

где: *Ртаб*(*θ*) - значение из таблицы 2 для выбранных энергии электронов *Е0* и материала мишени, сГр∙м2/(мА·мин).

Средняя за рабочую смену мощность дозы нейтронов на расстоянии 1 м от мишени определяется по формулам:

1) Для промышленных ускорителей:

 мкЗв/ч,

где: *f* - коэффициент выхода фотонейтронов на 1 электрон (определяется по табл. 6, либо по формуле: *f* = 1,5∙10-4 ·*Е0*),

*α* - коэффициент перевода плотности потока нейтронов в мощность эквивалентной дозы (*α* = 1,7 мкЗв∙см2·с/ч),

*Кн* - кратность ослабления мощности дозы нейтронов в конструктивной защите ускорителя.

Подставляя вышеприведенные выражения для *f* и *α*, окончательно получаем выражение:

 мкЗв/ч, (6)

2) Для импульсных ускорителей:

 мкЗв/ч, (7)

3) Для медицинских ускорителей:

 мкЗв/ч, (8)

где: *с* – отношение мощности эквивалентной дозы нейтронов в изоцентре к мощности дозы тормозного излучения.

Необходимая кратность ослабления излучения в защите определяется по формуле:

 (9)

где: *Рпр*- проектная мощность дозы, мкЗв/ч.

Значения проектной мощности дозы за радиационной защитой ускорителя рассчитываются исходя из пределов дозы (*ПД*) для соответствующих категорий облучаемых лиц и возможной продолжительности их пребывания в смежных помещениях или на прилегающих территориях с использованием соотношения:

 мкЗв/ч, (10)

где: 103 – коэффициент перехода от мЗв к мкЗв,

*ПД* – предел дозы, мЗв в год,

2 – коэффициент запаса,

*Т* – максимальная доля времени, проводимого людьми в данном помещении,

*n* – коэффициент сменности, учитывающий возможность двухсменной работы ускорителя,

1700– стандартизованная продолжительность работы персонала за год при односменной работе, часов в год.

В таблице 1 приведены рекомендуемые значения проектной мощности дозы для указанных условий.

Определив необходимую кратность ослабления мощности дозы излучения и эффективную энергию тормозного излучения (*Eэф*), выбирают материал защиты и, с помощью таблиц 3 - 5, находят необходимую толщину радиационной защиты для получения заданной кратности ослабления. Эффективную энергию тормозного излучения (*Еэф*) в зависимости от энергии электронов (*Е0*) определяют следующим образом:

 при *Е*0 ≤ 1,7 *МэВ*,

 при 1,7 *МэВ* < *Е*0 ≤ 10 *МэВ*, (11)

при 10 *МэВ* < *Е*0 ≤ 15 *МэВ*,

 при *Е*0 > 15 *МэВ.*

Таблица 1.

**Проектная мощность дозы (*Рпр*) за стационарной защитой ускорителя электронов для помещений и территории различного назначения**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Помещение, территория | *Т* | *n* | *ПД* | *Рg* |
| отн. ед. | отн. ед. | мЗв/год | мкЗв/ч |
| Помещения постоянного пребывания персонала группы А (все помещения, входящие в состав отделений, кабинетов лучевой терапии, комната управления (пультовая)). | 1 | 1 | 20 | 6,0 |
| Помещения временного пребывания персонала группы А | 0,5 | 1 | 20 | 12,0 |
| Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с рабочей камерой (процедурной) ускорителя в которых имеются постоянные рабочие места персонала группы Б. | 1 | 1,2 | 5 | 1,2 |
| Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с рабочей камерой (процедурной) ускорителя, без постоянных рабочих мест (холл, гардероб, лестничная площадка, коридор, уборная, кладовая и др.). | 0,25 | 1,2 | 5 | 5,0 |
| Помещения эпизодического пребывания персонала группы Б (технический этаж, подвал, чердак и т.п.). | 0,06 | 1,2 | 5 | 20 |
| Палаты стационара (не радиологические), смежные по вертикали и горизонтали с отделениями, кабинетами лучевой терапии, помещения эпизодического пребывания лиц, не отнесенных к персоналу, смежные по вертикали и горизонтали с рабочей камерой (процедурной) ускорителя. | 0,25 | 2 | 1 | 0,6 |
| Помещения, в которых имеются постоянные рабочие места лиц, не отнесенных к персоналу. | 1 | 1,2 | 1 | 0,25 |
| Территория, прилегающая к наружным стенам здания ускорителя. | 0,12 | 2 | 1 | 1,2 |

Таблица 2

**Мощность поглощенной дозы тормозного излучения в воздухе, сГр∙м2/(мА∙мин)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *θ*\*, град | *Е0*, МэВ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,2 | | | | 0,3 | | | | 0,5 | | | | 0,7 | | | | |
| Материал мишени | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Аl | Fe | Sn | Au | Аl | Fe | Sn | Au | Аl | Fe | Sn | Au | Аl | Fe | Sn | Au |
| 0 | 0,8 | 1,3 | 1,75 | 3,3 | 1,95 | 3,50 | 4,4 | 7 | 6,3 | 8,6 | 15 | 23 | 15,1 | 21,6 | 35 | 45,8 |
| 10 | 0,7 | 1,2 | 1,66 | 2,9 | 1,67 | 3,16 | 4,0 | 6,15 | 5,55 | 8,1 | 13,2 | 20 | 12,7 | 19,2 | 34,3 | 40,2 |
| 20 | 0,7 | 1,1 | 1,50 | 2,45 | 1,67 | 2,80 | 3,7 | 5,3 | 5,1 | 7,4 | 11,7 | 16,7 | 10,8 | 17,2 | 28,2 | 34,6 |
| 30 | 0,62 | 1,0 | 1,40 | 2,1 | 1,60 | 2,46 | 3,5 | 4,6 | 4,3 | 6,7 | 10,6 | 14,0 | 9,3 | 15,4 | 24,6 | 29 |
| 40 | 0,55 | 0,97 | 1,23 | 1,85 | 1,50 | 2,20 | 3,16 | 4,12 | 3,6 | 5,8 | 8,8 | 12,3 | 7,9 | 12,6 | 20,6 | 24,6 |
| 50 | 0,49 | 0,53 | 1,15 | 1,58 | 1,40 | 1,93 | 2,8 | 3,96 | 2,7 | 5,0 | 7,9 | 10,5 | 6,3 | 10,4 | 17,2 | 21 |
| 60 | 0,53 | 0,7 | 1,0 | 1,40 | 1,32 | 1,75 | 2,46 | 3,34 | 2,1 | 4,0 | 6,85 | 9,7 | 5,3 | 8,16 | 14 | 17,5 |
| 70 | 0,35 | 0,61 | 0,88 | 1,28 | 1,23 | 1,60 | 2,1 | 3,10 | 1,67 | 3,5 | 5,65 | 7,65 | 3,86 | 6,5 | 11,4 | 15,3 |
| 80 | 0,32 | 0,54 | 0,80 | 1,15 | 1,0 | 1,40 | 1,76 | 3,10 | 1,05 | 2,3 | 4,4 | 6,85 | 3,0 | 4,7 | 9,15 | 13 |
| 90 | 0,26 | 0,47 | 0,70 | 1,0 | 0,88 | 1,32 | 1,40 | 2,55 | 0,61 | 1,0 | 3,5 | 6,85 | 2,16 | 3,1 | 7 | 11,5 |
| 100 | 0,24 | 0,44 | 0,61 | 0,98 | 0,70 | 1,15 | 1,23 | 2,46 | 0,7 | 1,4 | 3,1 | 6,85 | - | - | 6,5 | 11,2 |
| 110 | 0,21 | 0,46 | 0,53 | 1,0 | 0,53 | 1,0 | 1,05 | 2,46 | 0,98 | 2,2 | 3,16 | 7,65 | - | - | 7,0 | 12,7 |
| 120 | 0,2 | 0,53 | 0,53 | 1,0 | 0,42 | 1,0 | 1,23 | 2,46 | 1,23 | 2,46 | 3,7 | 7,9 | - | - | 7,8 | 15 |
| 130 | 0,17 | 0,49 | 0,61 | 1,14 | 0,35 | 0,97 | 1,5 | 2,71 | 1,23 | 2,64 | 4,4 | 7,9 | - | - | 8,25 | 15,5 |
| 140 | 0,16 | 0,47 | 0,80 | 1,30 | 0,35 | 0,88 | 1,76 | 2,71 | 1,05 | 2,48 | 5,2 | 7,9 | - | - | 8,6 | 15,7 |
| 150 | 0,16 | 0,44 | 0,88 | 1,20 | 0,26 | 0,88 | 1,94 | 2,71 | 0,97 | 2,2 | 5,3 | 7,9 | - | - | 8,8 | 15,8 |
| 160 | 0,15 | 0,40 | 0,88 | 1,20 | 0,26 | 0,79 | 1,94 | 2,71 | - | - | 5,2 | 7,9 | - | - | 8,8 | 15,8 |
| 170 | 0,13 | 0,37 | 0,84 | 1,14 | 0,26 | 0,70 | 1,85 | 2,46 | - | - | 4,84 | 7,9 | - | - | 8,8 | 15,8 |
| 180 | 0,11 | 0,35 | 0,80 | 0,80 | 0,26 | 0,70 | 1,76 | 2,64 | - | - | 4,5 | 7,9 | - | - | 8.,8 | 15,8 |
| \*θ – угол между направлениями пучка электронов и направлением выхода тормозного излучения из мишени | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблица 2. (Продолжение)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *θ*\*, град | *Е0*, МэВ | | | | | | | | | |
| 1,0 | | | | 1,25 | | | 1,5 | | |
| Материал мишени | | | | | | | | | |
| Аl | Fe | Au | Sn | Al | Cu | Au | Al | Cu | Au |
| 0 | 39,6 | 58 | 81,6 | 79 | 49,3 | 72 | 133,5 | 84,5 | 128 | 216,3 |
| 10 | 36,0 | 51 | 75,5 | 65 | 43 | 70,3 | 128 | 74 | 121.4 | 210,5 |
| 20 | 28,2 | 42,2 | 65, | 54,5 | 30,6 | 52 | 103 | 47,5 | 92,5 | 186 |
| 30 | 19,4 | 31,8 | 55,4 | 44,8 | 24,6 | 36 | 97,5 | 92,6 | 67 | 154 |
| 40 | 14,1 | 29,8 | 49,2 | 37,5 | 20,6 | 32,5 | 82,4 | 26,4 | 51 | 134 |
| 50 | 12,3 | 23 | 45 | 30,8 | 16,4 | 29 | 72,4 | 22,8 | 45,7 | 124 |
| 60 | 9,7 | 19,4 | 33,5 | 27,2 | 14,4 | 20,6 | 61,5 | 20,2 | 38,8 | 114 |
| 70 | 8,1 | 15 | 29 | 22,8 | 12,3 | 19,6 | 59,8 | 16,7 | 36 | 103 |
| 80 | 4,76 | 11,4 | 22 | 19,7 | 10,3 | 18,5 | 57 | 13,2 | 30,8 | 92,5 |
| 90 | 2,0 | 4,5 | 17 | 16,7 | 6,15 | 17,5 | 56,4 | 7,91 | 28,2 | 82,9 |
| 100 | 2,65 | 6,5 | 32,5 | 15,4 | 5,6 | 16,4 | 54,5 | 7,22 | 24 | 85 |
| 110 | 3,18 | 8,3 | 37 | 14,0 | 5,1 | 16 | 52,7 | 6,7 | 23 | 79,4 |
| 120 | 3,1 | 9,7 | 39,5 | 15,0 | 4,56 | 15,4 | 51,8 | 6,15 | 18,5 | 77,5 |
| 130 | 3.1 | 9,7 | 39 | 15,4 | 4,14 | 14,9 | 51,1 | 5,64 | 17,6 | 76,7 |
| 140 | 3.1 | 9,7 | 39 | 16,7 | 3,6 | 14,4 | 49,2 | 5,1 | 16,7 | 75,7 |
| 150 | 3,1 | 7,8 | 37,8 | 17,6 | 3,0 | 14,0 | 58,5 | 4,65 | 15 | 74 |
| 160 | 3,0 | 7,0 | 37,8 | 17,6 | 2,5 | 13,9 | - | 4,1 | - | - |
| 170 | 3.0 | 7,0 | 37,8 | 17,7 | 2,5 | 13,8 | - | 3,1 | - | - |
| 180 | 2,9 | 6,15 | 37,8 | 17,6 | 2,5 | 13,8 | - | 2,55 | - | - |

Таблица 2. (Продолжение)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *θ*\*, град | *Е0*, МэВ | | | | | | | | | | |
| 1,75 | | | 2 | | | 2,8 | | | 4 | 8 |
| Материал мишени | | | | | | | | | | |
| Аl | Cu | Au | Al | Fe | Au | Al | Fe | Au | Sn | Sn |
| 0 | 129 | 206 | 340 | 256 | 358 | 457 | 817 | 964 | 1070 | 2750 | 16100 |
| 10 | 103 | 164 | 266 | 194 | 274 | 408 | 520 | 670 | 856 | 1895 | 4720 |
| 20 | 68 | 126 | 237 | 125 | 203 | 312 | 285 | 437 | 625 | 1119 | 3330 |
| 30 | 53 | 103 | 203 | 85,5 | 138 | 245 | 170 | 306 | 484 | 875 | 2740 |
| 40 | 47,5 | 67 | 189 | 67 | 105 | 189 | 138 | 238 | 382 | 735 | 2180 |
| 50 | 41,5 | 56 | 165 | 59 | 85 | 157 | 85 | 171 | 300 | 620 | 1580 |
| 60 | 32,6 | 51 | 155 | 33 | 67 | 119 | 68 | 121 | 252 | 525 | 1190 |
| 70 | 25,6 | 41,4 | 144 | 19,4 | 53 | 86 | 51 | 86 | 202 | 429 | 880 |
| 80 | 19,4 | 34,4 | 134 | 16,7 | 32 | 60 | 34 | 51 | 118 | 314 | 590 |
| 90 | 16,9 | 28,2 | 128,4 | 11,4 | 29 | 49 | 26 | 31 | 110 | 273 | 440 |
| 100 | 13,5 | 25,5 | 119 | 13,2 | 31 | 119 | 31 | 33 | 134 | 392 | 660 |
| 110 | 11,4 | 22,8 | 108 | 13,2 | 25 | 103 | 35 | 53 | 168 | 318 | 540 |
| 120 | 10,6 | 20,3 | 103 | 12,5 | 25,5 | 113 | 35 | 70,5 |  |  |  |
| 130 | 9,7 | 18,5 | 98 | 8,3 | 25 | 108 | 17,6 | 70,5 | 202 | 234 | 415 |
| 140 | 8,3 | 17,7 | 93 | 7,3 | 23 | 103 | 17,6 | 53 | 202 | 205 | 375 |
| 150 | 7,2 | 16,7 | 28 | 7,2 | 18,5 | - | 17,6 | 53 | 185 | 182 | 345 |
| 160 | 6,15 |  |  |  |  |  |  |  |  | 169 | 325 |
| 170 | 5,7 |  |  |  |  |  |  |  |  | 145 | 307 |
| 180 | 5,2 |  |  |  |  |  |  |  |  | 133 | 295 |

Таблица 2. (Продолжение)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *θ*\*, град | *Е0*, МэВ | | | |
| 10 | 30 | 60 | 100 |
| Материал мишени | | | |
| W | W | W | W |
| 0 | 4,77∙104 | 1∙106 | 6,82∙106 | 1,19∙107 |
| 10 | 1,68∙104 | 1,86∙105 | 5,05∙105 | 8,75∙105 |
| 20 | 8,12∙103 | 8,05∙104 | 1,8∙105 | 2,35∙105 |
| 30 | 5,26∙103 | 3,9∙104 | 6,27∙104 | 8.74∙104 |
| 40 | 3,34∙103 | 2,18∙104 | 2,92∙104 | 5,95∙104 |
| 50 | 2,2∙103 | 1.38∙104 | 1,64∙104 | 4,2∙104 |
| 60 | 1,28∙103 | 9,4∙103 | 8,7∙103 | 3,5∙104 |
| 70 |  | 5,57∙103 | 5,87∙103 | 3,14∙104 |
| 80 |  | 2,34∙103 | 2,34∙103 | 2,96∙104 |
| 90 |  | 1,0∙103 | 1,45∙103 | 2,76∙104 |
| 100 |  | 1,49∙103 | 9,0∙102 | 2,58∙104 |
| 110 |  | 1,75∙103 | 1,22∙103 | 2,16∙104 |
| 120 |  | 1,75∙103 | 1,19∙103 | 1,85∙104 |
| 130 |  | 1,75∙103 | 1,15∙103 | 1,5∙104 |
| 140 |  | 1,62∙103 | 1,13∙103 | 1,39∙104 |
| 150 |  | 1,45∙103 | 1,11∙103 | 1,22∙104 |
| 160 |  |  |  | 1,18∙104 |
| 170 |  |  |  | 1,0∙104 |
| 180 |  |  |  | 9,7∙104 |

Расчет ослабления нейтронов в защите может проводиться методом длин релаксации. Для бетона длина релаксации нейтронов (*λ*) равна 16 см. Кратность ослабление мощности эквивалентной дозы фотонейтронов в защите из бетона можно оценить с использованием соотношения:

**, (12)

где: *Кн* – кратность ослабления мощности дозы фотонейтронов,

*d* – толщина радиационной защиты из бетона, см,

*λ* – длина релаксации фотонейтронов в бетоне, см.

Толщину радиационной защиты выбирают так, чтобы полученная кратность ослабления мощности эквивалентной дозы была не меньше величины, рассчитанной с использованием выражения (9).

Таблица 3.

**Толщина защиты из бетона (см) для различных кратностей ослабления *К***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *K* | *Еэф*, МэВ | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 |
| 10 | 7,2 | 13,5 | 19,0 | 22,5 | 25,8 | 26,8 | 27,6 | 28,4 | 29,1 | 29,9 | 34,0 | 37,6 | 43,4 | 47,5 | 51,6 |
| 20 | 8,2 | 15,3 | 21,4 | 25,8 | 29,9 | 31,9 | 33,6 | 35,0 | 36,2 | 37,0 | 42,5 | 47,5 | 54,0 | 58,7 | 64,6 |
| 50 | 9,9 | 18,8 | 25,1 | 30,8 | 35,0 | 37,6 | 39,4 | 41,2 | 42,8 | 44,6 | 51,0 | 58,1 | 66,9 | 72,8 | 81,6 |
| 100 | 11,2 | 21,1 | 28,9 | 35,2 | 39,9 | 43,0 | 45,3 | 47,2 | 48,8 | 50,5 | 58,3 | 65,7 | 77,5 | 84,5 | 95,1 |
| 5∙102 | 13,8 | 26,0 | 36,0 | 43,9 | 50,5 | 54,5 | 57,3 | 59,8 | 62,5 | 64,6 | 74,8 | 84,5 | 101 | 110 | 124 |
| 103 | 15,5 | 28,2 | 39,2 | 48,1 | 55,2 | 59,2 | 52,5 | 65,3 | 67,3 | 70,4 | 81,7 | 87,6 | 110 | 121 | 138 |
| 5∙103 | 18,8 | 33,1 | 45,6 | 56,4 | 65,2 | 70,0 | 74,0 | 77,0 | 80,2 | 82,8 | 97 | 111 | 133 | 147 | 167 |
| 104 | 20,1 | 35,2 | 48,5 | 60,3 | 69,3 | 74,5 | 79,1 | 82,9 | 86,2 | 89,2 | 104 | 119 | 143 | 157 | 179 |
| 5∙104 | 23,3 | 42,3 | 56,4 | 68,6 | 79,0 | 84,7 | 88,7 | 93,4 | 97,9 | 102 | 120 | 136 | 165 | 181 | 207 |
| 105 | 30,5 | 50,5 | 64,6 | 75,1 | 82,8 | 89,0 | 93,5 | 98,1 | 102 | 107 | 127 | 144 | 174 | 191 | 218 |
| 5∙105 | 44,8 | 61,5 | 73,7 | 83,7 | 92,5 | 99,3 | 104 | 110 | 115 | 122 | 142 | 162 | 196 | 215 | 247 |
| 106 | 49,3 | 66,4 | 79,8 | 89,8 | 97,0 | 104 | 114 | 114 | 120 | 124 | 150 | 171 | 205 | 225 | 261 |
| 5∙105 | 59,4 | 79.7 | 91,6 | 101 | 107 | 114 | 120 | 126 | 132 | 137 | 166 | 189 | 227 | 250 | 288 |
| 107 | 64,0 | 84,9 | 95,7 | 106 | 111 | 119 | 125 | 130 | 136 | 142 | 173 | 197 | 236 | 259 | 299 |

Таблица 4.

**Толщина защиты из железа (см) для различных кратностей ослабления *К***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *K* | *Еэф*, МэВ | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| 10 | 2,1 | 3,4 | 4,5 | 5,4 | 6,2 | 6,8 | 7,3 | 7,8 | 8,2 | 8,5 | 10,0 | 11,0 | 12,2 | 12,5 | 12,7 |
| 20 | 2,6 | 4,3 | 5,5 | 6,6 | 7,5 | 8,3 | 8,9 | 9,5 | 10,0 | 10,5 | 12,2 | 13,7 | 15,3 | 16,0 | 16,4 |
| 50 | 3,1 | 5,1 | 6,9 | 8,2 | 9,3 | 10,2 | 11,2 | 12,0 | 12,7 | 13,4 | 15,5 | 17,1 | 19,3 | 20,2 | 21,2 |
| 100 | 3,8 | 5,9 | 7,5 | 9,0 | 10,2 | 11,2 | 12,2 | 13,1 | 14,0 | 14,7 | 17,6 | 19,7 | 22,3 | 23,4 | 24,6 |
| 5∙102 | 4,6 | 7,4 | 9,6 | 11,6 | 13,4 | 14,7 | 15,8 | 16,9 | 17,7 | 18,6 | 22,5 | 25,4 | 29,1 | 30,7 | 32,3 |
| 103 | 5,0 | 8,0 | 10,5 | 12,7 | 14,7 | 16,2 | 17,5 | 18,6 | 19,5 | 20,4 | 24,6 | 28,0 | 31,9 | 33,7 | 35,6 |
| 5∙103 | 6,7 | 10,2 | 13,0 | 15,5 | 17,6 | 19,2 | 20,7 | 22,1 | 23,3 | 24,4 | 29,4 | 33,4 | 38,2 | 40,3 | 43,2 |
| 104 | 7,4 | 11,1 | 14,0 | 16,6 | 18,8 | 20,7 | 22,2 | 23,6 | 24,9 | 26,2 | 31,4 | 35,8 | 41,0 | 43,2 | 46,5 |
| 5∙104 | 8,3 | 12,6 | 16,0 | 19,0 | 21,6 | 23,5 | 25,5 | 27,5 | 28,5 | 30,0 | 36,3 | 41,2 | 47,2 | 49,9 | 53,9 |
| 105 | 8,5 | 13,1 | 16,9 | 20,0 | 22,7 | 25,0 | 26,9 | 28,6 | 30,3 | 31,8 | 38,2 | 43,5 | 50,0 | 53,0 | 57,8 |
| 5∙105 | 9,3 | 14,3 | 18,5 | 22,1 | 25,5 | 27,9 | 30,1 | 32,0 | 33,8 | 35,5 | 42,6 | 48,8 | 56,1 | 60,0 | 64,4 |
| 106 | 9,9 | 15,4 | 19,9 | 23,6 | 26,7 | 29,2 | 31,5 | 33,5 | 35,4 | 37,1 | 44,6 | 51,0 | 58,8 | 63,0 | 67,5 |
| 5∙105 | 10,9 | 16,8 | 21,8 | 25,9 | 29,4 | 32,4 | 34,8 | 37,0 | 39,0 | 40,8 | 49,1 | 56,3 | 65,1 | 70,0 | 76,2 |
| 107 | 11,6 | 17,7 | 22,8 | 27,0 | 30,5 | 33,5 | 36,1 | 38,4 | 40,5 | 42,4 | 51,1 | 58,6 | 67,8 | 72,8 | 78,0 |

Таблица 5

**Толщина защиты из свинца (см) для различных кратностей ослабления *К***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *K* | Еэф, МэВ | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 |
| 10 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 1,3 | 1,6 | 2,1 | 2,6 | 3,1 | 3,5 | 3,8 | 5,1 | 5,9 | 6,5 | 6,4 | 5,5 |
| 20 | 0,3 | 0,6 | 1,1 | 1,5 | 2,0 | 2,6 | 3,3 | 3,9 | 4,4 | 4,9 | 6,6 | 7,6 | 8,3 | 8,2 | 7,1 |
| 50 | 0,4 | 0,9 | 1,4 | 1,95 | 2,6 | 3,3 | 4,0 | 4,6 | 5,3 | 6,0 | 8,2 | 9,6 | 10,6 | 10,5 | 9,2 |
| 100 | 0,5 | 1,0 | 1,6 | 2,3 | 3,0 | 3,9 | 4,7 | 5,5 | 6,3 | 7,0 | 9,7 | 11,3 | 12,2 | 12,1 | 10,9 |
| 5∙102 | 0,7 | 1,4 | 2,2 | 3,1 | 4,0 | 5,1 | 6,1 | 7,2 | 8,2 | 9,2 | 12,9 | 15,0 | 16,3 | 16,1 | 14,9 |
| 103 | 0,7 | 1,5 | 2,4 | 3,3 | 4,4 | 5,7 | 7,0 | 8,1 | 9,2 | 10,2 | 14,1 | 16,5 | 18,0 | 17,8 | 16,5 |
| 5∙103 | 0,9 | 1,9 | 3,0 | 4,2 | 5,5 | 7,0 | 8,5 | 9,9 | 11,2 | 12,4 | 17,0 | 19,8 | 21,9 | 21,7 | 20,3 |
| 104 | 1,1 | 2,1 | 3,3 | 4,6 | 5,9 | 7,5 | 9,1 | 10,6 | 12,0 | 13,3 | 18,3 | 21,3 | 23,5 | 23,4 | 22,0 |
| 5∙104 | 1,2 | 2,4 | 3,7 | 5,2 | 6,9 | 8,7 | 10,5 | 12,3 | 14,0 | 15,6 | 21,4 | 24,7 | 27,3 | 27,2 | 25,8 |
| 105 | 1,2 | 2,4 | 3,8 | 5,4 | 7,2 | 9,2 | 11,1 | 13,0 | 14,8 | 16,5 | 22,7 | 26,2 | 28,9 | 28,9 | 27,5 |
| 5∙105 | 1,4 | 2,8 | 4,4 | 6,1 | 8,2 | 10,2 | 12,3 | 14,4 | 16,5 | 18,5 | 25,5 | 29,5 | 32,7 | 32,7 | 31,4 |
| 106 | 1,5 | 3,0 | 4,7 | 6,5 | 8,7 | 10,9 | 13,1 | 15,3 | 17,5 | 19,9 | 26,8 | 31,0 | 34,3 | 34,4 | 33,0 |
| 5∙105 | 1,6 | 3,3 | 5,3 | 7,3 | 9,6 | 12,1 | 14,7 | 17,2 | 19,5 | 21,6 | 29,7 | 34,3 | 38,1 | 38,3 | 36,8 |
| 107 | 1,7 | 3,4 | 5,4 | 7,6 | 10,1 | 12,6 | 15,2 | 17,8 | 20,3 | 22,5 | 31,2 | 35,8 | 29,7 | 39,9 | 38,4 |

Таблица 6

**Выход фотонейтронов из различных мишеней в зависимости от энергии электронов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Е0, МэВ | N∙10-4 фотонейтрон/электрон | | | |
| Cu (50 г/см2) | Cu (12,7 г/см2) | Ta (12,5 г/см2) | Pb (23 г/см2) |
| 11 | - | - | - | 1.5 |
| 12 | - | - | 0,6 | - |
| 15 | 0,8 | 0.4 | 3,5 | - |
| 19 | - | - | - | 22 |
| 20 | 6 | 3 | 13 | - |
| 28 | 21 | 8 | - | 46 |
| 30 | - | - | 40 |  |
| 34 | 33 | 13 | - | 79 |
| 35 | - | 14 | - | - |
| 100 | - | - | 100 | - |

Приложение 2

**Вентиляция помещений ускорителя**

Для удаления образующихся в рабочей камере ускорителя теплоизбытков в ней должны быть обеспечены кратности воздухообмена не менее, приведенных в таблице 1.

Таблица 1.

**Минимальные кратности воздухообмена в рабочей камере ускорителя**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Объём рабочей камеры, м3 | до 100 | 100-500 | 500-1000 | свыше 1000 |
| Кратность воздухообмена, ч-1 | 15 | 10 | 5 | 2 |

При обеспечении приведенных кратностей воздухообмена в рабочей камере во время работы ускорителя, в большинстве случаев концент­рации образующихся вредных для человеческого организма веществ значительно превышают их предельно допустимые концентрации (ПДК). Поэтому после выключения ускорителя для обеспечения безопасности персонала вводится запретный период (*Т*запр), в течение которого вход персонала в рабочую камеру должен быть исключен.

Запретный период, в общем случае, следует определять по формуле:

, ч, (1)

где: *Сi*- концентрация *i*-гo токсичного (радиоактивного) вещества в рабочей камере в момент прекращения облучения, мг/м (ГБк/м3);

ПДКi - предельно допустимая концентрация i-ro токсичного веще­ства, мг/м3;

*ДКаi* - допустимая концентрация 1-го радиоактивного вещества, ГБк/м3;

*Ккам* - кратность воздухообмена в рабочей камере ускорителя, ч-1;

*λi* - коэффициент, характеризующий химическую (или ядерную) нестойкость токсичного (радиоактивного) вещества после прекращения облучения, ч-1 .

В результате радиолиза воздуха образуются озон и окислы азота, являющиеся постоянно сопутствующими факторами опасности при работе ускорителя.

Однако, ввиду того, что при работе ускорителей токсичность продуктов радиолиза воздуха определяется, в основном, образующимся озоном (ПДК озона в 50 раз ниже ПДК окислов азота), все расчеты вентиляции должны основываться на обеспечении необходимого снижения концен­трации озона.

Продукты радиолиза воздуха на установках с ускорителями элект­ронов образуются лишь в зоне пучка ускоренных электронов. Затем они распространяются в объеме всей камеры (за счёт перемешивания воздуха).

Концентрация озона в зоне действия пучка электронов рассчиты­вается по формуле:

, мг/м3, (2)

где  - концентрация озона в зоне облучения (в пучке электронов) во время работы ускорителя;

*tзо* - время нахождения воздуха в зоне облучения (в пучке электронов), ч;

*J* - ток пучка электронов, А;

*Sзо* - площадь поперечного сечения зоны облучения (развертки), м2;

*Кзо* - кратность воздухообмена в зоне облучения (в пучке), ч-1;

λрад - коэффициент, учитывающий радиационную нестойкость озона, величина которого зависит от мощности поглощенной дозы в воздухе и рассчитывается по формуле:

*λрад*=1,6∙10-2 ∙*Р*0,6, ч-1 (3)

Мощность поглощенной дозы ускоренных электронов в воздухе рассчитывается по формуле:

, сГр/ч, (4)

где:  - ионизационные потери, МэВ∙см2/г (см. таблицу 2);

*d* – расстояние от выходного окна ускорителя до мишени, м.

Таблица 2

**Ионизационные потери при прохождении ускоренных электронов различной энергии в воздушной среде**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Е0, МэВ | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,5 |
|  | 2,46 | 2,08 | 1,90 | 1,74 | 1,70 | 1,66 | 1,66 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Е0, МэВ | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 20 |
|  | 1,68 | 1,74 | 1,79 | 1,88 | 1,93 | 1,98 | 2,13 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Е0, МэВ | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|  | 2,22 | 2,29 | 2,38 | 2,45 | 2,50 |

Для наиболее эффективного удаления образующихся вредностей целесообразно устанавливать местные отсосы вблизи мест образования этих вредностей.

При эксплуатации ускорителя с индивидуальной радиационной защитой продукты радиолиза воздуха образуются в небольшом объеме. В этом случае важно предотвратить распространение этих вредностей в пультовую и другие помещения, где постоянно находится персонал. Для этого производительность местного отсоса из зоны облучения должна быть такой, чтобы он обеспечил скорость движения воздуха в местах подсосов (вход и выход транспортера в зону облучения, щели и т. п.) не менее 0,5 м/с. Обычно это условие соблюдается при производительности местного отсоса 500-1000 м3/ч.

Существует несколько вариантов местной вентиляции из зоны облучения, а именно, отсоса воздуха:

на уровне действия пучка электронов по краю развертки его (с одной или обеих сторон технологического канала);

с обеих сторон ускорителя на выходе и входе технологического канала в зону облучения;

сверху радиационной защиты (индивидуальная защита ускорителей играет роль затяжного зонта).

Ускоритель может быть введен в действие лишь при включении местной вентиляции. Система местного отсоса из зоны облучения должна работать от отдельного вентилятора. Вентилятор должен быть вынесен за пределы помещения.

Ввиду малого объема зоны облучения на ускорителе электронов с индивидуальной защитой снижение концентрации газообразных про­дуктов радиолиза или активации в технологическом канале до ПДК (ДКа) при работающем отсосе происходит практически за несколько секунд после выключения ускорителя, поэтому понятие запретного периода в этом случае теряет практический смысл.

Выброс в атмосферу воздуха, не содержащего кроме продуктов его радиолиза (озона и окислов азота) никаких других токсических или радиоактив­ных веществ, может производиться без предварительной очистки.

При наличии воздухообмена в зоне облучения образование озона и его распространение в объеме камеры при включенном ускорителе происходит непрерывно. Причем концентрация озона в воздухе зависит от организации вентиляции, объема камеры, места расположения ускорителя в рабочей камере, направления пучка электронов по отношению к направлению движения воздушных потоков. Поэтому точно концентрацию озона в воздухе рабочей камеры ускорителя можно рассчитать лишь исходя из конкретных условий, перечисленных выше.

Линейная скорость движения воздуха в рабочей камере (*v)* будет равна:

*v = Kкам∙l*, м/ч, (5)

где *Kкам* - кратность воздухообмена в рабочей камере, ч-1;

*l* – длина рабочей камеры, м.

В случае, когда пучок электронов направлен перпендикулярно направлению движения воздуха в рабочей камере, время нахождения каждой порции воздуха в зоне облучения (в пучке электронов) составит:

, ч, (6)

где *а* - средняя ширина сечения пучка электронов, м.

Тогда кратность воздухообмена в зоне облучения составит:

, ч-1.

Таким образом определяются все параметры (*tзо*; *Кзо; λрад*), необходимые для расчета концентрации озона в зоне пучка электронов.

Количество озона, образующегося за 1 ч, будет равно:

, мг/ч , (7)

где: *Vзо* – объем зоны облучения, м3.

За 1 ч через рабочую камеру проходит *L* м3 воздуха:

*L* = *Vкам∙Kкам*, м3/ч, (8)

где: *Vкам* – объем рабочей камеры, м3.

Концентрация озона в воздухе камеры при установившемся режиме будет равна:

, мг/м3. (9)

Для охлаждения фольги выходного окна ускорителя ее обдувают струей сжатого воздуха с расходом около 100 м3/ч. Практически весь этот воздух проходит через пучок ускоренных электронов. Каждая порция воздуха будет находиться в зоне облучения около 1 секунды (*tзо* = 0,0003 ч, *Кзо* = 3600 ч-1). Подставляя значения *tзо* и *Кзо* в (9), можно рассчитать концентрацию озона.

На ускорителях электронов высоких энергий (более 10 МэВ) происходит активация облучаемых компонентов среды и материалов по реакциям (γ,n)*, (*γ,p) и существует опасность внутреннего облучения персонала за счет активации компонентов воздуха. Так, энергети­ческий порог реакций 14N(γ,n)13N и 16О(γ,n)15Осоставляет 10,6 МэВ и 15,7 МэВ, соответственно.

Концентрация радиоактивного газа в воздухе зоны облучения во время работы ускорителя может быть рассчитана по формуле:

, ГБк/м3, (10)

где: *С*0*'* - постоянная скорости образования радиоактивного газа в воздухе, ;

*Т1/2* - период полураспада образующегося радионуклида, ч;

*Е0* - энергия электронов, МэВ.

Зависимость *С*0*'* от энергии электронов приведена на рисунке 1.

В таблице 3 приведены значения запретного периода входа в рабочую камеру ускорителя, рассчитанные по приведенным в данном приложении формулам для тока пучка электронов *J* = 1 мА, кратности воздухообмена в рабочей камере *Kкам* = 25 ч-1, объема камеры *Vкам* = 560 м3 , расстояния от выходного окна ускорителя до мишени *d* = 5 м. Расчет проводился, исходя из образования озона, 13Nи 15О.

Таблица 3

**Величины запретного периода времени**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Е0*, МэВ | *Тзапр*, мин | | |
| Озон | 13N | 15О |
| 10 | 7 | 0 | 0 |
| 15 | 7 | 3 | 0 |
| 20 | 7 | 5,5 | 2 |
| 25 | 7 | 7 | 5 |
| 30 | 7 | 9 | 7 |
| 35 | 7 | 11 | 10 |

При энергиях электронов до 30 МэВ расчет запретного периода следует вести по озону, а при энергиях свыше 30 МэВ - по накоплению радиоактивных газов.

Если запретный период, обусловленный необходимостью снижения мощности дозы излучения от активированных конструкционных мате­риалов и объектов облучения до допустимого уровня**,** превы­шает запретный период, рассчитанный по формуле 1, то запретный период определяется необходимостью снижения мощности дозы излучения от активированных конструкционных мате­риалов и объектов облучения до допустимого уровня.

**Пример:** Ускоритель электронов (*Е0* = 30 МэВ, *J* = 10-3 А) размещен в рабочей камере объемом *Vкам* = 600 м3 , с кратностью воздухообмена *Ккам* =10 ч-1 . Расстояние от выходного окна ускорителя до мишени *d* = 5 м, средняя площадь развертки пучка электронов *Sзо*= 0,05 м2. Определить запретный период входа персонала в рабочую камеру.

**Решение:**

а) Рассчитаем запретный период, исходя из образования озона.

,

*λхим* - коэффициент, учитывающий химическую нестойкость озона после отключения ускорителя (*λхим* = 1,2 ч-1), не зависит от условий облучения.

, мг/м3;

 ч-1.

Тогда:  ч.

*λрад* = 1,6∙10-2 ∙ *Р*0,6, ч-1;



*λрад* = 1,6∙10-2 ⋅(8∙109)0,6 = 1,4∙104 ч-1;

;



б) Рассчитаем запретный период, исходя из образования радиоак­тивных газов.

При энергии электронов 30 МэВ преобладающим является образование 15О по сравнению с образованием 13N (см. рис. 1).

Для 15О Т1/2 = 2 мин = 0,033 ч, ДКА = 37 кБк/м3 (1∙10-6 Ки/м3).

Для 13N Т1/2 = 10 мин = 0,167 ч, ДКА = 74 кБк/м3 (2∙10-6 Ки/м3).





в) Учитывая более длительный по сравнению с 15О период полураспада 13N*,* снижение концентрации изотопа 13N после отключе­ния ускорителя будет происходить гораздо медленнее, т. к. основную роль в снижении его концентрации будет играть кратность воздухооб­мена, а не распад нуклида, как в случае 15О.





Сравнивая полученные величины запретных периодов видим, что наибольшее значение запретного периода определяется образованием 13N*.* Поэтому принимаем его равным 23 мин.

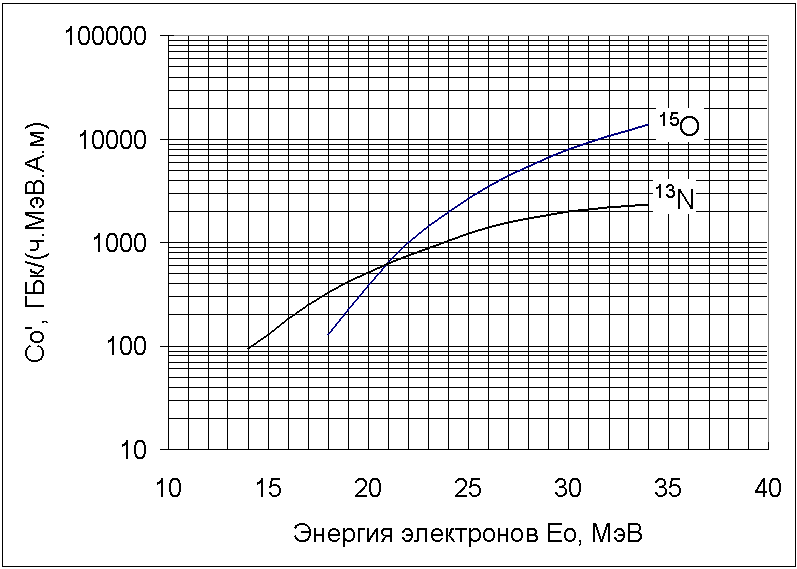


Рис. 1. Зависимость постоянной скорости образования () радионуклидов 13N и 15О от энергии электронов (вольфрамовая мишень).

**Глава 8. Обеспечение радиационной безопасности при радиометрических исследованиях буровых скважин с использованием закрытых радионуклидных источников**

**I. Область применения**

1. Настоящая глава устанавливает гигиенические требования к обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении геофизических работ на буровых скважинах с использованием закрытых радионуклидных источников ионизирующего излучения (далее - источников), опреде­ляют необходимый объем производственного контроля и мероприятия при возможных радиационных авариях.
2. Требования являются обязательными на территории Российской Федерации для всех юридических и физических лиц (далее - организаций), занимающихся подготовкой и проведением геофизических работ на буровых скважинах с использованием источников, осуществляющих проектирование и изготовление используемых при этом устройств, а также осуществляющих надзор и контроль за обеспечением радиационной безопасности при проведении такого рода работ.
3. Требования настоящей главы не распространяются на работы с использованием открытых и генерирующих источников ионизирующего излучения.

**II. Общие положения**

2.1. Для проведения геофизических работ на буровых скважинах могут использоваться источники и геофизическая аппаратура, предназначенные для работы в соответствующих условиях и удовлетворяющие требованиям НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

2.2. Геофизическая аппаратура, используемая для работы с источниками, должна обеспечивать возможность установки и извлечения источников из нее с использованием специальных приспособлений, обеспечивающих радиационную безопасность персонала при проведении этих работ.

2.3. В соответствии с п. 3.1.4 ОСПОРБ-99/2020 для организаций, осуществляющих геофизические работы на буровых скважинах с использованием источников, устанавливается III категория потенциальной радиационной опасности.

2.4. При проведении геофизических работ на буровых скважинах используются закрытые радионуклидные источники нейтронного или гамма-излучения. В условиях нормальной эксплуатации таких источников основными факторами вредности являются нейтронное и/или гамма-излучения.

2.5. Годовая эффективная доза техногенного облучения персонала и населения за счет проведения геофизических работ на буровых скважинах с использованием источников излучения не должна превышать основные пределы доз, установленные п. 3.1.2 НРБ-99/2020.

2.6. Защита персонала и населения от нейтронного и гамма-излучений должна обес­печиваться:

а) использованием источников с минимальной активно­стью, необходимой для проведения данного вида работ;

б) максимальным сокращением времени проведения рабочих операций с источниками;

в) максимально возможным удалением работающих от источника;

г) применением защитных средств (защитных контейнеров, эк­ранов, дистанционного инструмента, манипуляторов и т. п.) при работе с источниками.

2.7. Допуск к работе с источниками осуществляется в соответствии с п. 3.4.11 ОСПОРБ-99/2020. Перед допуском к работе с источниками персонал должен пройти обучение с тренировкой на макетах-имитаторах источников, инструктаж и проверку знаний правил безопасности ведения работ и действующих в организации инструкций. Проверка знаний правил безопасности ведения работ в организации проводится периодически, не реже 1 раза в год.

2.8. Организация работ с источниками производится в соответствии с требованиями п. 3.4 ОСПОРБ-99/2020.

2.9. Получение, учет, выдача и списание источников осуществляется в соответствии с требованиями п. 3.5 ОСПОРБ-99/2020.

2.10. В организациях, осуществляющих геофизические работы на буровых скважинах с использованием источников, должен проводиться производственный радиационный контроль в соответствии с требованиями п. 3.13 ОСПОРБ-99/2020.

**III. Хранение источников**

3.1. Имеющиеся в организации источники, не находящиеся в работе, должны храниться в защитных контейнерах в специально оборудованных хранилищах, обеспечивающих их сохранность и исключающих доступ к ним посторонних лиц. Хранилища должны размещаться на охраняемой территории. Устройство хранилищ в жилых и общественных зданиях и детских организациях запрещается.

3.2. Доступ посторонних лиц в хранилище и совместное хранение источников с взрыво­опасными, горючими и другими опасными материалами не допускается. На период полевых или разовых работ допускается органи­зация временных хранилищ.

3.3. Активность источников, находящихся в хранилище, не должна превышать значений, указанных в СЭЗ.

3.4. Планировка хранилища, площадь и радиационная за­щита помещений определяются с учетом радионуклидного состава, количества, активности и характеристик источников, подлежащих хранению. В хранилище предусматриваются следующие помещения:

– помещения для хра­нения источников с необходимыми защитными устройствами (колодцы, ниши, защитные контейнеры, сейфы);

– вспомогательные помещения для дистанционного инструмента, транспортных контейнеров, аппаратуры радиационного конт­роля, средств индивидуальной защиты, средств дезактивации, до­кументации.

3.5. В наружной стене помещения хранилища предусматривается запираемая защитная дверь для подачи в хранилище и выдачи из него контейнеров с источниками.

3.6. На наружные поверхности входной двери для персонала и защитной двери для контейнеров наносится знак радиационной опасности. По окончании рабочего дня двери закрываются и опечаты­ваются.

3.7. Защитные устройства для хранения источников (ниши, колодцы, сейфы, контейнеры и т.п.) размещаются так, чтобы при закладке или извлечении отдельных источников персонал не подвергался облучению от остальных источников.

Мощность амбиентного эквивалента дозы на внешней поверхности защитных устройств для хранения источников не должна превышать 12 мкЗв/ч.

3.8. Число защитных устройств для хранения источников выбирается с учетом количества находящихся в использовании источников, включая два запасных (по одному для нейтронных и гамма-источников).

3.9. Строительство хранилища источников осуществляется в соответствии с проектом, разработанным организацией, имеющей лицензию на соответствующий вид деятельности.

Мощность амбиентного эквивалента дозы на наружной поверхности стен, закрытых дверей и проемов хранилища или его ограждения, исключающего доступ посторонних лиц, не дол­жна превышать 1,0 мкЗв/ч.

Расчет толщины стен производится с учетом возмож­ного извлечения из защитного устройства одного нейт­ронного или одного гамма-источника, создающего наибольшую мощность амбиентного эквивалента дозы на внешней поверхности стен с учетом активности источника и энергии его излучения с использованием коэффициента запаса не менее 2. Если хранение источников производится в защитных контейнерах, то расчет толщины стен производится для источника, находящегося в защитном контейнере. Полы помещений хранилища должны быть ровными и прочными. Специальных требова­ний к отделке помещений не предъявляется. Вентиляция, водоснабжение, отопление и освещение помещений хранилища должны удовлетворять требованиям соответствующих разделов санитарных норм проектирования промышленных предприятий.

3.10. Защитные колодцы в хранилище располагают рядами. Колодцы должны быть об­сажены водонепроницаемыми трубами-стаканами с дном. Верх труб-стаканов должен выступать над уровнем пола, но не бо­лее чем на 5 см. Трубы-стаканы должны закрываться защитными крышками: для нейтронных источников - из водородсодержащих материалов (парафин, полиэтилен и т.п.), для гамма-источников - из металлов (чугун, сталь, свинец и т.п.).

3.11. В хранилище источники могут храниться в специальных пеналах или в переносных контейнерах, помещаемых в защитные устройства для хранения.

3.12. Устройства для хранения источников должны легко открываться и иметь четкую маркировку на на­ружной поверхности с указанием радионуклида, вида источ­ника и его активности. При хранении большого количества источников в одном устройстве для хранения, полная информация о виде и активности всех источников может быть размещена на карте схеме или в специальном журнале. На наружной поверхности устройства для хранения источников в этом случае достаточно разместить информацию о количестве источников и ссылку на документ, в котором имеется полная информация об их наименованиях и активностях.

Карта-схема размещения источников в хранилище хранится у лица, ответственного за учет и хранение источников.

3.13. Закладку пеналов и контейнеров с источниками в защитные устройства и их извлечение выполняют дистанционно при помощи тельфера или друго­го приспособления.

3.14. Порядок и условия организации временного хранения источ­ников излучения в полевых условиях согласуются с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор на территории, на которой предполагается разместить временное хранилище.

3.15. Для временного хранения источников в полевых условиях могут использоваться транспортные или переносные контейнеры, помещаемые в будку, фургон, сарай и т.п., которые по окончании рабочего дня запирают и опечатывают. Место для временного хранения источников оборудуется техническими средствами, исключающими возможность доступа к источникам посторонних лиц и их несанкционированного использования.

Временное хранение источников допускается в закрытом кузове транспортного средства на охраняемой территории хранилища, если они доставлены туда в нерабочее время. Транспортное средство в этом случае сдается охране в опечатанном виде. В случае невозможности выполнения этого требования должна быть организована круглосуточная охрана источников.

3.16. Временное хранение источников излучения может также осуще­ствляться в специальных пеналах, помещаемых на проч­ном тросе (шнуре и т.п.) в обсаженные скважины. Дно скважин должно находиться выше уровня стояния грунтовых вод, а их устья необходимо закрывать крышками, исключающими возможность попадания посторонних предметов и влаги. Над устьями скважин рекомендуется устраивать навес. Скважины должны иметь ограждение, исключающее доступ к ним посторонних лиц.

3.17. Мощность амбиентного эквивалента дозы излучения на наружных поверхностях мест для временного хранения источников (будки, фургона, сарая, закрытого кузова транспортного средства и т.п.) или ограждений, исключающих до­ступ посторонних лиц к месту временного хранения ис­точников, не должна превышать 1,0 мкЗв/ч. На наружных поверхностях мест хранения (ограждения) должны устанавливаться знаки радиаци­онной опасности, отчетливо видимые с расстояния не менее 3 м.

**IV. Транспортирование источников**

4.1. Транспортирование источников осуществ­ляется в специальных защитных, транспортных или переносных контейнерах, допущенных в установленном порядке для транспортирования источников излучения данного типа. Транспортирование источников излучения должно производиться с соблюдением требований ОСПОРБ-99/2020 и главы 1 настоящего раздела.

4.2. При проведении геофизических работ на буровых скважинах источники, как правило, транспортируются в радиационных упаковках II транспортной категории, но не выше III.

4.3. Транспортирование источника на расстояние до 100 м может осуществляться в переносном контейнере двумя лицами (персонал группы А) на штанге длиной не менее 1 м. Штанга должна иметь приспособления, препятствующие соскальзыванию контейнера при его переноске.

4.4. При перевозке радиационных упаковок на автомобилях без специального оборудования мощность амбиентного эквивалента дозы техногенного излучения (за вычетом природного радиационного фона) в кабине водителя не должна превышать 2,5 мкЗв/ч. Водитель при этом должен быть отнесен к персоналу группы Б, и годовая эффективная доза его техногенного облучения не должна превышать 5 мЗв. При перевозке радиационных упаковок на специально оборудованных для этой цели автомобилях мощность амбиентного эквивалента дозы излучения (за вычетом природного радиационного фона) в кабине водителя и в специальном отсеке кузова, предназначенном для размещения персонала группы А, не должна превышать 12 мкЗв/ч. Водитель при этом должен быть отнесен к персоналу группы А, и годовая эффективная доза его техногенного облучения не должна превышать 20 мЗв.

4.5. Совместная перевозка источников и лю­дей в кузове автомобиля запрещена, за исключением случая, когда в кузове оборудован отдельный специальный отсек для размещения персонала с соблюдением требований п. 4.4 настоящих правил.

4.6. При перевозке радиационных упаковок их сопровождает лицо из числа персонала группы А.

4.7. Радиационные упаковки размещаются так, чтобы выполнялись требования п. 4.4 настоя­щих Правил. Крепление упаковок для исключения возможности их перемещения во время движения, при торможении, на поворотах и т.д. проводится под контролем водителя.

**V. Работа с источниками на буровых скважинах**

5.1. Все работы с источниками необходимо выполнять в минималь­но короткие сроки и распределять их между работающими так, чтобы дозы облучения каждого были минимальными.

5.2. До начала работ с источниками скважина подго­тавливается таким образом, чтобы обеспечивалось свободное прохождение скважинного прибора по ее стволу без прихвата.

5.3. Все операции с источниками на буровых скважинах вы­полняются с помощью устройств и приспособлений для дистанционной работы в строгой технологической последовательности, определяемой инструкцией по радиационной безопасности.

5.4. Устройства и приспособления для дистанционной работы должны обеспечивать захват и удержание источника при извлечении из защит­ных устройств, помещение и закрепление его в зондовом устройстве, подсоединение зондового устройства к скважинному прибору, поддержа­ние и направление скважинного прибора в устье скважины, а также выполнение обратных операций при нахождении работника, проводящего эти работы, на расстоянии, обеспечивающем его радиационную безопасность.

5.5. После доставки источника или зондового устройства (скважинного прибора с источником) на буровую скважину приступают к работе с источником на скважине или помещают его в место временного хранения.

5.6. После окончания всех работ с источником на скважине он извлекается из скважинного прибора и хранится в соответст­вии с требованиями пунктов 3.14-3.17 настоящей главы до момента отправки к месту хранения.

5.7. В организациях, проводящих геофизические работы на буровых скважинах с использованием источников излучения, должен быть организован радиационный контроль в соответствии с требованиями п. 2.4 ОСПОРБ-99/2020.

5.8. Радиационный контроль должен включать:

а) периодический контроль за МАД гамма-излучения и/или нейтронов на рабочих местах, на поверхности транспортных средств и за­щитных устройств, в смежных помещениях и на приле­гающих участках территории объекта - не реже одного раза в квартал и при каждом изменении характера работ;

б) постоянный индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы А, в том числе и при проведении разовых работ и при транспортировке источников;

в) периодический кон­троль радиоактивного загрязнения внутрен­них поверхностей контейнеров для переноски, транспортирования и хранения источников ;

г) проверку наличия источников в контейнерах и в приборах при их выдаче, возврате и поступлении в хра­нилище.

Дозиметрическое оборудование должно соответствовать параметрам регистрируемого излучения и иметь действующее свидетельство о поверке.

**VI. Мероприятия при радиационных авариях**

6.1. К радиационным авариям относятся утеря или разгерметизация источников, их оставление в скважине в результате обрыва кабеля скважинного прибора.

6.2. Радиационная безопасность при радиационных авариях обеспечивается с учетом соблюдения требований главы VI ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

6.3. В случае обнаружения повреждения или отсутствия пломбы на радиационной упаковке с источниками во время ее транспортирования необходимо с помощью дозиметрических приборов убедиться в наличии источника в радиационной упаковке. При наличии источника продолжать движение к месту назначения. В случае пропажи источника лицо, сопровождающее источник, оповещает о происшествии руководителя работ, территориальные органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, и органы внутренних дел.

6.4. В случае прихвата скважинного прибора с источником, ра­боты на скважине необходимо прекратить и поставить в известность о случившемся администрацию организации, проводившей работы с источником, и заказчика работ, которые составляют план и принимают меры по освобождению скважинного прибора. В дальнейшем следует действовать в соответствии с составленным планом для извлечения скважинного прибора с источником из скважины.

6.5. При невозможности извлечения скважинного прибора с источником из скважины администрация организации, проводившей работы с источником, и заказчик работ обеспечивают захоронение источника в скважине, исключающее возможность загрязнения радиоактивными веществами оборудования, территории и водоносных горизонтов, а также облучения персонала и населения.

6.6. По окончании указанных работ администрация организации, проводившей работы с источником, и заказчик работ составляют акт об окончании аварийных работ и заполняют паспорт скважины с захороненным радионуклидным источником (СЗРИ), содержащий полную информацию о захоронении в ней источника, прогноз возможности выхода активности в водяные пласты и рекомендации по ограничению отдельных видов работ в зоне захоронения. Форма паспорта СЗРИ приведена в приложении. По одному экземпляру акта и паспорта СЗРИ представляются владельцу скважины, организации, проводившей работы с источником, территориальному органу, осуществляющему федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, администрации территории. Все такие случаи расцениваются как радиационная авария с соответствующей подготовкой документов и отражаются в радиационно-гигиенических паспортах организации и территории за отчетный год.

6.7. В случае разгерметизации источника в скважине и радиоактивного загрязнения выходящего из скважины бурового раствора все работы на скважине прекращаются. Лица, не связанные с ликвидацией последствий аварии, удаляются за пределы зоны возможного распространения радиоактивного загрязнения. Проводится радиометрическое обследование места аварии и устанавливается граница зоны радиоактивного загрязнения, которая затем ограждается. На ограждении устанавливаются знаки радиационной опасности, отчетливо видимые с расстояния не менее 3 м.

Весь персонал, находившийся в зоне радиоактивного загрязнения, должен быть подвергнут радиометрическому контролю и для него должны быть оценены дозы облучения.

6.8. При подготовке котлована для локализации загрязнен­ного бурового раствора следует исключать контакт бурового раствора с грунтовыми водами. Объем котлована следует рассчитывать так, чтобы при заполнении его буровым раствором уровень послед­него находился не ближе 1,5 м от верхней отметки кот­лована. По окончании работ котлован должен быть засыпан глини­стым грунтом, утрамбован и огражден. На месте захоронения радиоактивного раствора должны быть установлены знаки радиационной опасности. Ограждение и знаки радиационной опасности со­храняются до снижения МАД излучения техногенных радионуклидов (над природным фоном) на поверхности котлована до 0,12 мкЗв/ч. Расположение котлована выбирается в местах, удаленных от мест проживания и нахождения людей. О месте расположения котлована оповещаются органы местного самоуправления.

6.9. В случае обнаружения разгерметизации источника вне скважины необходимо упаковать его в пленочную или другую герметичную тару, поместить в отдельное защитное устройство и направить в специализированный пункт захоронения.

Приложение

**Форма паспорта СЗРИ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **Паспорт СЗРИ** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Лист 1 из | | | | | |  |
|  | **1. Организация, допустившая обрыв источника** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **1.1. Наименование организации (предприятия)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **1.2. Ведомственная принадлежность** | | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **1.3. Индекс** | | |  | | | | | | | | **1.4. Область** | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **1.5. Район** | |  | | | | | | | | | | | | | | | **1.6. Населенный пункт** | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |  |
|  | **1.7. Улица** | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | **1.8. Дом** | | | | |  | | | | | |  |
|  | \* Информация этого раздела заполняется по состоянию на момент обрыва источника | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **2. Организация, во владении (распоряжении) которой находится СЗРИ** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **2.1. Наименование организации (предприятия)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **2.2. Ведомственная принадлежность** | | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **2.3. Индекс** | | |  | | | | | | | | **2.4. Область** | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **2.5. Район** | | |  | | | | | | | | | | | | | | **2.6. Населенный пункт** | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |  |
|  | **2.7. Улица** | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | **2.8. Дом** | | | | |  | | | | |  |
|  | **2.9. Телефон администрации:** | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | **2.10. Факс:** | | | |  | | | | | | | | | |  |
|  | **2.11. Продолжительность владения (распоряжения) участком с СЗРИ** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | **лет** | | |  |
|  | \* - информация этого раздела заполняется по состоянию на момент заполнения паспорта | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **3. Местоположение СЗРИ** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **3.1. Наименование месторождения:** | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **3.2. Скважина №** | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | **3.3. Куст №** | | | |  | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **3.4. Географические координаты скважины:** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  |  | | | градусов | | | | |  | | | | минут | | | |  | | секунд | | | | | | северной | | | | | | широты | | | | | | | |  |  |
|  |  |  | | | градусов | | | | |  | | | | минут | | | |  | | секунд | | | | | | восточной | | | | | | долготы | | | | | | | |  |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **4. Параметры оборванного радионуклидного источника** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **4.1. Тип (марка) источника** | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | **4.2. Заводской номер** | | | | | | | |  | | | | | |  |
|  | **4.3. Радионуклид** | | | | | |  | | **4.4. Активность \*** | | | | | | | | | |  | | | МБк | | | | | | **4.4. Период полураспада** | | | | | | | | | | |  | |  |
|  | **4.5. Дата изготовления источника** | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | **4.6. Дата захоронения источника** | | | | | | | | | | | | | | | |  | | | |  |
|  | **4.7. Назначенный срок эксплуатации источника** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | лет | | | | | | | | | | | |  |
|  | **\* -** активность источника приводится по паспорту (на момент изготовления) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **5. Геофизический снаряд, содержащий радионуклидный источник** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **5.1. Тип (марка)** | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | **5.2. Заводской номер** | | | | | | | |  | | | | | | | |  |
|  | **5.3. Дата изготовления** | | | | | | |  | | | | | | | | | | **5.4. Паспортный срок эксплуатации** | | | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | |  |
|  | **5.5. Характеристика износа** | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **Паспорт СЗРИ** | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | Лист 2 из | | |  |
|  | **6. Параметры захоронения источника** | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **6.1. Глубина захоронения источника** | |  | | м | **6.2. Высота цементного моста** | | | | | | |  | м |  |
|  | **6.3. Расстояние до продуктивного пласта** | | |  | | | **м** | **скважина** | **не** | | **эксплуатируется** | | | |  |
|  | **6.4. Расстояние до водоносного горизонта** | | |  | | | **м** | **горизонт** | **не** | | **используется для водоснабжения** | | | |  |
|  | **7. Геологические характеристики зоны захоронения** | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **8. Краткое описание технологии захоронения** | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **9. Дополнительная информация** | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **10. Долгосрочный прогноз и эксплуатационные ограничения** | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | **11. Подписи и печать организации** | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | (Должность лица, заполнявшего паспорт) | (Подпись) | | | | | | | | (Фамилия И.О.) | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  | (Должность руководителя организации) | (Подпись) | | | | | | | | (Фамилия И.О.) | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  | **М.П.** | | | | | | | | (Дата) | | | | |  |
|  |  | | | | | | | | | | | | | |  |

**Глава 9. Обеспечение радиационной безопасности при работе с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения**

**I. Область применения**

1.1. Настоящая глава регламентирует требования по обеспечению радиационной безопасности при работе с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения (далее - НИРИ).

1.2. Требования обязательны для исполнения всеми юридическими и физическими лицами, деятельность которых связана с обращением с изделиями, являющимися источниками НИРИ или содержащими такие источники.

1.3. Требования настоящей главы распространяется на проектирование, изготовление, поставку, эксплуатацию, ремонт, обслуживание и хранение изделий, являющихся источниками НИРИ или содержащих такие источники.

**II. Общие требования**

2.1. Неиспользуемое рентгеновское излучение (далее – НИРИ) возникает при работе высоковольтных электровакуумных приборов (электронных, ионных, электронно-лучевых), электронных микро­скопов, электронно-лучевых установок для сварки, плавления, зонной очистки материалов, ионно-плазменных установок для легирования полу­проводниковых материалов (приложение 1 к правилам). НИРИ возникает в результате торможения ускоренных электрическим полем электронов на электродах, на обрабатываемых или исследуемых материалах и на других металлических или содержащих соединения тяжелых элементов деталях.

2.2. На источники НИРИ, генерирующие излучение с максимальной энергией не более 5 кэВ, требования норм и правил по обеспечению радиационной безопасности не распространяются. В соответствии с п. 1.7.1 ОСПОРБ-99/2020, изделия, содержащие такие источники, полностью освобождаются от контроля и учета, а также от необходимости оформления специального разрешения (лицензии) и санитарно-эпидемиологического заключения на обращение с ними, в части вопросов радиационной безопасности.

2.3. Источники НИРИ и изделия, содержащие такие источники, освобождаются от контроля при условии выполнения требований п. 1.7.2 ОСПОРБ-99/2020 после оформления пользователем соответствующего санитарно-эпидемиологического заключения.

2.4. Источники НИРИ с энергией более 5 кэВ, мощность амбиентного эквивалента дозы (МАД) НИРИ на расстоянии 0,1 м от внешней поверхности которых может превышать 1,0 мкЗв/ч, представляют потенциальную радиационную опасность для здоровья людей. К использованию на территории Российской Федерации такие источники и содержащие их изделия допускаются при наличии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии санитарным правилам (далее – СЭЗ) и лицензии на право осуществления деятельности в области использования техногенных ИИИ (далее - лицензии).

2.5. Источники НИРИ генерируют ионизирующее излучение только после включения питающих напряжений. В обесточенном состоянии они не представляют радиационной опасности, и их хранение и транспортирование может осуществляться без каких-либо дополнительных требований по обеспечению радиационной безопасности.

2.6. При наличии у изделий с источниками НИРИ нерадиационных факторов, которые могут оказывать вредное воздействие на здоровье людей (электромагнитные поля, лазерное излучение, озон и окислы азота, шум и т.д.), необходимо предусматривать мероприятия по снижению вредного влияния всех этих факторов на организм человека до значений, не превышающих допустимые в соответствии с действующими нормативами уровни.

**III. Требования к изделиям с источниками НИРИ**

3.1. Конструкция изделий с источниками НИРИ, предназначенными для использования в производственных помещениях или на открытой местности, должна обеспечивать МАД во всех доступных точках на расстоянии 0,1 м от их внешней поверхности при любых допустимых режимах их работы не более 3,0 мкЗв/ч.

Эксплуатация изделий с источниками НИРИ, МАД на расстоянии 0,1 м от внешней поверхности которых может превышать 3,0 мкЗв/ч, допускается только в специальных защитных камерах (шкафах, кожухах), обеспечивающих МАД не более 3,0 мкЗв/ч на расстоянии 0,1 м от любой доступной точки их внешней поверхности. Доступ людей в защитную камеру (шкаф, кожух) при работе изделия с источником НИРИ исключается, что обеспечивается техническими средствами.

3.2. В технической документации на электровакуумные приборы и изделия, являющиеся источниками НИРИ, а также на изделия (оборудование), в состав которых входят такие источники, указывают:

- максимальное значение МАД НИРИ в любой доступной точке на расстоянии 0,1 м от корпуса (баллона) электровакуумного прибора или его радиационной защиты либо от корпуса изделия;

- требования к конструкции радиационной защиты от НИРИ, необходимой для обеспечения соответствия требованиям пункта 2.1 настоящих правил, наличие которой обязательно при работе электровакуумного прибора, если радиационная защита не входит в конструкцию прибора и не поставляется комплектно с ним;

- ссылки на санитарные правила, требования которых должны соблюдаться при обращении с данными изделиями.

3.3. Двери защитных камер (шкафов), съемные экраны (кожухи) изделий, в которых размещены источники НИРИ, оборудуют защитными блокировками, отключающими высокое напряжение при открывании дверей или снятии экранов.

3.4. При проектировании радиационной защиты от НИРИ следует использовать коэффициент запаса 2. Проектирование проводится для наиболее жестких условий (режимов) работы изделия (максималь­ных значений анодного напряжения, силы тока, частоты следования импульсов и других параметров, определяющих уровни НИРИ).

При наличии в изделии нескольких источников НИРИ, проектирование радиационной защиты проводят с учетом их суммарного воздействия.

3.5. При разработке, производстве и эксплуатации изделий с источниками НИРИ предусмотривают технические мероприятия, обеспечивающие уменьшение выхода излучения за пределы их корпуса.

3.6. Смотровые окна камер и установок с источниками НИРИ закрывают рентгенозащитным стеклом, обеспечивающим выполнение требований пункта 2.1 на его внешней поверхности.

3.7. При проектировании защиты от НИРИ, генерируемого электровакуумными приборами и электронно-лучевыми установками, руководствуются Приложением 2 к правилам.

**IV. Требования к организации работ с источниками НИРИ**

4.1. Изделия с источниками НИРИ, удовлетворяющие требова­ниям пункта 2.1 настоящих правил, могут размещаться в любых производствен­ных помещениях и на открытой местности.

4.2. При размещении стационарных установок с источниками НИРИ, с учетом их конструктивных и технологических особенностей, предусматривают рабочие места и проходы следующих размеров:

а) с лицевой стороны пультов и панелей управления установкой - ­не менее 1 м при однорядном расположении установок и не менее 1,2 м при двухрядном расположении;

б) с задней и боковых сторон установок, имеющих открывающиеся двери, съемные панели и другие устройства, к которым необходим доступ персонала, - не менее 0,8 м.

В указанные размеры не включаются общие проходы, пространство, необходимое для открывания дверей, имеющихся на оборудовании и защитных камерах, и площади для размещения переносной измерительной аппаратуры и при­способлений.

4.3. Помещения, в которых размещаются установки с источниками НИРИ, должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к ним с учетом их назначения и особенностей размещенного в них оборудования. Дополнительных требований к отделке этих помещений, их освещенности и вентиляции, связанных с нахождением в них установок с источниками НИРИ, не предъявляется.

4.4. Организация работ с НИРИ должна соответствовать требованиям разделов 3.4 и 3.5 ОСПОРБ-99/2020.

4.5. В организации, в которой осуществляется обращение с НИРИ, разрабатывается инструкция по радиационной безопасности при работе с источниками НИРИ и инструкция по действиям персонала в аварийных ситуациях.

На работы, проводимые с источниками НИРИ при снятой стационарной защите или без таковой (наладка, регулировка, ремонт, экспериментальные исследования), разрабатываются специальные инструкции по радиационной безопасности при проведении этих работ. При изменении условий работ в инструкции вносятся необходимые изменения.

4.6. Экспериментальные исследования высоковольтных электрова­куумных приборов и наладка (регулировка) установок с источниками НИРИ со снятой стационарной защитой или без таковой, создающих в пространстве, в котором может находиться экспериментатор или наладчик (регулиров­щик), МАД больше 12 мкЗв/ч, проводятся персоналом группы А по письменному распоряже­нию руководителя организации (наряду-допуску, программе работ), оформляемому в соответствии с действующими нормативными требованиями.

При этом принимают меры (применение временных экранов, увеличение расстояния от источника излучения, сокращение длительности облучения, применение индивидуальных средств защиты), обеспечивающие годовые эффективные дозы техногенного облучения персонала за счет работы с НИРИ не более пределов дозы, установленных НРБ-99/2020 для персонала группы А. Персоналу, привлекаемому к таким работам, выдается кроме основного индивидуального дозиметра дополнительный прямопоказывающий индивидуальный дозиметр для оперативного контроля мощности дозы ионизирующего излучения в местах нахождения персонала и накопленной дозы при выполнении этих работ.

4.7. Обо всех нарушениях в работе установок с источниками ИИИ, о неисправностях защитных и блокирующих устройств работники докладывают своим руководителям.

**V. Радиационный контроль**

5.1. В организациях, осуществляющих обращение с источниками НИРИ, проводится радиационный контроль. Он включает измерение мощности дозы на поверхности защиты изделий с источниками НИРИ, на близлежащих рабочих местах и в смежных помещениях, а также индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы А.

5.2. Радиационный контроль проводится с целью обеспечения безопасных условий труда, проверки эффек­тивности и исправности радиационной защиты изделий с источниками НИРИ и контроля за соблюдением норм радиационной безопасности.

5.3. Измерения МАД НИРИ проводятся:

- при испытании высоковольтных электровакуумных приборов (как в процессе их разработки, так и при промышленном производстве);

- после окончания сборки (при испытании) каждой электронно-­лучевой, ионно-плазменной установки и каждого электронного микро­скопа на предприятии-разработчике и предприятии-изготовителе;

- перед вводом в эксплуатацию изделий, содержащих источники НИРИ;

- не реже 1 раза в год на рабочих местах персонала, работающего с источниками НИРИ;

- после замены электровакуумного прибора в изделии прибором другого типа или иной мощности, являющимися источниками НИРИ;

- после проведения дополнительных мероприятий по экранирова­нию изделий с источниками НИРИ.

5.4. Измерения МАД НИРИ проводятся дозиметрическими приборами, предназначенными для проведения измерений рентгеновского излучения соответствующей энергии, и имеющими действующее свидетельство о метрологической поверке.

5.5. Для радиационного контроля импульсных источников НИРИ используют дозиметрические приборы, предназначенные для измерения импульсного излучения, параметры которых соответствуют диапазону частот следования импульсов, их длительности и значению измеряемой мощности дозы (дозы) излучения.

Для индивидуального дозиметрического контроля персонала, работающего с импульсными источниками НИРИ, рекомендуется использовать термолюминесцентные дозиметры на основе фтористого лития.

5.6. Используемые дозиметрические приборы должны быть защищены от влияния электромагнитных, магнитных и электростатических полей, генерируемых при работе некоторых типов источников НИРИ или работающих в комплексе с ними приборов и установок. Для уменьшения наводок по цепи питания рекомендуется использовать дозиметрические приборы с автономным питанием от батарей или аккумуляторов.

5.7. Проведение радиационного контроля источников НИРИ проводят в соответствии с приложением 3 настоящей главы.

Приложение 1

**Характеристики НИРИ, генерируемого некоторыми типами электровакуумных приборов и установок**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Тип прибора, установки** | **Напряжение, кВ** | **МАД, мкЗв/ч** |
| Клистроны | Более 150 | 3∙106 – 3∙108 |
| Клистроны | 100 – 150 | 3∙105 – 3∙106 |
| Клистроны | 70 – 100 | 3∙104 – 3∙105 |
| Модуляторные лампы | 17-50 | 100 – 105 |
| Генераторные лампы | 30-50 | 103 – 104 |
| Тиратроны | 16-50 | 103 – 105 |
| Кенотроны | 10 - 70 | 100 – 104 |
| Магнетроны | 20 - 50 | 100 – 104 |
| Электронно-лучевые трубки | 12 – 25 | 0,03 – 0,3 |
| Электронные микроскопы | 30 – 100 | 0,3– 10 |
| Ионно-лучевые установки | 100 – 120 | 0,3 – 30 |
| Электронно-лучевые установки | 20 | На уровне фона |

Приложение 2

**Выбор толщины защитных материалов для ослабления НИРИ**

1. Толщина защиты из стали или свинца, обеспечивающая необходимую кратность ослабления НИРИ ***Ко****,* в зависимости от напряжения на аноде электровакуум­ного прибора определяется по таблицам 1 или 2.

2. Данные таблиц используют для выбора толщины защиты от НИРИ, генерируемого электрова­куумными приборами, при любой форме кривой напряжения на аноде.

3. Для промежуточных значений анодного напряжения или кратности ослабления излучения, указанных в таблицах, толщина защиты выбирается по ближайшему большему значению.

Таблица 1

**Толщина защиты стали для ослабления НИРИ, мм**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кратность  ослабления  излучения ***Ко*** | Напряжение на аноде электровакуумного прибора, кВ | | | | | | | | |
| 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 2 |  |  |  |  |  |  | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| 5 |  |  |  |  |  | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| 10 |  |  |  |  | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 |
| 20 |  |  | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,9 |
| 50 |  |  | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,9 | 1,3 |
| 100 |  |  | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 1,6 |
| 200 |  |  | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 | 1,3 | 2,0 |
| 500 |  |  | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,4 |
| 103 |  | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,9 | 1,4 | 1,9 | 2,7 |
| 2∙103 |  | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 1,6 | 2,2 | 3,1 |
| 5∙103 |  | 0,1 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 1,9 | 2,6 | 3,6 |
| 104 |  | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,9 | 1,4 | 2,1 | 2,8 | 3,9 |
| 2∙104 |  | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 1,0 | 1,5 | 2,3 | 3,1 | 4,3 |
| 5∙104 |  | 0,2 | 0,5 | 0,7 | 1,1 | 1,7 | 2,5 | 3,5 | 4,9 |
| 105 |  | 0,2 | 0,5 | 0,7 | 1,2 | 1,8 | 2,7 | 3,8 | 5,3 |
| 2∙105 |  | 0,2 | 0,5 | 0,8 | 1,3 | 1,9 | 2,9 | 4,1 | 5,7 |
| 5∙105 |  | 0,2 | 0,5 | 0,8 | 1,4 | 2,1 | 3,2 | 4,4 | 6,2 |
| 106 |  | 0,2 | 0,6 | 0,9 | 1,4 | 2,2 | 3,4 | 4,7 | 6,6 |
| 2∙106 |  | 0,3 | 0,6 | 1,0 | 1,5 | 2,3 | 3,6 | 5,0 | 7,0 |
| 5∙106 |  | 0,3 | 0,6 | 1,0 | 1,6 | 2,5 | 3,8 | 5,4 | 7,5 |
| 107 |  | 0,3 | 0,7 | 1,1 | 1,7 | 2,6 | 4,0 | 5,7 | 7,9 |
| 2∙107 |  | 0,3 | 0,7 | 1,1 | 1,8 | 2,8 | 4,2 | 6,0 | 8,3 |
| 5∙107 |  | 0,3 | 0,7 | 1,2 | 1,9 | 2,9 | 4,5 | 6,4 | 8,7 |
| 108 | 0,1 | 0,3 | 0,8 | 1,2 | 2,0 | 3,1 | 4,7 | 6,6 | 9,2 |

Таблица 2

**Толщина защиты из свинца для ослабления НИРИ, мм**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кратность ослабления излучения ***Ко*** | Напряжение на аноде электровакуумного прибора, кВ | | | | | | |
| 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 100 |
| 2 |  |  |  |  |  | 0,2 | 0,2 |
| 5 |  |  |  | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,4 |
| 10 |  |  | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,6 |
| 20 |  | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 0,8 |
| 50 |  | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,8 | 1,1 |
| 100 |  | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 1,3 |
| 200 |  | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 1,2 | 1,5 |
| 500 |  | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,4 | 1,7 |
| 103 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 1,0 | 1,6 | 1,9 |
| 2∙103 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,1 | 1,7 | 2,1 |
| 5∙103 | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 1,3 | 1,8 | 2,4 |
| 104 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 1,1 | 1,5 | 2,1 | 2,7 |
| 2∙104 | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 1,2 | 1,6 | 2,3 | 2,9 |
| 5∙104 | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 1,3 | 1,8 | 2,5 | 3,2 |
| 105 | 0,2 | 0,5 | 0,8 | 1,4 | 2,0 | 2,7 | 3,5 |
| 2∙105 | 0,3 | 0,5 | 0,9 | 1,5 | 2,1 | 2,8 | 3,7 |
| 5∙105 | 0,3 | 0,5 | 0,9 | 1,6 | 2,3 | 3,0 | 4,0 |
| 106 | 0,3 | 0,6 | 1,0 | 1,7 | 2,5 | 3,2 | 4,3 |
| 2∙106 | 0,3 | 0,6 | 1,0 | 1,8 | 2,6 | 3,4 | 4,6 |
| 5∙106 | 0,3 | 0,6 | 1,1 | 2,0 | 2,8 | 3,6 | 4,9 |
| 107 | 0,4 | 0,7 | 1,2 | 2,1 | 3,0 | 3,8 | 5,2 |
| 2∙107 | 0,4 | 0,7 | 1,3 | 2,2 | 3,1 | 3,9 | 5,4 |
| 5∙107 | 0,4 | 0,7 | 1,3 | 2,3 | 3,4 | 4,2 | 5,7 |
| 108 | 0,4 | 0,8 | 1,4 | 2,4 | 3,5 | 4,4 | 6,0 |

Пример. Определить толщину защиты из стали, необходимую для ослабления мощности дозы НИРИ на рабочем месте до 1,0 мкЗв/ч, если при напряжении на аноде электровакуумного прибора 40 кВ мощность дозы НИРИ, гене­рируемого им, равна 300 мкЗв/ч.

Требуемая кратность ослабления равна:

***Ко***= 300/1,0 = 300.

В таблице 1 для анодного напряжения 40 кВ и ближайшего большего значения кратности ослабления (500) находим необходимую толщину защиты из стали - 1,2 мм.

Приложение 3

**Радиационный контроль источников НИРИ**

**1. Предварительное обследование источников НИРИ**

1.1. Радиационный контроль источника НИРИ начинают с его предварительного обследования для определения направления выхода и пространственного распреде­ления излучения вокруг исследуемого объекта, а также слабых мест в радиационной защите источника НИРИ.

1.2. Направление выхода и пространственное распределение излу­чения вокруг исследуемого источника НИРИ и слабые места в его радиационной защите определяют с помощью приборов для измерения МАД.

1.3. Предварительное обследование источников НИРИ проводят при всех типовых режимах работы электровакуумных приборов и устано­вок, так как интенсивность НИРИ может увеличиваться в режимах, отличных от номинального, а также в специально оговоренных в технической документации режимах работы, при которых имеет место максимальная интенсивность излучения.

1.4. При предварительном обследовании источников НИРИ необходимо исследовать всю поверх­ность установки (защитной камеры) либо поверхность защиты электровакуумного прибора (корпуса прибора), установленного вне корпуса установки. Детектор дозиметра или прибора-индикатора сле­дует перемещать со скоростью, позволяющей регистрировать устано­вившиеся показания прибора, фиксируя при этом точки, в которых показания прибора максимальны.

Время, необходимое для получения установившегося показания прибора, указано в его технической документации.

**2. Измерение мощности дозы НИРИ**

2.1. На основании результатов предварительного обследования с учетом режима работы источника НИРИ (непрерывный, импульс­ный), энергии и пространственного распределения излучения выбирают дозиметрический прибор.

2.2. Измерение мощности дозы импульсного рентгеновского излучения проводят с помощью специально предназначенных для этой цели дозиметров типа ДКС-АТ1123 или термолюминесцентных дозиметров на основе фтористого лития, на результаты измерения которыми не влияют частота следования и длительность импульсов излучения, а также электромагнитные поля.

2.3. Используемый дозиметрический прибор должен соответствовать диапазону энергий измеряемого рентгеновского излучения.

2.4. Необходимо соблюдать следующий порядок и условия измере­ния:

2.4.1. Подготовить измерительный прибор к работе в соответствии с инструкцией по его эксплуатации.

2.4.2. При отключенном источнике НИРИ измерить мощность дозы радиационного фона в месте размещения контролируемого прибора (установки). Измерение радиационного фона проводят до и после измерения НИРИ.

2.4.3. Перед началом измерений убедиться в том, что прибор (установка) работает в заданном рабочем режиме.

2.4.4. Детектор дозиметра расположить на расстоянии не более 10 см от корпуса источника НИРИ или его радиационной защиты таким образом, чтобы измеряемое рентгеновское излучения падало на него со стороны, соответствующей максимуму чувствительности детектора.

2.4.5. Измерение мощности дозы неиспользуемого рент­геновского излучения проводят в точках наибольшей интен­сивности, выбранных по результатам предварительного обследования. Количество измерений (время измерения) в каждой точке выбирают так, чтобы обеспечить статистическую погрешность результатов измерений не более:

± 10% при измеренном значении мощности дозы более 10 мкЗв/ч;

± 20% при измеренном значении мощности дозы от 1 мкЗв/ч до 10 мкЗв/ч;

± 30% при измеренном значении мощности дозы менее 1 мкЗв/ч.

2.4.6. Измерения проводят в точках, для которых по результатам предварительного обследования получены максимальные уровни излучения.

2.5. Обработку результатов измерений, выполненных с помощью дозиметрических приборов, производят в соответствии с инструкцией по их эксплуатации.

2.6. Для оценки мощности дозы НИРИ в каждой точке измерения из среднего значения измеренной мощности дозы вычитают среднее значение радиационного фона в месте измерения.

**Глава 10. Обеспечение радиационной безопасности при использовании рентгеновских сканеров для персонального досмотра людей**

**I. Область применения**

 1.1. Настоящая глава устанавливает санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при использовании рентгеновских сканеров для персонального досмотра людей (далее - РСЧ).

1.2. Требования являются обязательными для исполнения всеми юридическими и физическими лицами, деятельность которых связана с РСЧ (проектирование, конструирование, производство, размещение, эксплуатация, техническое обслуживание (в том числе ремонт и наладка), хранение, утилизация), а также осуществляющих надзор и контроль за обеспечением радиационной безопасности при обращении с ними.

**II. Общие положения**

 2.1. К РСЧ относятся специальные установки, предназначенные для персонального досмотра людей методом анализа прошедшего через тело человека или отраженного от него рентгеновского излучения, источником которого является рентгеновская трубка.

2.2. Рентгеновская трубка, являющаяся составной частью РСЧ, относится к техногенным источникам ионизирующего излучения (далее - ИИИ), представляющим потенциальную радиационную опасность для здоровья человека.

2.3. Использующиеся в РСЧ рентгеновские трубки относятся к генерирующим ИИИ, т.е. не содержащим радиоактивных веществ источникам, в которых ионизирующее излучение генерируется за счет изменения скорости заряженных частиц. Они становятся источниками ионизирующего излучения только после подачи на них питающих напряжений. В обесточенном состоянии РСЧ не представляют радиационной опасности, поэтому к их перевозке и хранению не предъявляется специальных требований (кроме обеспечения сохранности ИИИ) по обеспечению радиационной безопасности.

2.4. К обращению допускаются РСЧ, соответствующие требованиям НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

2.5. На всех этапах обращения с РСЧ должны обеспечиваться условия, исключающие возможность облучения людей выше установленных НРБ-99/2020 основных пределов доз техногенного облучения для персонала и населения.

2.6. Производство, размещение, эксплуатация, техническое обслуживание (в том числе ремонт и наладка), хранение и утилизация РСЧ осуществляются на основании специальных разрешений (лицензий) на право осуществления деятельности в области использования техногенных ИИИ и СЭЗ.

2.7. По способу формирования изображения РСЧ делятся на 2 типа:

2.7.1. К РСЧ 1-го типа относятся установки, сканирующие человека узким веерным пучком рентгеновского излучения с регистрацией излучения, прошедшего через тело человека.

2.7.2. К РСЧ 2-го типа относятся установки, осуществляющие двумерное сканирование человека игольчатым пучком рентгеновского излучения с регистрацией отраженного от него излучения.

2.8. Необходимым элементом процедуры контроля при использовании РСЧ является облучение сканируемых людей пучком рентгеновского излучения. Допускаются только те виды использования РСЧ, которые соответствуют принципу обоснования, при котором полученная для человека и общества польза превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением.

2.9. Годовая эффективная доза облучения критической группы населения за счет любого разрешенного использования РСЧ не должна превышать 0,3 мЗв в год.

2.10. Типы РСЧ, обеспечивающие индивидуальную эффективную дозу человека за одно сканирование не более 0,3 мкЗв (0,0003 мЗв), могут использоваться для персонального досмотра людей любыми организациями, имеющими лицензию на право осуществления деятельности в области использования техногенных ИИИ и СЭЗ.

2.11. Использование для персонального досмотра людей РСЧ, индивидуальная эффективная доза контролируемого человека для которых превышает 0,3 мкЗв за сканирование, допускается только после согласования с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным осуществлять федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, при выполнении требований пунктов 2.8 и 2.9 настоящей главы.

Если при использовании РСЧ данного типа существует опасность превышения годовой индивидуальной дозы 0,3 мЗв в год для людей, многократно проходящих процедуру сканирования, то для исключения этой опасности организуют персональный учет проведенных сканирований с постоянным контролем накопленных эффективных доз облучения всех прошедших сканирование людей. Превышение годовой эффективной дозы 0,3 мЗв за счет использования РСЧ не допускается.

2.12. Все виды использования РСЧ допускаются только на основе добровольности с предварительным информированием людей о получаемой ими дозе и возможных последствиях облучения, за исключением тех видов использования РСЧ, при которых индивидуальные годовые эффективные дозы сканируемых людей не превышают 10 мкЗв и годовая эффективная коллективная доза всех прошедших сканирование в течение года людей не превышает 1 чел.-Зв.

2.13. Данные о числе проведенных за год сканирований и коллективной дозе ежегодно заносятся в радиационно-гигиенический паспорт организации, осуществляющей деятельность с использованием РСЧ.

**III. Требования к рентгеновским сканерам для персонального досмотра людей**

 3.1. Деятельность, связанная с проектированием или конструированием РСЧ, осуществляется при наличии специального разрешения (лицензии) на право осуществления данного вида деятельности в области использования ИИИ.

3.2. Конструкция РСЧ должна обеспечивать защиту персонала и населения от воздействия ионизирующего излучения при его работе в соответствии с требованиями НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы. На РСЧ наносится знак радиационной опасности.

3.3. РСЧ поставляется потребителю с технической документацией на русском языке, содержащей требования к его размещению и эксплуатации, выполнение которых обеспечивает ограничение доз облучения за счет использования РСЧ в соответствии с требованиями НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

3.4. РСЧ должны соответствовать следующим требованиям:

3.4.1. При любом допустимом режиме работы РСЧ средняя МАД рентгеновского излучения за час работы РСЧ в любой доступной точке на расстоянии 10 см от их внешней поверхности или внешней поверхности дополнительного ограждения, исключающего доступ людей, не должна превышать 1 мкЗв.

3.4.2. Включение РСЧ должно сопровождаться звуковой или/и световой сигнализацией о его состоянии (включен, генерируется рентгеновское излучение, выключен).

3.4.3. Устройство пульта управления РСЧ гарантирует невозможность его несанкционированного включения посторонними лицами (наличие замкового устройства с ключом, включение после ввода специального пароля и другое).

3.4.4. Имеются блокировки, исключающие возможность включения генерации рентгеновского излучения при снятых или неправильно установленных съемных защитных блоках (при их наличии), а также при любой неисправности РСЧ, влияющей на облучение людей. Место размещения блокировок должно быть опломбировано так, чтобы их отключение было невозможно без нарушения пломб изготовителя.

3.4.5. Невозможно включить РСЧ при неисправности блокировок или систем сигнализации. Информация о неисправности выдается на пульт управления РСЧ.

3.4.6. Обеспечивается прекращение генерации рентгеновского излучения при остановке сканирования в процессе контроля.

**IV. Требования к организации работ с рентгеновскими**

**сканерами для персонального досмотра людей**

 4.1. Стационарные РСЧ размещаются в производственных помещениях в соответствии с проектом размещения, удовлетворяющим требованиям НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

4.2. Каждый раз перед началом работы с РСЧ персонал обязан провести проверку исправности оборудования и соответствия дозы за 1 сканирование требованиям технической документации и настоящей главы. При обнаружении неисправности необходимо приостановить работу, провести ревизию и ремонт оборудования, с последующим радиационным контролем.

**V. Радиационный контроль**

 5.1. Юридические или физические лица, использующие РСЧ, проводят радиационный контроль за основными параметрами, определяющими уровни возможного облучения персонала и населения в соответствии с ОСПОРБ-99/2020.

5.2. Радиационный контроль РСЧ включает измерение следующих основных параметров:

- индивидуальные дозы внешнего облучения персонала группы А;

- МАД рентгеновского излучения на расстоянии 10 см от внешней поверхности РСЧ (защитного ограждения) и на постоянных рабочих местах персонала;

- дозу человека за одно сканирование.

5.3. Контроль индивидуальных доз внешнего облучения персонала группы А, работающего с РСЧ, должен проводиться с использованием индивидуальных дозиметров постоянно с ежеквартальной регистрацией результатов.

5.4. Измерение МАД на рабочих местах персонала при работе РСЧ производится на трех высотах: 0,5, 1,0 и 1,5 м над полом. Измерение мощности амбиентного эквивалента дозы на расстоянии 10 см от внешней поверхности РСЧ (защитного ограждения) производится на четырех высотах: 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0 м над полом вокруг всего РСЧ (защитного ограждения) с шагом не более 0,5 м. Указанные виды радиационного контроля проводятся в плановом порядке 1 раз в год. Кроме того, каждый раз после ремонта РСЧ, замены рентгеновской трубки или элементов радиационной защиты проводится внеочередной радиационный контроль.

5.5. В качестве приемлемой оценки эффективной дозы облучения за одно сканирование используется значение амбиентного эквивалента дозы, измеренного в месте расположения человека при проведении сканирования на высоте 1,0 м от пола (далее - доза за сканирование). Контроль дозы за сканирование производится каждый раз перед началом работы после включения РСЧ. Полученная величина заносится в журнал и используется для расчета коллективной дозы людей, прошедших сканирование на РСЧ за этот день. Если доза за сканирование не превышает соответствующую величину, приведенную в технической документации на РСЧ, то РСЧ может использоваться для проведения персонального досмотра людей. В противном случае необходимо приостановить работу, провести ревизию и ремонт РСЧ и последующий радиационный контроль.

5.6. Для РСЧ, допускающих регулирование параметров генерации пучка рентгеновского излучения (анодное напряжение рентгеновской трубки, анодный ток), радиационный контроль должен проводиться при максимальных значениях рабочих параметров.

5.7. Для проведения радиационного контроля должны использоваться средства измерения, предназначенные для измерения контролируемых величин и имеющие действующее свидетельство о поверке.

5.8. Ежедневно регистрируется измеренное значение дозы за сканирование и число проведенных сканирований. Эти данные используются для получения общего числа сканирований за год и годовой коллективной дозы за счет использования РСЧ для занесения их в радиационно-гигиенический паспорт организации и для учета годовой дозы облучения людей в соответствии с пунктом 2.11 настоящих правил.

**Глава 11. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с радиоизотопными термоэлектрическими генераторами**

**I. Область применения**

1.1. Настоящая глава регламентируют требования по обеспечению радиационной безопасности при всех видах обращения со стационарными радиоизотопными термоэлектрическими генераторами (далее - РИТЭГ).

1.2. Требования обязательны для исполнения всеми юридическими и физическими лицами, деятельность которых связана с обращением с РИТЭГ.

1.3. Требования распространяются на все виды обращения с РИТЭГ (проектирование, конструирование, изготовление, поставка, установка, эксплуатация, ремонт, обслуживание, хранение, транспортирование, контроль, демонтаж, утилизация).

**II. Общие положения**

2.1. РИТЭГ предназначены для обеспечения электропитания автономных установок наземного и акваторного назначения, устанавливаемых в отдаленных труднодоступных непосещаемых местах.

2.2. РИТЭГ включает радиоизотопный источник тепла (далее – РИТ), термоэлектрический генератор, преобразующий тепловую энергию в электрическую, радиационную защиту, обеспечивающую снижение уровней ионизирующего излучения радионуклидов до допустимых пределов, и теплоотводящих радиаторов, обеспечивающих отвод избыточного тепла от РИТЭГ.

2.3. Потенциальная радиационная опасность РИТЭГ связана с наличием в нем радиоактивных веществ очень большой активности. Факторами радиационного воздействия РИТЭГ являются:

- тормозное и гамма-излучение содержащихся в нем радиоактивных веществ;

- нейтронное излучение, сопровождающее (α,n)-реакции, возможные при использовании радиоизотопного топлива на основе альфа-излучающих радионуклидов, или возникающее при спонтанном делении трансурановых радионуклидов;

- радиоактивное загрязнение поверхности РИТЭГ;

- радиоактивное загрязнение окружающей среды, которое может возникнуть при радиационной аварии с нарушением герметичности защитных оболочек РИТЭГ.

2.4. Основными характеристиками РИТЭГ, определяющими степень его потенциальной радиационной опасности, являются:

- используемый в составе РИТ радионуклид;

- активность содержащегося в РИТ радионуклида;

- физико-химическое состояние радиоизотопного топлива, устойчивость его к тепловым, механическим и химическим воздействиям;

- механическая, термическая и коррозионная устойчивость материалов ампулы источника РИТ, а также РИТ и РИТЭГ в целом;

- уровень радиоактивного загрязнения внутренних и внешних поверхностей элементов РИТЭГ;

- уровни ионизирующего излучения РИТ и РИТЭГ.

2.5. Проектирование, конструирование, производство, размещение, эксплуатация, техническое обслуживание, хранение и утилизация РИТЭГ осуществляется организациями, имеющими лицензию и СЭЗ на соответствующий вид деятельности.

2.6.Организации, осуществляющие обращение с РИТЭГ, ежегодно заполняют и представляют в установленном порядке радиационно-гигиенический паспорт организации, содержащий достоверные и полные сведения о состоянии радиационной безопасности в организации.

2.7. Радиационный объект, на котором установлен РИТЭГ, относится к III категории потенциальной радиационной опасности.

**III. Требования к конструкции РИТЭГ**

3.1. МАД ионизирующего излучения на внешней поверхности РИТЭГ не должна превышать 2,0 мЗв/ч, а на расстоянии 1 м от нее - 0,1 мЗв/ч.

3.2. Конструкция РИТЭГ должна обеспечивать отсутствие выхода из него радионуклидов и сохранение защитных характеристик радиационной защиты при падении РИТЭГ на твердое основание с высоты 9 м, а также после воздействия на него температуры в 800°С в течение 30 мин.

3.3. Конструкция РИТЭГ должна исключать возможность его разборки, в том числе демонтажа элементов съемной радиационной защиты, без использования специального инструмента.

3.4. Уровень снимаемого радиоактивного загрязнения внешней поверхности РИТЭГ не должен превышать 100 бета-частиц / (см2 ∙ мин.) при использовании радиоизотопного топлива на основе бета-излучающих изотопов или 1 альфа-частицу/(см2∙мин.) при использовании радиоизотопного топлива на основе альфа-излучающих изотопов.

3.5. Температура всех доступных поверхностей РИТЭГ не должна превышать 80°С.

3.6. Для изготовления РИТЭГ используют материалы, обеспечивающие возможность его нормального функционирования в течение всего назначенного срока эксплуатации в условиях, на которые он рассчитан (морская вода, дождь, перепады температур).

3.7. При наличии элементов, узлов и блоков РИТЭГ, требующих регулировки в процессе эксплуатации или замены в пределах назначенного срока эксплуатации, обеспечивается возможность выполнения этих процедур без демонтажа съемной радиационной защиты. К ним предусматривается удобный доступ, а система крепления сменных элементов и узлов обеспечивает возможность их быстрой замены.

3.8. Конструкция РИТЭГ обеспечивает соответствие его требованиям, предъявляемым к транспортным упаковочным комплектам типа В и обеспечивает возможность перевозки его с использованием стандартных транспортных средств.

3.9. На внешней поверхности РИТЭГ, доступной для обзора, наносят знак радиационной опасности.

3.10. Конструкция РИТ обеспечивает его герметичность в рабочих условиях в составе РИТЭГ в течение всего назначенного срока эксплуатации.

Снижение механической прочности материала ампулы РИТ, включая сварные соединения, не должно превышать 15% при воздействии тормозного или гамма-излучения при МАД 5∙103 Зв/ч или нейтронного излучения с плотностью потока быстрых нейтронов 1012 см-2∙с-1 в течение всего назначенного срока эксплуатации.

3.11. Радиоизотопное топливо, используемое в составе РИТ, должно удовлетворять следующим требованиям:

- представлять собой твердое плотное вещество, обладающее высокой механической прочностью;

- иметь низкую растворимость в воде;

- иметь температуру плавления не ниже 1500°С;

- не сублимироваться и не вступать в химические реакции с материалом ампулы РИТ и с воздухом при рабочих температурах;

- не изменять свои свойства при воздействии высокой температуры и ионизирующего излучения в течение всего назначенного срока эксплуатации.

3.12. Уровень снимаемого радиоактивного загрязнения внешней поверхности РИТ обеспечивается не более 104 бета-частиц / (см2 ∙ мин.) при использовании радиоизотопного топлива на основе бета-излучающих изотопов или 50 альфа-частиц/(см2∙мин.) при использовании радиоизотопного топлива на основе альфа-излучающих изотопов.

**IV. Хранение и транспортирование РИТЭГ**

4.1. Транспортирование РИТЭГ и РИТ производится в соответствии с требованиями главы 1 настоящего раздела по III транспортной категории. При перевозке РИТЭГ помещают в охранную тару.

4.2. Транспортирование РИТ производится в транспортном упаковочном комплекте типа В внутри герметичной полости, заполненной газом (аргон, ксенон или их смесь) по III транспортной категории.

4.3. РИТЭГ хранят в специально выделенных для этой цели производственных помещениях со свободным доступом воздуха или на открытых площадках. При этом обеспечивают условия хранения, исключающие возможность их повреждения, хищения или несанкционированного использования и обеспечивающие радиационную безопасность людей, находящихся в смежных помещениях или на прилегающей территории.

**V. Размещение РИТЭГ**

5.1. Размещение РИТЭГ производится специализированной организацией, имеющей лицензию на проведение соответствующих работ, в соответствии с проектом, удовлетворяющим требованиям НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

При этом обеспечивается сохранность РИТЭГ при всех возможных природных (землетрясение, наводнение, шторм, сель) и техногенных (взрыв, пожар) воздействиях, а также с учетом возможности появления посторонних лиц вблизи места расположения РИТЭГ.

5.2. Запрещается размещение РИТЭГ в жилых и общественных зданиях, в ареале населенных пунктов, на расстоянии ближе 100 м от дорог и обслуживаемых сооружений (газопровод, линия электропередач), в местах регулярно посещаемых людьми (туристские объекты, места сбора грибов, ягод, рыбалки).

5.3. Размещение РИТЭГ должно исключать возможность его перемещения или повреждения в результате возможных в месте размещения природных процессов в течение всего назначенного срока эксплуатации.

5.4. При размещении РИТЭГ на суше устанавливают ограждение для ограничения доступа людей в зону, где при нормальной эксплуатации РИТЭГ МАД ионизирующего излучения превышает 1,0 мкЗв/ч. На внешней стороне ограждения установливают знаки радиационной опасности и предупреждающие надписи «Не подходить!», «Опасно для жизни!», хорошо видимые с расстояния не менее 3 м.

5.5. При установке РИТЭГ на поверхности воды или под водой, места их установки отмечаются установленными на буйках знаками радиационной опасности и надписями, запрещающими проведение водолазных работ в радиусе 10 м. При этом предусматривают дополнительные меры по предотвращению доступа посторонних лиц к РИТЭГ и обеспечению их сохранности.

5.6. При размещении РИТЭГ обеспечивают возможность обнаружения факта его повреждения или перемещения (хищения) не позднее, чем через 1 сутки.

**VI. Эксплуатация РИТЭГ**

6.1. К работам по монтажу и ремонту РИТЭГ допускаются лица, прошедшие специальное обучение по радиационной безопасности при проведении данного вида работ.

6.2. Организация, использующая РИТЭГ, разрабатывает и утверждает инструкцию по радиационной безопасности при эксплуатации РИТЭГ, содержащую изложение порядка:

- проведения каждого вида работ с РИТЭГ, проводимого в организации,

- мер защиты персонала при проведении этих работ,

- организации и проведения радиационного контроля.

6.3. Организация работ с РИТЭГ должна обеспечивать выполнение основных пределов доз для персонала группы А в соответствии с требованиями НРБ-99/2020.

5.6. При невозможности устранения неисправности РИТЭГ в месте размещения без демонтажа его радиационной защиты, РИТЭГ доставляется в специализированное предприятие для ремонта или для захоронения в установленном порядке.

**VII. Радиационный контроль**

7.1. При проведении работ с РИТЭГ осуществляется радиационный контроль.

В организации, эксплуатирующей РИТЭГ, контролируется:

- МАД на расстоянии 1 м от поверхности РИТЭГ и на внешней границе ограждения для ограничения доступа людей (не реже одного раза в год);

- индивидуальные дозы внешнего облучения персонала группы А (постоянно с регистрацией индивидуальных доз не реже одного раза в квартал);

- уровни радиоактивного загрязнения внешней поверхности РИТЭГ (при обнаружении значительного увеличения измеренных значений мощности дозы или механических повреждений РИТЭГ).

7.2. Контроль индивидуальных доз внешнего облучения персонала группы А за счет тормозного и гамма-излучения осуществляется с использованием двух индивидуальных дозиметров – один прямопоказывающий для оперативного контроля мощности дозы и полученной дозы, а второй накопительный. Снятие показаний накопительного дозиметра производится не реже, чем раз в квартал, и именно эти дозы учитываются в качестве индивидуальных доз внешнего облучения. Прямопоказывающий дозиметр используется только для оперативного контроля для исключения возможности облучения персонала в дозах, превышающих допустимые.

7.3. Для РИТЭГ с радиоизотопным топливом на основе альфа-излучающих радионуклидов дополнительно проводится контроль доз нейтронного излучения.

7.4. Дозиметрическое оборудование должно соответствовать параметрам регистрируемого излучения и иметь действующее свидетельство о поверке

**VIII. Мероприятия при радиационных авариях**

8.1. При работах с РИТЭГ возможны следующие радиационные аварии:

- повреждение РИТЭГ с нарушением герметичности защитных оболочек;

- изменение положения РИТЭГ в результате внешних воздействий (падение, провал в почву);

- повреждение или разрушение радиационной защиты РИТЭГ;

- хищение РИТЭГ.

8.2. Администрация организации, использующей РИТЭГ, разрабатывает и утверждает план мероприятий по защите персонала и населения в случае радиационной аварии, который должен содержать следующие разделы:

- перечень возможных аварий с РИТЭГ с учетом условий размещения и прогноз вероятной радиационной обстановки для этих аварий;

- перечень защитных мероприятий для каждого вида рассмотренных радиационных аварий;

- перечень организаций, с которыми осуществляется взаимодействие при ликвидации аварии и ее последствий;

- организация аварийного радиационного контроля;

- оценка характера и размеров радиационной аварии;

- порядок введения аварийного плана в действие;

- порядок оповещения и информирования;

- поведение персонала при аварии;

- обязанности должностных лиц при проведении аварийных работ;

- меры защиты персонала при проведении аварийных работ;

- противопожарные мероприятия;

- мероприятия по защите населения и окружающей среды;

- оказание медицинской помощи пострадавшим;

- меры по локализации и ликвидации очагов (участков) радиоактивного загрязнения;

- подготовка и тренировка персонала к действиям в случае аварии.

В организации разрабатывается и утверждается инструкция по действиям персонала в аварийных ситуациях.

8.3. Ответственным за проведение противоаварийных мероприятий является администрация организации, использующей РИТЭГ.

8.4. Во всех случаях установления факта радиационной аварии администрация организации, использующей РИТЭГ, действует в соответствии с разделом VI ОСПОРБ-99/2020.

8.5. В случае нарушения герметичности оболочек РИТЭГ и выхода активности наружу, необходимо определить и обозначить зону радиоактивного загрязнения и исключить доступ в нее людей. Поврежденный РИТЭГ поместить в герметичную емкость для исключения выхода активности в окружающую среду. Произвести удаление и сбор загрязненного грунта в емкости для сбора твердых радиоактивных отходов и отправить их на захоронение.

8.6. В случае повреждения или разрушения конструкций радиационной защиты РИТЭГ необходимо поместить его в радиационную упаковку, позволяющую обеспечить перевозку поврежденного РИТЭГ с соблюдением требований главы 1 данного раздела. При проведении этой работы принимают меры к обеспечению радиационной безопасности персонала (использование защитных экранов, дистанционного инструмента).

8.7. В случае хищения РИТЭГ следует немедленно организовать поиск пропавшего РИТЭГ.

8.8. Контроль и учет доз аварийного и планируемого повышенного облучения персонала осуществляется в рамках ЕСКИД в установленном порядке.

8.9. Все работы по ликвидации последствий аварии, связанные с радиоактивным загрязнением окружающей среды, проводятся с применением индивидуальных средств защиты. По окончании работ средства индивидуальной зашиты, а также рабочие инструменты, использованные в аварийных работах, дезактивируются.

8.10. Аварийный РИТЭГ отправляют на утилизацию в установленном порядке. При невозможности немедленной отправки на утилизацию, аварийный РИТЭГ в герметичной емкости отправляют в специально оборудованное хранилище (площадку) для временного хранения до отправки на утилизацию.

8.11. Хранилище для временного хранения аварийных РИТЭГ должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к хранилищам радиоактивных материалов, и обеспечивать сохранность РИТЭГ и их безопасное хранение.

**IX. Вывод РИТЭГ из эксплуатации**

9.1. После окончания назначенного срока эксплуатации РИТЭГ принимают решение о продлении срока его эксплуатации или выводе из эксплуатации. Решение принимается комиссией по результатам комплексного обследования технического состояния РИТЭГ. В состав комиссии входят представители организации, использующей РИТЭГ, органов государственного регулирования радиационной безопасности, организации - производителя (или проектировщика) РИТЭГ. В заключении комиссии определяются возможность, условия и срок дальнейшего использования РИТЭГ.

9.2. Продление срока эксплуатации РИТЭГ допускается на 5 лет, по окончании которых может быть принято решение о последующем продлении еще на 5 лет по результатам комплексного обследования. Общий срок продления срока эксплуатации РИТЭГ не должен превышать 25 лет.

9.3. Не позднее, чем за год до окончания назначенного срока эксплуатации, разрабатывают проект вывода РИТЭГ из эксплуатации, в котором предусматривают мероприятия по обеспечению безопасности при демонтаже, помещении в транспортную упаковку, транспортировании, временном хранении и утилизации РИТЭГ.

9.4. В проекте вывода РИТЭГ из эксплуатации оценивают ожидаемые дозы персонала и населения при проведении работ по выводу из эксплуатации.

9.5. Работы по выводу РИТЭГ из эксплуатации выполняются специально подготовленным персоналом организации, использующей РИТЭГ, или персоналом специализированной организации, имеющей соответствующую лицензию. Подготовка персонала к выводу из эксплуатации РИТЭГ должна проводиться на макетах и тренажерах с имитацией основных операций предстоящих работ.

9.6. При невозможности немедленной отправки выведенного из эксплуатации РИТЭГ на утилизацию, его отправляют для временного хранения в специально оборудованное хранилище (площадку), обеспечивающее его сохранность и исключающее возможность доступа посторонних лиц на территорию хранилища.

**Глава 12. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с металлоломом**

**I. Область применения**

1.1. В настоящей главе установлены требования по обеспечению радиационной безопасности населения при заготовке и реализации лома черных и цветных металлов, включая организацию и проведение радиационного контроля металлолома, обследование транспортных средств (оборудования), предназначенных к разделке на металлолом, которые являются обязательными для выполнения индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, занимающимися данной деятельностью.

1.2. Требования настоящей главы не распространяются на обращение с металлоломом, образующимся в результате утилизации конструкций и оборудования на предприятиях ядерного топливного комплекса.

**II. Общие положения**

2.1. Целью введения настоящих требований является обеспечение радиационной безопасности граждан и исключение возможности радиоактивного загрязнения среды обитания человека при заготовке и реализации металлолома.

2.2. Индивидуальные предприниматели и юридические лица, занимающиеся заготовкой и реализацией металлолома, в целях выявления радиоактивного загрязнения металлолома или наличия локальных источников ионизирующего излучения осуществляют его производственный радиационный контроль с использованием дозиметрических и радиометрических методов исследования.

2.3. При утилизации транспортных средств и установок (самолетов, вертолетов, кораблей, судов, железнодорожных вагонов, локомотивов, котлов, цистерн и т.д.), на которых могли быть стационарные или переносные приборы, аппараты и другое оборудование с источниками ионизирующего излучения, шкалы приборов с содержащими радионуклиды светосоставами постоянного действия, или осуществлялось хранение или транспортировка радиоактивных веществ, производственный радиационный контроль проводится перед разделкой их на металлолом.

2.4. Партия металлолома, максимальная МАД (далее – ММАД) гамма-излучения вблизи поверхности которой (за вычетом вклада природного фона) не превышает 0,2 мкЗв/час, не имеющая локальных ИИИ и поверхностного загрязнение альфа- и бета-излучающими радионуклидами, допускается к использованию на территории Российской Федерации без каких-либо ограничений по радиационной безопасности.

2.5. К реализации (в том числе к переплавке на металлургических заводах) допускаются партии металлолома, соответствующие требованиям настоящей главы.

2.6. При обнаружении металлолома, который по результатам радиационного контроля не может быть допущен к использованию без ограничения, организация, проводившая радиационный контроль, а также владелец металлолома своевременно информируют об этом орган Роспотребнадзора, на подконтрольной территории или объекте надзора которого находится металлолом. Дальнейшее обращение с ним должно проводиться по согласованию с этим органом Роспотребнадзора, с учетом требований санитарных правил и норм.

2.7. Все обнаруженные в металлоломе локальные ИИИ должны быть из него удалены. Извлечение из металлолома локальных ИИИ, МАД гамма-излучения на расстоянии 10 см от которых превышает 1 мкЗв/ч, или имеющих поверхностное радиоактивное загрязнение, может производиться только силами специализированной организации или специально подготовленными сотрудниками, отнесенными к персоналу группы А в соответствии с требованиями ОСПОРБ-99/2020.

**III. Радиационный контроль металлолома**

3.1. Радиационный контроль заготавливаемого на территории Российской Федерации и ввозимого на ее территорию металлолома осуществляется для своевременного обнаружения его радиоактивного загрязнения. Радиационный контроль металлолома проводится:

- при приемке металлолома, в том числе на пунктах сбора металлолома;

- при подготовке партии металлолома к реализации;

- перед реализацией загруженных металлоломом транспортных средств.

3.2. В организациях, занимающихся заготовкой металлолома, проводится производственный радиационный контроль. Он осуществляется специальной службой или лицом, ответственным за производственный радиационный контроль, в соответствии со специально разработанным порядком. Производственному радиационному контролю подлежит весь поступающий в организацию металлолом.

3.3. Порядок проведения производственного радиационного контроля металлолома согласовывается с органом, осуществляющим государственный санитарно-эпидемиологический надзор на подконтрольной территории которого находится организация, занимающяяся заготовкой металлолома.

3.4. Производственный радиационный контроль металлолома проводится по уровню гамма-излучения и должен обеспечивать выявление в металлоломе локальных источников гамма-излучения. Для проведения производственного радиационного контроля металлолома могут использоваться как автоматические стационарные средства непрерывного радиационного контроля (ворота, стойки и т.п.), так и переносные средства радиационного контроля (гамма-дозиметры, поисковые радиометры и т.п.) в зависимости от объема заготавливаемого металлолома. Дозиметрическое оборудование должно соответствовать параметрам регистрируемого излучения и иметь действующее свидетельство о поверке

3.5. Результаты производственного радиационного контроля регистрируются.

3.6. Лица, осуществляющие производственный радиационный контроль металлолома, несут ответственность за его своевременность, полноту и достоверность его осуществления в соответствии со статьей 32 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

3.7. Радиационный контроль партии металлолома, подготовленной к реализации, а также загруженного металлоломом транспортного средства осуществляется службой радиационной безопасности предприятия или лицом, ответственным за радиационный контроль, прошедшим специальную подготовку. Результаты радиационного контроля партии металлолома оформляются удостоверением о взрывобезопасности, радиационной и химической безопасности лома и отходов черных металлов.

3.8. Перед погрузкой партии металлолома в транспортное средство проводится радиационный контроль партии металлолома, подготовленной к загрузке в данное транспортное средство, по уровню гамма-излучения для проверки отсутствия локальных источников гамма-излучения. При обнаружении в металлоломе локальных источников, проводится проверка отсутствия загрязнения альфа- и бета-активными радионуклидами в местах обнаруженных источников.

3.9. Для партий металлолома, направляемых на экспорт либо следующих транзитом через территорию Российской Федерации, проводится измерение МАД гамма-излучения на поверхности готовой к отправке транспортной единицы, за исключением морских и речных судов, для которых данный вид радиационного контроля не проводится.

**IV. Радиационное обследование транспортных средств (оборудования), предназначенных для разделки на металлолом**

4.1. При проведении радиационного обследования транспортных средств (оборудования), предназначенных для разделки на металлолом, следует убедиться в отсутствии на них источников ионизирующего излучения и радиоактивного загрязнения.

4.2. Владелец транспортного средства (оборудования), предназначенного для разделки на металлолом, проводит демонтаж всех приборов, содержащих радиоактивные источники (датчики обледенения, разрядники систем зажигания двигателей и навигационных систем, радиоизотопные извещатели дыма, блоки детектирования корабельных дозиметрических установок, уровнемеры, плотномеры, другие радиоизотопные приборы, а также приборы со светосоставами постоянного действия). Необходимо убедиться и в отсутствии радиоактивного загрязнения объекта, которое могло произойти в процессе эксплуатации и демонтажа радиоактивных источников. При отсутствии владельца работы по демонтажу проводятся под контролем органа Роспогтребнадзора, на подконтрольной территории (объекте надзора) которого находится данное транспортное средство (оборудование).

4.3. Обследование транспортных средств (оборудования), предназначенных для разделки на металлолом, проводятся организациями, аккредитованными в установленном порядке в данной области измерений.

4.4. При обнаружении в процессе радиационного контроля транспортных средств (оборудования) локальных ИИИ или радиоактивного загрязнения его владелец и организация, проводившая радиационный контроль, обязаны своевременно оповестить об этом орган Роспотребнадзора, на подконтрольной территории (объекте надзора) которой находится данное транспортное средство (оборудование). Дальнейшие работы по демонтажу источников или дезактивации должны проводиться под контролем данного органа в соответствии с требованиями настоящей главы (п.п.6.2-6.4).

4.5. При обнаружении локальных ИИИ или радиоактивного загрязнения транспортного средства (оборудования) его владельцу необходимо обеспечить безопасные для здоровья населения и среды обитания условия и способы хранения, обезвреживания, перемещения и захоронения обнаруженных источников в соответствии с действующими санитарными правилами. Ему следует выполнить все предписания органа Роспотребнадзора, представить транспортное средство (оборудование) для повторного обследования, а также документы, подтверждающие выполнение предписанных мероприятий, в том числе протоколы измерений, проведенных ЛРК.

4.6. Транспортное средство (оборудование) допускается к разделке на металлолом на территории Российской Федерации без каких-либо ограничений по радиационной безопасности при отсутствии на нем источников ионизирующего излучения и радиоактивного загрязнения и при МАД (за вычетом вклада природного фона) на его поверхности не более 0,2 мкЗв/ч.

**V. Требования к методикам радиационного контроля металлолома**

5.1. Производственный радиационный контроль металлолома включает:

- радиационный контроль всего поступающего в заготовительную организацию металлолома с целью выявления его радиоактивного загрязнения либо наличия в нем локальных источников гамма-излучения;

- измерение мощности дозы гамма-излучения при обнаружении превышения радиационного фона вблизи партии или фрагмента металлолома.

5.2. Методика производственного радиационного контроля должна обеспечивать:

- достоверное выявление случаев превышения МАД гамма-излучения вблизи поверхности партии металлолома над природным фоном более чем на 0,05 мкЗв/ч;

- выявление всех находящихся в партии металлолома локальных источников, создающих МАД гамма-излучения на расстоянии 10 см от поверхности партии (транспортного средства) более 0,2 мкЗв/ч;

- гарантированное выявление всех содержащихся в партии металлолома локальных источников, создающих МАД гамма-излучения на расстоянии 10 см от источника более 1 мкЗв/ч.

5.3. Радиационный контроль партии металлолома включает:

- выявление в партии металлолома локальных источников гамма-излучения;

- проведение измерений МАД гамма-излучения на поверхности партии металлолома;

- проверку наличия поверхностного загрязнения металлолома альфа- и бета-активными радионуклидами в местах выявленных локальных источников гамма-излучения;

- проведение радиационного обследования порожнего транспортного средства, предназначенного для перевозки партии металлолома, а также измерение МАД гамма-излучения на поверхности загруженного транспортного средства.

5.4. Методика радиационного контроля партии металлолома, проводимого ЛРК, должна обеспечивать:

- достоверное определение наличия гамма-излучения содержащихся в металлоломе радионуклидов с доверительным значением нижней границы определения МАД гамма-излучения (над естественным радиационным фоном) не более 0,05 мкЗв/ч;

- выявление всех находящихся в партии металлолома локальных источников, создающих МАД гамма-излучения на поверхности партии (транспортного средства) более 0,2 мкЗв/ч (над природным фоном);

- гарантированное выявление всех содержащихся в партии металлолома локальных источников, создающих МАД гамма-излучения на расстоянии 10 см от источника более 1 мкЗв/ч;

- достоверное выявление в местах обнаружения локальных источников гамма-излучения наличия плотности потока альфа-излучения, превышающей 1,0 альфа-частицу/(см2 х мин);

- достоверное выявление в местах обнаружения локальных источников гамма-излучения наличия плотности потока бета-излучения, превышающей 10 бета-частиц/(см2 х мин).

**VI. Радиационная безопасность при заготовке и реализации металлолома**

6.1. При обнаружении металлолома, который по результатам радиационного контроля не может быть допущен к использованию без ограничений, организация, проводившая радиационный контроль, и владелец металлолома обязаны проинформировать орган Роспотребнадзора, на подконтрольной территории (подконтрольном объекте) которого находится металлолом. Дальнейшее обращение с металлоломом должно проводиться по согласованию с этим органом.

6.2. При обнаружении в составе партии металлолома радиоактивного загрязнения или локальных источников их идентификация, изъятие и последующее обращение с ними (хранение, транспортировка, захоронение и т.д.) должны проводиться специализированной организацией или подготовленными специалистами, отнесенными к персоналу группы А, в соответствии с требованиями НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020 по согласованию с органом Роспотребнадзора, на подконтрольной территории (подконтрольном объекте) которого находится металлолом.

6.3. При обнаружении в процессе радиационного контроля металлолома, значений МАД гамма-излучения на его поверхности (над природным фоном), превышающих 1 мкЗв/ч, лица, проводившие радиационный контроль, должны немедленно прекратить дальнейшие работы и проинформировать об этом руководство заготовительной организации и орган Роспотребнадзора, на подконтрольной территории (подконтрольном объекте) которого находится металлолом. Руководство заготовительной организации должно принять меры к ограничению доступа посторонних лиц в зону с повышенным уровнем гамма-излучения (более 1 мкЗв/ч над природным фоном) и дальнейшие действия проводить по согласованию с органом Роспотребнадзора в соответствии с требованиями санитарных правил по обеспечению радиационной безопасности.

6.4. Извлеченные из партии металлолома локальные ИИИ могут, по согласованию с органом Роспотребнадзора, помещаться для временного хранения в металлические контейнеры, расположенные в специально предназначенных для этого помещениях, обеспечивающих их сохранность и исключающих возможность несанкционированного доступа к ним посторонних лиц. МАД гамма-излучения (за вычетом природного фона) на внешней поверхности стен помещения, в котором размещается контейнер с извлеченными локальными источниками, не должна превышать 1 мкЗв/ч. Порядок хранения и захоронения локальных источников согласовывается с органом Роспотребнадзора.

**Глава 13. Обеспечение радиационной безопасности при проведении работ со скважинными генераторами нейтронов**

**I. Область применения**

1.1. Настоящая глава устанавливает требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении работ со скважинными генераторами нейтронов на отпаянных нейтронных трубках (далее - СГН).

1.2. Требования данной главы распространяются на все виды работ, связанные с обращением (проектирование, конструирование, изготовление, поставка, эксплуатация, ремонт, обслуживание, хранение, транспортирование, контроль) с СГН всех типов и обязательны для исполнения всеми юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, деятельность которых связана с обращением с СГН.

**II. Общие положения**

2.1. СГН предназначены для использования в качестве источника нейтронов в составе аппаратурных комплексов для геофизических исследований буровых скважин. СГН являются техногенными ИИИ, представляющими потенциальную радиационную опасность для здоровья людей. СГН относятся к генерирующим ИИИ.

2.2. СГН представляют собой малогабаритный ускоритель ядер дейтерия (дейтонов). Он включает ускорительную трубку, мишень, содержащую дейтерий (2Н) или тритий (3Н), источник высоковольтного питания и измерительную аппаратуру. Ускорительные трубки для генерации нейтронов принято называть нейтронными трубками.

2.3. В СГН, в основном, применяются нейтронные трубки с тритиевой мишенью, представляющей собой слой пористого титана, насыщенный тритием, нанесенный на циркониевый или вольфрамовый диск. В результате ядерной реакции 3Н(d,n)4Не , проходящей при бомбардировке тритиевой мишени дейтонами, ускоренными до энергии 120 ÷ 160 кэВ, генерируются быстрые нейтроны с энергией 14 МэВ.

2.4. СГН с тритиевой мишенью содержит закрытый радионуклидный источник, обращение с которым должно производиться в соответствии с ОСПОРБ-99/2020.

2.5. В некоторых случаях используются нейтронные трубки с мишенью, насыщенной дейтерием. Они являются источником быстрых нейтронов с энергией 2,5 МэВ, возникающих в результате ядерной реакции 2Н(d,n)3Не, проходящей при бомбардировке ускоренными дейтонами дейтериевой мишени.

2.6. СГН состоят из излучателя нейтронов и системы внешнего питания и управления, электрически связанных между собой с помощью кабелей.

2.7. Излучатель нейтронов СГН включает блок трубки и блок питания либо блок коммуникации.

2.8. Блок трубки содержит нейтронную трубку и схему ее высоковольтного питания. Он выполнен в виде металлического герметичного цилиндра, залитого электроизолирующей жидкостью.

2.9. Основными факторами радиационной опасности при работах с СГН являются:

- быстрые нейтроны, возникающие при подаче высокого напряжения на нейтронную трубку;

- тепловые и промежуточные нейтроны, образующиеся при замедлении быстрых нейтронов в конструкционных материалах СГН и в окружающей среде;

- рентгеновское излучение, возникающее при торможении заряженных частиц в нейтронной трубке;

- вторичное гамма-излучение, образующееся при рассеянии и поглощении быстрых, промежуточных и тепловых нейтронов конструкционными материалами СГН и окружающей среды;

- альфа-, бета- и гамма-излучение радионуклидов, образующихся в результате активации нейтронами конструкционных материалов СГН и окружающей среды;

- бета-излучение трития, который может попасть в окружающую среду в результате нарушения герметичности нейтронной трубки.

2.10. Нейтронное и вторичное гамма-излучение, генерируемые при работе СГН, создают основной вклад в дозу облучения. Ионизирующие излучения радионуклидов, образующихся в результате активации нейтронами конструкционных материалов СГН и окружающей среды, являются факторами радиационной опасности, действующими не только во время работы СГН, но и в течение определенного периода времени после его выключения.

2.11. Проектирование, конструирование, производство, размещение, эксплуатация, техническое обслуживание, хранение и утилизация СГН, а также проектирование, конструирование, изготовление и эксплуатация средств радиационной защиты для СГН осуществляется организациями, имеющими лицензию на соответствующий вид деятельности в области использования источников ионизирующего излучения (генерирующих).

2.12. В технической документации на СГН должны быть приведены следующие характеристики, определяющие требования по обеспечению радиационной безопасности при работе с ними:

- МАД на расстоянии 1,0 м от мишени нейтронной трубки СГН, работающего на номинальной мощности;

- МАД на расстоянии 0,1 м от мишени нейтронной трубки СГН, проработавшего 1 час на номинальной мощности, сразу после его выключения;

- активность трития, содержащегося в мишени нейтронной трубки СГН (для трубок с тритиевой мишенью).

2.13. Если МАД на расстоянии 0,1 м от мишени нейтронной трубки СГН сразу после его выключения не превышает 1,0 мкЗв/ч, то сразу после выключения СГН обращение с ним может производиться как с изделием, не представляющим радиационной опасности.

2.14. Если МАД на расстоянии 0,1 м от мишени нейтронной трубки СГН сразу после его выключения не превышает 12 мкЗв/ч, то обращение с ним лицами, отнесенными к персоналу группы А, может производиться сразу после выключения СГН. В противном случае, работа персонала в помещении, где размещен СГН, возможна только по прошествии времени, необходимого для спада наведенной активности конструкционных материалов СГН до допустимого уровня.

**III. Получение, хранение и транспортирование СГН**

3.1. Поставка и учет СГН и их передача в другие организации производится в соответствии с требованиями раздела 3.5 ОСПОРБ-99/2020.

3.2. Не находящиеся в работе СГН хранятся в специально отведенных местах, обеспечивающих их сохранность и исключающих доступ к ним посторонних лиц.

3.3. При транспортировании СГН, содержащих нейтронные трубки с тритиевой мишенью, их помещают в защитную тару и закрепляют с помощью амортизирующей подвески или прокладок так, чтобы избежать механических повреждений, способных привести к нарушению герметичности нейтронной трубки.

3.4. Транспортирование СГН, содержащих нейтронные трубки с тритиевой мишенью, производится в специальных упаковках, с соблюдением требований [главы 1](http://ivo.garant.ru/document/redirect/4179203/300) раздела 1 настоящих сводных санитарных правил.

3.5. К использованию на территории Российской Федерации допускаются СГН, в том числе и импортного производства, соответствующие требованиям НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

**IV. Лабораторно-макетные и пуско-наладочные работы**

4.1. Лабораторно-макетные работы с СГН проводятся на этапах разработки и стендовых испытаний новых типов СГН, а также их излучателей и нейтронных трубок.

4.2. Пуско-наладочные работы с СГН проводятся на этапах его разработки, производства и эксплуатации.

4.3. Лабораторно-макетные и пуско-наладочные работы проводятся в отдельных зданиях или отдельных помещениях, предназначенных для проведения этих работ.

4.4. СГН и пульт управления СГН размещаются в отдельных помещениях. Помещение, в котором размещается СГН, должно обеспечивать радиационную защиту персонала и работников, находящихся в смежных помещениях, в соответствии с требованиями НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020 при любом допустимом режиме работы СГН. Не допускается присутствие людей в помещении, в котором размещен СГН, при его работе. При использовании СГН, для которого не выполняются требования пункта 2.14 настоящей главы, присутствие людей в помещении, в котором размещен СГН, допускается по истечении времени, необходимого для спада наведенной активности конструкционных материалов СГН до допустимого уровня.

4.5. Специальные требования к отделке помещений, предназначенных для проведения лабораторно-макетных или пуско-наладочных работ с СГН, не предъявляются.

4.6. Помещения для проведения работ с СГН оборудуются приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей в течение часа не менее чем пятикратный обмен воздуха при объеме помещения от 100 до 150 м3 или трехкратный обмен при больших объемах.

4.7. Входная дверь помещения, в котором проводятся работы с СГН, оборудуется блокировками, исключающими возможность включения СГН при открытой двери и открывания двери снаружи, при работающем СГН, но не препятствующие открыванию двери изнутри (из помещения, в котором расположен СГН) с выключением СГН.

Помещение, в котором расположен СГН, оборудуют световой и звуковой сигнализацией о работе СГН и средствами аварийного выключения СГН.

Над входной дверью в это помещение устанавливают световое табло с предупреждающей надписью «Генератор включен», включающееся при работе СГН. На входную дверь наносят знак радиационной опасности.

4.8. В помещениях для работы с СГН запрещается прием персоналом пищи, воды, курение, пользование косметикой.

**V. Работы на моделях пластов**

5.1. Работы с СГН на моделях пластов проводятся на этапах их разработки, производства и эксплуатации.

5.2. Помещения для проведения работ с СГН на моделях пластов должны удовлетворять требованиям п.п. 4.4 – 4.8 данной главы.

5.3. Работы на моделях пластов проводятся в отдельных зданиях, отдельных помещениях зданий или на огороженных открытых площадках, предназначенных для проведения этих работ.

5.4. Открытые площадки, предназначенные для проведения работ на моделях пластов, огораживают. Характер ограждения выбирается в зависимости от района проведения работ (вблизи или на удалении от населенного пункта). МАД излучения за ограждением не должна превышать 1 мкЗв/ч. На внешней стороне ограждения вывешивают знаки радиационной опасности, отчетливо различимые с расстояния 3 м.

5.5. Перед включением в рабочий режим СГН целиком погружают в скважину модели пласта.

5.6. После выключения СГН, для которого не выполняются требования пункта 2.14 настоящей главы, его оставляют в скважине на время, достаточное для спада наведенной активности конструкционных материалов СГН до допустимого уровня.

**VI. Полевые работы**

6.1. Полевые работы с СГН проводятся на этапах их разработки, освоения производства и промышленной эксплуатации.

6.2. При намечаемом проведении работ с СГН вне организации, на которую распространяется действие санитарно-эпидемиологического заключения, следует поставить в известность (в письменной форме) органы государственного санитарно-эпидемиологического надзора по месту планируемого проведения работ. Оформление нового санитарно- эпидемиологического заключения по месту планируемого проведения работ не требуется.

6.3. При работе с СГН на скважине его включают только после спуска в скважину на глубину не менее 5 м, считая от устья скважины до кольцевой проточки на корпусе СГН.

6.4. После выключения СГН, находящегося в скважине, действуют в соответствии с требованиями п. 5.6 правил.

**VII. Проектирование защиты от излучения работающего СГН**

7.1. Проектирование защиты от внешнего ионизирующего излучения СГН, работающего в помещении при проведении лабораторно-макетных работ, пуско-наладочных работ и работ на моделях пластов, проводится с учетом назначения помещений, категории облучаемых лиц, длительности облучения и расположения рабочих мест. При расчете защиты используют коэффициент запаса, равный 2.

7.2. При проведении расчета защиты, в зависимости от вышеперечисленных условий, в предположении работы СГН в течение всего рабочего времени в одну смену, используют значения проектной мощности дозы излучения на поверхности защиты, полученные с учетом коэффициента запаса 2, приведенные в таблице 7.1.

Таблица 7.1

**Значения проектной мощности амбиентного эквивалента дозы излучения на поверхности защиты, полученные в предположении работы СГН в течение всего рабочего времени в одну смену**

|  |  |
| --- | --- |
| Категория помещения | Проектная МАД, мкЗв/ч |
| Помещения постоянного пребывания персонала группы А | 6,0 |
| Помещения временного пребывания персонала группы А | 12 |
| Помещения постоянного пребывания персонала группы Б | 1,5 |
| Помещения и территории, где находится население | 0,3 |

7.3. При проектировании защиты от внешнего ионизирующего излучения СГН, который по техническим характеристикам или по технологии использования работает не все рабочее время, используют в качестве проектной величины МАД соответствующие значения из таблицы 7.1, умноженные на отношение времени работы СГН за год в часах к 1700 ч.

**VIII. Обеспечение радиационной безопасности после выключения СГН**

8.1. СГН, для которого не выполняются требования п. 2.13 настоящей главы, вследствие активации его конструкций и после выключения остается источником радиационной опасности на период времени, длительность которого зависит от продолжительности предшествующей работы СГН и величины генерируемого им потока нейтронов.

8.2. Основным фактором радиационной опасности после выключения СГН является гамма-излучение радионуклида 56Mn, который образуется из 57Fe и 55Mn, входящих в состав стали охранного кожуха СГН, в результате реакции 56Fe(n,p)56Mn (на быстрых нейтронах с энергией 14 МэВ) и 55Mn(n,γ)56Mn (на тепловых нейтронах).

8.3. Любые манипуляции с СГН, для которого не выполняются требования пункта 2.13 (для персонала группы А п.2.14) настоящей главы, после его выключения начинают лишь по прошествии времени, обеспечивающего спад активности продуктов активации конструкционных материалов до допустимого уровня.

**IX. Радиационный контроль**

9.1. При проведении работ с СГН осуществляют радиационный контроль.

В зависимости от видов проводимых работ с СГН контролируются:

- МАД нейтронов при работе с СГН вне скважины (на рабочих местах персонала и в смежных помещениях не реже одного раза в год и при каждом изменении характера работ).

- МАД гамма-излучения при включенном СГН, работающем вне скважины (на рабочих местах персонала и в смежных помещениях не реже одного раза в год и при каждом изменении характера работ).

- МАД гамма-излучения по прошествии минимально необходимого времени выдержки после выключения СГН, для которого не выполняются требования п. 2.14 настоящих правил (на рабочих местах персонала каждый раз при входе персонала в помещение для работы с СГН после его выключения и после извлечения СГН из скважины).

- Индивидуальные дозы внешнего облучения персонала группы А (постоянно с регистрацией индивидуальных доз не реже одного раза в квартал).

9.2. Контроль индивидуальных доз внешнего облучения персонала группы А, в том числе и нейтронным излучением, проводится с использованием индивидуальных дозиметров.

9.3. При проведении контроля МАД нейтронного и гамма-излучения, а также при контроле индивидуальных доз персонала группы А используют дозиметрические приборы, предназначенные для измерения соответствующих параметров нейтронного и гамма-излучения с учетом их энергетического спектра, и имеющие действующее свидетельство о поверке. При работе с импульсными СГН, используют приборы для контроля импульсного нейтронного и гамма-излучений.

**X. Мероприятия при радиационных авариях**

10.1. При работах с СГН возможны следующие радиационные аварии:

- невозможность извлечения СГН из скважины;

- нарушение целостности нейтронной трубки с тритиевой мишенью;

- утеря (хищение) СГН;

- переоблучение персонала.

10.2. При возникновении радиационных аварий руководствуются утвержденной инструкцией по действиям персонала в аварийных ситуациях. В ней должны быть отражены следующие положения:

- описание возможных аварий;

- порядок информирования заинтересованных органов и организаций о возникновении аварии;

- меры по изоляции и ликвидации участков радиоактивного загрязнения;

- действия персонала при авариях;

- меры защиты персонала и населения от аварийного облучения;

- порядок ликвидации последствий аварии и меры защиты при выполнении аварийных работ;

- объем радиационного контроля при ликвидации последствий аварии.

10.3. Во всех случаях установления факта радиационной аварии администрация организации, использующей СГН, информирует органы государственной власти, в том числе федеральные органы государственного регулирования радиационной безопасности, а также органы местного самоуправления.

10.4. При установлении факта радиационной аварии администрация организации, использующей СГН, принимает меры по восстановлению контроля за источником ионизирующего излучения и ликвидации последствий аварии, предусмотренные инструкцией по действиям персонала в аварийных ситуациях.

10.5. В случае прихвата СГН в скважине проводят мероприятия по освобождению СГН.

10.6. В случае невозможности извлечения СГН из скважины проводятся работы по его изоляции (захоронению) в скважине.

10.7. В случае нарушения целостности или полного разрушения нейтронной трубки с тритиевой мишенью вне скважины прекращают все работы на месте аварии, исключают доступ людей в зону аварии, помещают нейтронную трубку в отдельную емкость и заливают парафином. При отсутствии парафина помещают трубку в герметично закрываемую емкость, исключающую выход трития в окружающую среду (в дальнейшем емкость должна направляют на пункт захоронения радиоактивных отходов).

10.8. В случае соприкосновения электроизоляционной жидкости, изолирующей излучатель СГН, с разгерметизированной нейтронной трубкой с тритиевой мишенью эту жидкость считают радиоактивными отходами, помещают в специальный сборник и направляют на пункт захоронения радиоактивных отходов.

10.9. При установлении факта разгерметизации нейтронной трубки с тритиевой мишенью и загрязнения тритием места аварии, оборудования, инструмента производят их дезактивацию.

**Глава 14. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с радиоактивными отходами**

**I. Область применения**

1.1. В настоящей главе установлены требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при всех видах обращения с радиоактивными отходами (далее - РАО), являющиеся обязательными для исполнения на всей территории Российской Федерации всеми юридическими и физическими лицами независимо от их подчинения и формы собственности, которые занимаются деятельностью, связанной со всеми видами обращения с РАО.

1.2. Требования настоящей главы распространяются на организации, в которых в результате их деятельности образуются РАО; на организации, осуществляющие сбор, хранение, транспортирование, переработку и захоронение РАО, а также на организации, осуществляющие проектирование и строительство объектов, где будут образовываться, храниться, перерабатываться и захораниваться РАО.

1.3. Требования настоящей главы не распространяются на облученное ядерное топливо и ядерные материалы, производственные отходы с повышенным содержанием природных радионуклидов, на захоронение жидких РАО в глубокие геологические горизонты (пласты-коллекторы).

**II. Общие положения**

2.1. Организации, в результате деятельности которых образуются РАО, несут ответственность за безопасность при обращении с РАО до их передачи национальному оператору.

2.2. В проектной документации организации, при работе которой могут образовываться РАО, в разделе по обращению с радиоактивными отходами приводится характеристика образования РАО: их годовое количество (масса), активность, радионуклидный состав, агрегатное состояние, а также указаны меры по предупреждению и ликвидации аварийного образования РАО.

Проектом предусматриваются раздельные системы обращения с РАО разных видов (высоко-, средне- низко- и очень низкоактивными) и нерадиоактивными отходами.

Для каждого вида отходов должна быть обоснована система обращения с ними: методы сбора, временного хранения с указанием сроков, упаковки, транспортировки, кондиционирования (при необходимости), длительного хранения и/или захоронения. Кроме того, должны предусматриваться необходимые помещения и оборудование для обращения с РАО, определяться объем, периодичность и методы радиационного контроля.

2.3. В проекте должно быть предусмотрено, что облучение лиц, занятых обращением с РАО, не должно превышать пределов дозы, установленных для персонала. Годовая эффективная доза облучения критической группы населения, проживающего вблизи пункта захоронения РАО, в течении всего срока их изоляции не должна превышать 0,3 мЗв/год в нормальных условиях и 1,0 мЗв/год в случае маловероятной аварии.

**III. Образование и классификация радиоактивных отходов**

3.1. Критерии отнесения к РАО и их классификация приведены в параграфе 12 ОСПОРБ-99/2020.

3.2. Для предварительной сортировки твердых отходов рекомендуется использование критериев по уровню поверхностного радиоактивного загрязнения (таблица 3.2) и по МАД гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности при соблюдении условий измерения в соответствии с утвержденными методиками:

- очень низкоактивные - от 0,001 мЗв/ч до 0,03 мЗв/ч;

- низкоактивные - от 0,03 мЗв/ч до 0,3 мЗв/ч;

- среднеактивные - от 0,3 мЗв/ч до 10 мЗв/ч;

- высокоактивные - более 10 мЗв/ч.

Таблица 3.2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категория РАО | Уровень поверхностного радиоактивного загрязнения, част./(см2⋅мин) | |
| Бета-излучающие радионуклиды | Альфа-излучающие радионуклиды |
| Очень низкоактивные | от 500 до 103 | от 50 до 100 |
| Низкоактивные | от 103 до 104 | от 102 до 103 |
| Среднеактивные | от 104 до 107 | от 103 до 106 |
| Высокоактивные | более 107 | более 106 |

3.3. При обращении с РАО, помимо их агрегатного состояния и удельной активности, должны учитываться срок сохранения потенциальной опасности радионуклидов, находящихся в отходах, и другие их физические и химические характеристики, в частности, взрыво- и огнеопасность, органические или неорганические и т.п.

**IV. Основные стадии обращения с радиоактивными отходами**

4.1. Основные стадии обращения с РАО:

Сбор и сортировка РАО осуществляется в местах их образования и/или переработки с учетом радиационных, физических и химических характеристик в соответствии с системой классификации отходов и с учетом методов последующего обращения с ними.  
Первичная сортировка отходов включает в себя их разделение на радиоактивные и нерадиоактивные составляющие. Первичная сортировка производственных отходов радиационных объектов направлена на разделение: на отходы производства и потребления; промышленные отходы, загрязнённые техногенными радионуклидами; и радиоактивные отходы.

Первичная сортировка отходов проводится с предварительным категорированием на стадии образования по сроку сохранения потенциальной опасности в зависимости от типа радионуклидов и формированием первичных упаковок для дальнейшей иммобилизации с примерно одинаковыми сроками хранения. После кондиционирования иммобилизированные отходы должны категорироваться и далее размещаться в контейнеры в зависимости от класса отходов и длительности хранения или захоронения. При удельной активности техногенных радионуклидов в твердых отходах менее МЗУА, но больше значений, приведенных в приложении 3 ОСПОРБ-99/2020, их следует направлять на специально выделенные участки объектов размещения производственных отходов в соответствии с законодательством в сфере обращения с отходами производства и потребления.

**V. Требования к сбору, хранению и удалению радиоактивных отходов из организации**

5.1. Сбор РАО в организации должен производиться в местах их образования отдельно от других отходов в первичные упаковки с учетом:

- категории отходов;

- агрегатного состояния (твердые, жидкие);

- физических и химических характеристик;

- природы (органические, неорганические);

- категории отходов по удельной активности,

- периода полураспада (составляющего часы, дни, месяцы, годы, десятилетия и больший период),

- срока сохранения потенциальной опасности радионуклидов, находящихся в отходах,

- намерения дальнейшей изоляции: промежуточное хранение, временное хранение, долговременное хранение и захоронение;

- взрыво- и огнеопасности;

- принятых методов переработки отходов.

РАО должны в организации по возможности переводиться в физически-, химически- и биологически инертное состояние.

Не допускается смешивание радиоактивных и нерадиоактивных отходов и РАО разных категорий с целью снижения их удельной активности.

5.2. Для сбора РАО в организации должны быть специальные сборники-контейнеры. Для первичного сбора твердых РАО могут использоваться пластикатовые или бумажные мешки, которые затем загружаются в сборники-контейнеры. Мешки из полимерной пленки должны быть механически прочными, максимально устойчивыми к воздействию низких температур и иметь шнур для плотного затягивания верха мешка после его заполнения. При размещении отходов в мешках во всех случаях следует принять меры, предотвращающие возможность их механических повреждений острыми, колющими и режущими предметами. Заполнение сборников-контейнеров РАО должно производиться под радиационным контролем в условиях, исключающих возможность их рассыпания и разлива.

5.3. Жидкие РАО собираются в специальные ёмкости. Их следует концентрировать и отверждать на объекте, где они образуются, или в организации по обращению с РАО. При малых количествах жидких РАО (менее 200 л в сутки) они направляются на хранение или переработку в специализированные организации (СПО). В организациях, где возможно образование значительного количества жидких РАО (более 200 л в сутки), проектом предусматривается система спецканализации. В спецканализацию не должны попадать нерадиоактивные стоки.

5.4. В процессе сбора РАО должны разделяться на горючие и негорючие. Горючие жидкие РАО собираются в отдельные емкости, отвечающие требованиям пожарной безопасности.

5.5. Запрещается сброс жидких РАО в поверхностные и подземные водные объекты, на водосборные площади, в недра и на почву.

5.6. Места расположения сборников РАО должны обеспечиваться защитными приспособлениями для снижения излучения за их пределами до допустимого уровня.

Для временного хранения и выдержки сборников с РАО, на поверхности которых МАД гамма-излучения превышает 2 мЗв/ч, должны быть специально оборудованы защитные колодцы или ниши. Извлечение сборников отходов из колодцев и ниш необходимо производить с помощью специальных устройств, исключающих переоблучение обслуживающего персонала.

5.7. Короткоживущие отходы, время распада радионуклидов которых до значений ниже МЗУА составляет менее одного года, допускается временно хранить в организации без направления на захоронение с последующим обращением с ними как с нерадиоактивными отходами.

5.8. Временное хранение РАО различных категорий в организации должно осуществляться в отдельных помещениях, либо на специально выделенном участке.

5.9. Временное хранение РАО следует осуществлять в контейнерах. Конструкция контейнеров должна обеспечивать возможность их погрузки и разгрузки со спецтранспорта. Типы контейнеров для РАО определяются характеристиками отходов. На наружной поверхности сборников-контейнеров должен быть нанесен знак радиационной опасности. При невозможности нанесения на поверхность сборника-контейнера знака радиационной опасности на контейнер с РАО навешивается бирка со знаком радиационной опасности. МАД гамма-излучения в воздухе на расстоянии 1 м от контейнера с РАО допускается не более 0,1 мЗв/ч. МАД гамма-излучения за пределами или на границе участка временного хранения РАО не должна превышать 1 мкЗв/ч.

Должно быть оборудовано специальное помещение (или место в помещении) для дезактивации сборников-контейнеров.

5.10. Временное хранение контейнеров с РАО, содержащими эманирующие радиоактивные вещества (радий, торий и др.), производится в вытяжных шкафах или укрытиях, оборудованных системой вытяжной вентиляции со скоростью движения воздуха в рабочих проемах вытяжных шкафов не менее 1,5 м/с. Допускается временное хранение контейнеров с РАО, содержащими эманирующие радиоактивные вещества, на специально выделенном участке с соблюдением требований п.5.9 настоящей главы.

5.11. Для транспортирования РАО с мест их временного хранения в СПО должны использоваться специальные транспортные контейнеры. Загрузка и выгрузка РАО средней и высокой активности должны быть механизированы.

5.12. Крупногабаритные РАО (загрязненное оборудование) подлежат разборке и фрагментации на части в организациях с последующим затариванием в сертифицированные транспортные контейнеры для доставки в СПО.

5.13. РАО, содержащие радионуклиды с периодом полураспада менее 15 суток, собираются отдельно от других РАО и выдерживаются в местах временного хранения РАО для снижения активности до уровней, не превышающих МЗУА.

5.14. Сроки выдержки РАО с содержанием большого количества органических веществ (трупы экспериментальных животных и т.п.) не должны превышать 5 суток в случае, если не обеспечиваются условия хранения (выдержки) в холодильных установках или соответствующих растворах.

5.15. Ответственный за организацию сбора, хранения и сдачу РАО назначается приказом администрации организации.

Ответственное лицо ведет систематический контроль и учет за сбором, временным хранением и подготовкой к удалению РАО, образующихся в процессе работы. Указанные сведения заносятся в журнал учета РАО.

5.16. Не реже одного раза в год комиссия, назначаемая администрацией организации, проверяет правильность ведения учета количества РАО, сданных специализированной организации на захоронение, а также находящихся в организации. В случае установления потерь РАО немедленно ставятся в известность органы, осуществляющие государственный надзор в области обеспечения радиационной безопасности, а виновные должностные лица привлекаются к ответственности в установленном порядке.

**VI. Требования к приему радиоактивных отходов от организации**

6.1. Радиоактивные отходы, направляемые на захоронение, должны отвечать требованиям, предъявляемым к кондиционированным отходам и упаковке, регламентированным специальными нормативными документами. Требования предъявляются:

- к радиационным параметрам отходов;

- к агрегатному состоянию отходов;

- к форме и физико-химическим свойствам отходов: содержанию свободной влаги, выщелачиваемости, стабильности, газовыделению, горючести, содержанию ядовитых и взрывоопасных веществ, механическим свойствам и др.;

- к массогабаритным параметрам упаковки;

- к радиационным параметрам упаковки, включая уровень нефиксированного поверхностного загрязнения и др.

Твердые, жидкие РАО, а также отработавшие установленный срок радионуклидные источники излучения принимаются от организаций для транспортирования в СПО в сертифицированных транспортных контейнерах или упаковках, отвечающих требованиям, изложенным в разделе 7 настоящей главы.

6.2. Приему на хранение и захоронение не подлежат твердые и жидкие РАО, содержащие следующие опасные материалы:

- взрывчатые и самовоспламеняющиеся материалы;

- химические вещества с токсиметрическими характеристиками, соответствующими I классу (чрезвычайно опасные) и II классу (высокоопасные);

материалы, реагирующие с водой с выделением тепла и образованием горючих газов;

- материалы, способные выделять газы, пары, возгоны;

- патогенные и инфекционные материалы.

Такие РАО перед отправкой в СПО должны быть переведены в неопасное состояние в месте их образования. Порядок и способы обезвреживания РАО определяются в проектной документации в каждом отдельном случае должны быть согласованы с органами, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор. В акте на сдачу РАО должно быть указано на отсутствие особо опасных материалов, либо приложен акт об их переводе в неопасное состояние.

6.3. Отработавшие установленный срок радионуклидные ИИИ принимаются от организаций в специальных транспортных упаковочных комплектах (ТУК) или в других защитных устройствах или контейнерах, обеспечивающих безопасность обслуживающего персонала в процессе погрузки, транспортирования, выгрузки, хранения и захоронения ИИИ.

В СПО должна быть разработана инструкция, предусматривающая порядок и условия приема различных ИИИ в зависимости от принятых методов их хранения и захоронения.

6.4. Подготовка к отправке контейнеров (упаковок) с РАО производится силами организаций, сдающих отходы.

6.5. На каждую партию РАО составляется акт. Первый экземпляр акта вместе с отходами передается в СПО, а второй остается в организации, сдающей РАО.

Акт заверяется подписью лица, ответственного за сдачу отходов, и скрепляется печатью организации.

Количество контейнеров и упаковок в партии, их тип и маркировка должны соответствовать данным акта. Упаковки, не указанные в акте, отправке в СПО не подлежат.

6.6. При отправке упаковок с РАО автомобильным, железнодорожным, воздушным и иным транспортом по согласованию со СПО организация - владелец РАО самостоятельно производит радиационный контроль, заполняет сопроводительные документы и высылает их вместе с грузом по согласованному СПО адресу.

В случае транспортирования РАО спецавтомобилем СПО представитель последней производит радиационный контроль принимаемого груза.

6.7. Контроль контейнеров и упаковок должен производиться по следующим параметрам:

- масса (объем) упаковок и наружные размеры;

- наличие, содержание и визуальная доступность маркировки;

- целостность;

- наличие на упаковках бирки или других документов с необходимыми дополнительными сведениями об упаковке и составе РАО;

- МАД излучения на поверхности и на расстоянии 1 метр от наружной поверхности;

- наличие и уровни загрязнения радиоактивными веществами наружной поверхности;

- надежность и исправность запоров и необходимая герметичность;

- наличие грузоподъемных и крепежных элементов.

6.8. Представитель СПО имеет право потребовать вскрытия до 10% упаковок для контроля соответствия их данным акта. При обнаружении несоответствия результатов проверки с данными сопроводительных документов, упаковки к перевозке не принимаются и исключаются из сопроводительных документов.

При окончании контроля представитель СПО ставит на акте штамп "Проверено", дату и подпись.

6.9. При несоблюдении требований, указанных в настоящем разделе, РАО не принимаются. В таких случаях лицо, проверяющее подготовленные к отправке РАО, заполняет соответствующую графу акта.

**VII. Требования к размещению и оборудованию специализированных организаций по обращению с радиоактивными отходами**

7.1. Выбор участка для размещения СПО по обращению с РАО осуществляется в установленном порядке.

7.2. Выбор площадки, проектирование, строительство, эксплуатация и вывод из эксплуатации пунктов хранения жидких, твердых и отвержденных РАО должны осуществляться в соответствии с действующими нормами, правилами в области радиационной безопасности и охраны окружающей природной среды.

7.3. При проектировании пунктов хранения РАО необходимо предусмотреть:

- технические решения и организационные меры, исключающие несанкционированный доступ к РАО;

- технические решения, направленные на исключение воздействия атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод;

- решения по сбору конденсата или аварийных протечек;

- раздельное размещение отходов по категориям активности и видам отходов (горючие, негорючие); для горючих отходов должны быть выделены отдельные отсеки (помещения), выполненные в соответствии с требованиями, определяемыми их категорией по пожароопасности (обеспеченность системой пожаротушения, отдельной принудительной вентиляцией с очисткой вентиляционного воздуха и др.);

- организованное адресное складирование упаковок с отходами;

- поддержание оптимальных условий хранения, исключающих преждевременное разрушение упаковок и ухудшение физических, химических и других параметров отходов;

- возможность извлечения отходов (без превышения нормативов дозовых нагрузок для персонала) и транспортирования их за пределы сооружения (кроме пункта захоронения);

- радиационный контроль объекта;

- возможность демонтажа строительных конструкций при выводе из эксплуатации хранилища.

7.4. Для строительства пункта хранения РАО следует выбирать участки:

- расположенные на малонаселенных незатопляемых территориях;

- имеющие устойчивый ветровой режим;

- ограничивающие возможность распространения радионуклидов за пределы промышленной площадки объекта благодаря своим топографическим, геологическим и гидрогеологическим условиям.

Площадка для вновь строящихся объектов должна отвечать требованиям строительных норм проектирования и настоящих Правил и учитывать его потенциальную радиационную, химическую и пожарную опасность для населения и окружающей среды.

7.5. Места размещения пункта хранения РАО должны быть оценены с точки зрения воздействия на безопасность проектируемого объекта метеорологических, гидрологических и сейсмических факторов при нормальной эксплуатации и в аварийных условиях.

Проектная документация на объект должна содержать обоснование мер безопасности при конструировании, строительстве, реконструкции, эксплуатации, а также в случае аварии. Ввод в эксплуатацию построенных и реконструированных пунктов хранения РАО допускаются при наличии санитарно-эпидемиологических заключений.

7.6. Размеры участка должны обеспечить размещение на нем всех необходимых сооружений, предназначенных для переработки и долговременного хранения жидких, твердых, биологических РАО и отработавших ИИИ, иметь резервную площадь для перспективного строительства.

7.7. Вокруг пункта хранения РАО устанавливается санитарно-защитная зона, которая определяется в соответствующем проекте.

7.8. Приемная документация на строительство и эксплуатацию пункта хранения РАО должна иметь санитарно-эпидемиологическое заключение на соответствие санитарным правилам.

7.9. Компоновка зданий и сооружений на территории пункта хранения РАО должна выполняться по принципу разделения на зоны возможного загрязнения и чистую. Промышленная площадка должна иметь надежную связь, водопроводы хозяйственно-бытовой и технического водоснабжения, бытовую канализацию, спецканализацию. В системе спецканализации необходимо оборудовать контрольные емкости.

7.10. Территория пункта хранения РАО должна быть связана с автомагистралями, благоустроенными подъездными путями. Проезды должны быть асфальтированы, территория озеленена. На территории пункта хранения РАО и в границах его санитарно-защитной зоны не допускается проживание людей, содержание сельскохозяйственных животных, выращивание овощей, плодово-ягодных и других сельскохозяйственных культур.

7.11. Выход персонала и выезд транспорта из зоны возможного радиоактивного загрязнения должны осуществляться через контрольно-дозиметрический пост.

7.12. В зоне возможного радиоактивного загрязнения могут располагаться:

- инженерные сооружения для долговременного хранения или захоронения РАО;

- производства по обращению с РАО;

- вспомогательные службы;

- пункт дезактивации спецавтотранспорта, контейнеров, оборудования.

7.13. Компоновка помещения дезактивации спецтранспорта, контейнеров и другого оборудования должна обеспечивать движение объекта от зоны наибольшего загрязнения к более чистой и далее в помещения дезактивированных объектов.

Полы в помещениях, предназначенных для дезактивации спецтранспорта, контейнеров и оборудования должны иметь покрытие из слабосорбирующего материала, обладающего достаточной механической прочностью. Края покрытий полов должны быть подняты и заделаны заподлицо со стенами. Полы оборудуются уклонами и сливными трапами. Стены на высоту до 2 м облицовываются или покрываются малосорбирующими покрытиями. Остальная часть стен и потолок окрашиваются химически стойкими красками.

**VIII. Требования к переработке и кондиционированию радиоактивных отходов**

**8.1. Кондиционирование РАО**

8.1.1. Основной целью кондиционирования является снижение общего объема отходов с одновременным уменьшением возможности распространения радионуклидов при переработке, хранении, транспортировании и захоронении.

8.1.2. Кондиционирование жидких и твердых РАО является одной из операций по изготовлению упаковки отходов, конечной целью которых является перевод РАО в форму, пригодную для транспортирования, хранения и захоронения. Переработка газообразных РАО включает операции по очистке воздуха от радиоактивных аэрозолей и газов до уровней, установленных нормативными документами.

8.1.3. Методы кондиционирования РАО должны выбираться с учетом характеристики отходов, технологических и экономических показателей процесса, а также с учетом условий и продолжительности временного хранения упаковок, условий транспортирования и захоронения отходов. При выборе способа переработки предпочтение должно быть отдано тому из методов, при котором максимально снижается риск облучения людей на всех последующих стадиях обращения с РАО.

8.1.4. При выборе форм кондиционирования РАО должны учитываться химический и радионуклидный состав, активность и тепловыделение первичных отходов, тип и материал упаковки, условия хранения, транспортирования и захоронения упаковок с РАО, а также технологические и аппаратурные возможности.

8.1.5. Характеристики переработанных РАО и упаковок должны соответствовать установленным требованиям. Идентификация РАО и упаковок обеспечивается паспортизацией и нанесением соответствующей информации на упаковку (знак радиационной опасности, индивидуальный номер упаковки и обозначение объекта-поставщика, дата загрузки отходов, масса "Брутто кг").

8.1.6. Объем кондиционированных РАО должен сокращаться до технически и экономически обоснованного минимума. Особенно это относится к отвержденным высокоактивным отходам, где объем определяется допустимым удельным тепловыделением, условиями теплоотвода и другими условиями хранения и захоронения.

8.1.7. Кондиционированные РАО должны иметь твердое агрегатное состояние, характеризующееся оптимальной устойчивостью к радиационному, механическому, химическому, тепловому и биологическому воздействиям.

8.1.8. Кондиционированные РАО должны иметь низкие растворимость и выщелачиваемость подземными и поверхностными водами. Остаточное содержание свободной воды в отвержденных отходах должно быть минимальным, определяемым свойствами конечного продукта и технологией отверждения.

8.1.9. Кондиционированные РАО не должны содержать самовоспламеняющихся и взрывчатых веществ. Газообразование вследствие радиохимических, химических и биологических реакций должно быть сведено к минимуму.

8.1.10.Тепловыделение кондиционированных высокоактивных отходов должно ограничиваться термоустойчивостью формы отходов, а также возможностью теплоотвода при хранении и захоронении отходов.

8.1.11. Размещение переработанных радиоактивных отходов в специальный контейнер с последующей его герметизацией является последней операцией кондиционирования отходов, за исключением особых радиоактивных отходов, захораниваемых на месте без упаковки.

8.1.12. Упаковка радиоактивных отходов предназначена:

- для временного хранения отходов в наземном инженерном сооружении;

- для транспортирования отходов по территории предприятия или за его пределами в составе транспортно-упаковочного комплекта (ТУК) или без него;

- для длительного хранения в инженерных сооружениях или захоронения отходов в региональных пунктах зранения РАО приповерхностного или глубокого заложения.

Упаковка радиоактивных отходов может быть предназначена для всех перечисленных стадий в целом или для временного хранения и транспортирования, или только для хранения и захоронения.

8.1.13. На каждую упаковку должна быть нанесена соответствующая информация и оформлен паспорт с указанием характеристики содержащихся в ней отходов в соответствии с классификационной сортировкой. Паспорт на упаковку должен храниться у владельца упаковки и сохраняться до момента снятия ее с контроля на стадии захоронения.

8.1.14. Необходимость применения, конструкция, типоразмер, материал, способ герметизации и долговечность контейнера зависят от характеристики РАО и определяются назначением контейнера в системе обеспечения безопасности обращения с РАО на стадиях хранения, транспортирования и захоронения.

8.1.15. Долговечность (срок службы) контейнера при хранении в наземных сооружениях определяется продолжительностью хранения до окончательного захоронения РАО в геологические формации и составляет не менее 50 лет.

8.1.16. При захоронении РАО в приповерхностные сооружения требования к долговечности контейнера определяются по совокупности защитных свойств контейнера, инженерных сооружений и вмещающих пород.

8.1.18. Требованиями к контейнерам, которые необходимо учитывать при разработке конструкции и выборе материала являются:

- герметичность, включая диффузионную проницаемость материала контейнера (с учетом срока службы контейнера) в соответствии с установленными нормами;

- механическая прочность, рассчитанная на укладку контейнеров в штабель и проведение транспортно-технологических операций;

- ограничение веса и объема, учитывающего грузоподъемность механизмов и компоновочные решения действующих и проектируемых сооружений;

- долговечность строповых устройств (с учетом срока службы контейнера);

- обеспечение заданной биологической защиты;

- коррозионная устойчивость к воздействию контактирующей с ним среды, как с внешней, так и с внутренней стороны;

- совместимость материалов отходов и контейнера;

- термоустойчивость;

- дезактивируемость;

- простота изготовления, обслуживания, герметизации;

- приемлемая стоимость;

Некоторые перечисленные требования являются взаимоисключающими, что должно учитываться при разработке оптимальных решений по конструкции контейнера.

**8.2. Переработка жидких РАО**

8.2.1. Методы переработки жидких РАО включают следующие технологические операции:

- концентрирование радионуклидов методом упарки, ионного обмена, сорбции и др.;

- отверждение концентратов методом упарки до солей, битумирования, цементирования, включения в полимеры, стекло, керамику, стекло-металлические композиции, синтетические горные породы и др;

- частичный возврат очищенных до санитарных норм воды, веществ и материалов, образующихся при переработке жидких РАО для повторного использования в производстве.

В некоторых случаях на подготовительной стадии целесообразно проводить фракционирование отходов, т.е. выделение одной или нескольких групп радионуклидов с целью последующей раздельной переработки.

8.2.2. Низкоактивные и низкосолевые жидкие РАО должны перерабатываться с использованием комбинации методов соосаждения, фильтрации, ионного обмена, сорбции и др., конечной целью которых является получение воды, пригодной для повторного использования или сброса в открытую гидросеть, и концентрата (в виде регенератов, шламов, пульп), подлежащего дальнейшей переработке.

8.2.3. Среднеактивные и высокосолевые жидкие РАО должны перерабатываться упаркой с получением конденсата, направляемого в схему очистки низкоактивных и низкосолевых жидких РАО, и концентрата солей, направляемого на отверждение.

8.2.4. Выбор метода отверждения жидких РАО определяется их радионуклидным и химическим составом, уровнем радиоактивности и количеством отходов, типом упаковки и схемой последующего обращения с РАО. Он обосновывается экономическими показателями и оценкой безопасности для всех стадий обращения, включая хранение, транспортирование и захоронение.

8.2.5. Высокоактивные жидкие РАО рекомендуется перерабатывать упаркой с получением конденсата, направляемого в схему очистки среднеактивных жидких РАО, и концентрата солей, направляемого на отверждение.

**8.3. Переработка твердых РАО**

8.3.1. Методы переработки твердых РАО включают следующие технологические операции:

- уменьшение объема отходов за счет фрагментации, сжигания, прессования, дезактивации и переплавки металла и др.;

- упаковку фрагментированных и переработанных отходов;

- заключение сыпучих отходов в матрицу;

- частичный возврат очищенных до санитарных норм веществ и материалов для повторного использования в промышленности.

8.3.2. Фрагментации подлежат крупногабаритные, длинномерные изделия - РАО, переработка, упаковка или транспортировка которых затруднена.

8.3.3. Металлические твердые РАО низкого и среднего уровня активности с поверхностным загрязнением подлежат дезактивации. Метод дезактивации определяется характером и уровнем загрязнения. Образующиеся растворы и шламы подлежат отверждению и упаковке.

8.3.4. Переплавке подлежат металлические твердые РАО после дезактивации и фрагментации.

К повторному использованию после переплавки допускается металл с удельной активностью, не превышающей величин, указанных в разделе 3.11 и приложении 4 к ОСПОРБ-99/2020.

8.3.5. Сжиганию подлежат спецодежда, ветошь, бумага, элементы вентиляционных фильтров, органические растворы и биологические материалы, а также резиновые и полиэтиленовые материалы.

Удельная активность твердых РАО, направляемых на сжигание, не должна превышать уровней, при которых не достигается необходимая степень очистки отходящих газов и превышаются установленные контрольные уровни облучения персонала.

8.3.6. Прессованию подлежат несжигаемые неметаллы (теплоизоляционные материалы, кабели, несжигаемые органические материалы (ПХВ, фторопласт), строительный мусор и др.) и металлические отходы. Спрессованные отходы подлежат размещению в контейнер с заливкой свободного пространства цементированными жидкими РАО.

8.3.7. При удельной активности техногенных радионуклидов в производственных отходах менее МЗУА, но больше уровней неограниченного использования, их следует направлять на специально выделенные участки объектов размещения производственных отходов в соответствии с законодательством в сфере обращения с отходами производства и потребления

**8.4. Очистка газообразных РАО**

8.4.1. Газообразные производственные отходы, относящиеся к газообразным РАО в соответствии с разделом 12 ОСПОРБ-99/2020, подлежат выдержке и (или) очистке с целью снижения их активности. Для очистки газообразных отходов от радиоактивных газов и аэрозолей должны использоваться системы газоочистки, включающие (при необходимости) аппараты мокрой очистки, фильтры, сорбционные и абсорбционные колонны.

Выброс техногенных радионуклидов в атмосферный воздух осуществляется в соответствии с нормативами допустимых выбросов и разрешительными документами, устанавливаемыми (получаемыми) в соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды и законодательством об охране атмосферного воздуха.

8.4.2. Очистка вентиляционного воздуха осуществляется отдельно от специальных систем газоочистки.

**IX. Требования к долговременному хранению и/или захоронению радиоактивных отходов**

**9.1. Приемка на захоронение РАО**

9.1.1. На РАО, направляемые на захоронение, составляется паспорт. В паспорте указываются показатели, характеризующие радиационную опасность РАО:

- категория отходов (долгоживущие, короткоживущие отходы, группа по уровню активности);

- радионуклидный состав отходов;

- удельная активность отходов и суммарная активность содержимого упаковки;

- мощность дозы гамма-излучения в воздухе на расстоянии 0,1 м и 1 м от наружной поверхности упаковки;

- уровень нефиксированного поверхностного загрязнения упаковки (на дату вывоза на захоронение).

9.1.2. Перед отправкой на захоронение производится контроль упаковок с РАО на соответствие паспортным данным по мощности дозы и величине нефиксированного загрязнения.

9.1.3. Снимаемое (нефиксированное) загрязнение наружной поверхности упаковок с РАО, принимаемых на захоронение, не должно превышать 20 част/(мин⋅см2) для альфа-излучающих радионуклидов и 200 част/(мин⋅см2) для бета-излучающих радионуклидов. Перед отправкой на захоронение должен проводиться радиометрический контроль каждой упаковки и, при необходимости, дезактивация наружной поверхности упаковски.

9.1.4. Приемка РАО проводится на основе контроля их соответствия паспортным данным в порядке, установленном техническим регламентом.

9.1.5. В пункты хранения и в пункты захоронения РАО принимаются отходы в объемах и с характеристиками, предусмотренными проектной документацией.

9.1.6. Учет поступления РАО в пункт хранения и в пункт захоронения РАО должен осуществляться в соответствии с действующими требованиями по учету и контролю РВ и РАО.

**9.2. Выбор способа захоронения РАО**

9.2.1. Твердые и отвержденные радиоактивные отходы после кондиционирования должны быть помещены в хранилища долговременного хранения и/или захоронены. Выбор способа захоронения или долговременного хранения и конструкций сооружений должен осуществляться в зависимости от физико-химических и радиационных характеристик отходов, определяющих их радиотоксичность и срок потенциальной опасности.

9.2.2. Долговременное хранение и захоронение кондиционированных среднеактивных РАО, содержащих радионуклиды с периодом полураспада не более 30 лет (включая 137Cs) и всех низкоактивных РАО, может осуществляться в сооружениях приповерхностного типа.

9.2.3. Долговременное хранение и захоронение кондиционированных средне- и высокоактивных отходов, с преимущественным содержанием радионуклидов с периодом полураспада более 30 лет, должно осуществляться в подземных сооружениях, глубина которых определяется комплексом природных и экономических условий, обеспечивающих необходимый уровень радиационной безопасности.

9.2.4. Захоронение радионуклидных ИИИ должно производиться в пункте захоронения РАО или в организациях, имеющих разрешение на такое захоронение, в специальных емкостях, после их извлечения из транспортных контейнеров.

9.2.5. Приповерхностное захоронение может быть организовано как местное (при объекте образования РАО) так и региональное. Захоронение РАО в геологические формации организуется как региональное, так и централизованное. Региональные и централизованные могильники создаются на самостоятельной вновь создаваемой площадке захоронения или на территории объекта - преимущественно крупного поставщика РАО.

9.2.6. Обоснование статуса площадки захоронения: местное, региональное или централизованное захоронение - должно осуществляться на основе технико-экономических расчетов при соблюдении требований к выбору места захоронения.

9.2.7. Место, способ и условия захоронения РАО различных категорий должны быть обоснованы в проекте могильника и согласованы органами Роспотребнадзора. Не допускается захоронение РАО в могильниках, предназначенных для захоронения РАО других категорий.

**9.3. Обоснование безопасности захоронения РАО**

9.3.1. При проектировании площадки захоронения обоснование безопасности для персонала и населения в эксплуатационный период осуществляется расчетами физической защиты, оценкой допустимой мощности выбросов и сбросов и другими расчетами; регламентацией продолжительности, порядка и условий проведения технологических операций; применением организационно-технических и других мероприятий в соответствии с требованиями нормативных документов и оценкой воздействия на среду обитания человека.

9.3.2. Безопасность захоронения РАО для населения в постэксплуатационный период (после консервации могильника) должна быть доказана на основе расчетного прогноза состояния системы захоронения и объектов окружающей среды в течение всего срока сохранения отходами потенциальной опасности с использованием методов математического моделирования.

9.3.3. Используемые методы и расчетные программы, рассматриваемые сценарии нормальных и аварийных ситуаций по обеспечению радиационной безопасности захоронения РАО регламентируются требованиями нормативных документов.

**9.4. Обеспечение радиационной безопасности при захоронении РАО**

9.4.1. При захоронении РАО должна быть обеспечена радиационная безопасность человека в течение всего срока сохранения отходами потенциальной опасности.

9.4.2. До закрытия пункта захоронения РАО, включая этап его консервации, радиационная безопасность захоронения РАО должна обеспечиваться организационно-техническими мероприятиями и решениями в соответствии с требованиями российского законодательства по радиационной безопасности, НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы.

9.4.3. Радиационная защита, создаваемая системой инженерных и естественного барьеров пункта захоронения РАО, должна обеспечивать такое качество изоляции отходов, при котором прогнозируемый уровень радиационного воздействия на критическую группу населения от захороненных РАО не будет превышать годовых индивидуальных эффективных доз облучения – 10 мкЗв.

**9.5. Выбор мест и площадок захоронения РАО**

9.5.1. Гидрогеологические, топографические, сейсмические, тектонические, климатические, социальные и другие условия места приповерхностного и подземного захоронения РАО должны удовлетворять комплексу нормативно-технических требований к выбору места захоронения, регламентированных специальными нормативными документами.

9.5.2. Площадка захоронения должна включать объекты наземного и подземного комплексов и иметь санитарно-защитную зону, а при захоронении в геологические формации - горный отвод.

9.5.3. Территория пункта захоронения ограждается предупредительными знаками радиационной опасности, а также элементами системы физической защиты в соответствии с действующими требованиями.

9.5.4. Вокруг площадки захоронения радиоактивных отходов устанавливается санитарно-защитная зона в соответствии с п.8.7 настоящей главы. На границе санитарно-защитной зоны уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации пункта захоронения РАО не должен превышать установленный предел дозы облучения населения.

9.5.5. Размещение зданий и сооружений на площадке захоронения должно выполняться по принципу разделения на чистую зону и зону возможного загрязнения. В зоне возможного загрязнения должны располагаться объекты наземного и подземного комплекса, где обращаются с РАО.

**9.6. Консервация могильников и площадок захоронения РАО**

9.6.1. Приповерхностные и подземные могильники по окончании загрузки должны быть законсервированы, а все прочие здания и сооружения площадки захоронения, за исключением системы радиационного контроля, подлежат выводу из эксплуатации.

9.6.2. Система консервации могильника должна быть предусмотрена при его проектировании.

9.6.3. Не позднее, чем за пять лет до консервации могильника проектной организацией должна быть проведена инспекция проекта консервации с целью выявления возможностей реализации принятых решений или необходимости корректировки этих решений.

9.6.4. Технические решения по консервации могильника должны обеспечить безопасность захоронения, исключив возможность несанкционированного проникновения к РАО.

9.6.5. Объекты размещения отходов вносятся в государственный реестр объектов размещения отходов. Ведение государственного реестра объектов размещения отходов осуществляется в установленном порядке.

**9.7. Информационное обеспечение безопасности захоронения РАО**

9.7.1. Информационное обеспечение безопасности захоронения РАО должно состоять в предупреждении о захоронении и проведении учета.

9.7.2. Информационное обеспечение безопасности включает:

- учет РАО и мест их размещения в могильнике;

- учет площадок, способов захоронения, типов могильников;

- предупреждающие знаки о захоронении РАО.

9.7.3. Паспорта отходов и учетные документы с адресом захоронения хранятся в эксплуатирующей организации до момента консервации могильника. При снятии объектов площадки захоронения с эксплуатации документация по отходам передается в специализированную организацию, осуществляющую учет РАО в установленном порядке.

9.7.4. Предупреждающие знаки о захоронении РАО предназначены для пассивного оповещения о радиационной (и/или ядерной) опасности при непреднамеренном вторжении. Предупреждающие знаки рекомендуется располагать по внешней границе сооружения в местах, наиболее вероятных для проникновения человека. Знаки включаются во внешний инженерный барьер (транспортный въезд в туннель, бетонное перекрытие покрывающего экрана и др.) в процессе консервации могильников. Выполнение предупреждающих знаков должно производиться, исходя из требования их долговечности.

**X. Требования к уборке и дезактивации помещений специализированной организации, оборудования и спецтранспорта**

10.1. Радиоактивные загрязнения наружных поверхностей оборудования, инструмента, спецтранспорта и других рабочих поверхностей зоны возможного загрязнения промплощадки СПО не должны превышать допустимых значений, приведенных в НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020.

10.2. Загрязнение радиоактивными веществами внутренних поверхностей спецтранспорта и технологического оборудования СПО не нормируется, при этом загрязненные предметы и поверхности, концентрации радиоактивных веществ в воздухе рабочих помещений не должны приводить к превышению пределов доз облучения работающих.

10.3. Во всех помещениях постоянного пребывания персонала, в которых ведутся работы с применением радиоактивных веществ в открытом виде, должна проводиться ежедневная уборка влажным способом.

Сухая уборка помещений, за исключением вакуумной, запрещается.

Уборочный инвентарь закрепляется за помещением для работ каждого класса и хранится в специально отведенных местах.

10.4. РАО, образовавшиеся в процессе дезактивации, затариваются в пластикатовые или крафт-мешки и направляются на переработку или захоронение в соответствии с требованиями раздела 5 настоящих Правил.

10.5. Спецтранспорт, транспортные контейнеры после выгрузки РАО должны подвергаться радиационному контролю.

При обнаружении загрязнений выше допустимых уровней спецтранспорт, контейнеры и оборудование дезактивируются с применением специальных моющих средств.

10.6. Эффективность дезактивации спецтранспорта и контейнеров определяется по результатам радиационного контроля и фиксируется в специальных журналах.

10.7. МАД в любой точке, находящейся на расстоянии 0,1 м от поверхности транспортных средств, после дезактивации не должна превышать 5 мкЗв/ч.

10.8. Выезд специального автотранспорта в "чистую" зону разрешается при выполнении требований п.п.11.5 и 11.7 настоящих Правил.

**XI. Мероприятия по предупреждению и ликвидации аварий при обращении с РАО**

11.1. В аварийных ситуациях с РАО (взрыв, пожар, транспортная авария, кража) может возникнуть угроза значительного облучения окружающих лиц. В этих условиях в возможно короткий срок на место аварии должны быть вызваны специалисты по радиационному контролю. По прибытии на место и установления наличия опасности облучения или радиоактивного загрязнения окружающих лиц, необходимо:

- определить радиационную обстановку, установить границы радиационно-опасной зоны и оградить ее предупредительными знаками, а также определить уровни загрязненности радиоактивными веществами помещений, участков, транспортных средств и т.п.;

- выявить людей, подвергшихся переоблучению или радиоактивному загрязнению; лиц, облученных в дозе свыше 200 мЗв, направить на медицинское обследование; лиц, подвергшихся радиоактивному загрязнению, отправить на санобработку, а их одежду, обувь и личные вещи - на дезактивацию или захоронение;

- составить план ликвидации радиационной аварии, в котором (в зависимости от масштаба аварии) должны быть предусмотрены следующие основные мероприятия:

- формирование бригад для ликвидации радиационной аварии и их инструктаж;

- обеспечение радиационного контроля;

- определение средств ликвидации аварии;

- локализация участка радиационной аварии в целях безопасного проведения восстановительных работ;

- дезактивация участка аварии;

- сбор и удаление радиоактивных отходов;

- расследование причин аварии и составление отчетных документов об аварии.

11.2. В каждой организации, занимающейся обращением с РАО, должна быть составлена инструкция по предупреждению и ликвидации аварий (пожара), утверждаемая администрацией, с которой должны быть ознакомлены все лица, работающие с РАО.

В инструкции должны быть отражены следующие положения:

- перечень возможных аварий и меры по их предупреждению;

- порядок информации вышестоящей организации, органов санитарного надзора и других организаций;

- меры по ликвидации и изоляции участков аварийного радиоактивного загрязнения;

- действия персонала при аварии;

- организация оказания медицинской помощи в случае внутреннего или внешнего аварийного облучения;

- порядок ликвидации аварий и меры защиты персонала при выполнении аварийных работ;

- меры по предупреждению и ликвидации пожаров.

11.3. При вынужденной остановке спецавтотранспорта из-за повреждения тары или упаковки с РАО, если это представляет опасность для других участников движения и может привести к аварийному загрязнению территории, превышающему нормативы, необходимо действовать в соответствии с утвержденной инструкцией по предупреждению и ликвидации аварий (пожаров), выполнив следующие экстренные мероприятия:

- водитель и дозиметрист обязаны надеть дополнительные средства индивидуальной защиты (бахилы, пластикатовый халат, шапочку, перчатки);

- произвести радиационную разведку;

- оградить загрязненный участок знаками радиационной опасности и флажками;

- принять срочные меры к локализации аварийного загрязнения;

- установить на проезжей части дороги знак "Движение запрещено" на расстоянии 100 м в обе стороны от автотранспортного средства;

- включить проблесковый красный маяк и сигнал аварийной остановки;

- немедленно сообщить об аварии руководству организации и органам, осуществляющим государственный надзор в области обеспечения радиационной безопасности, об опасности последствий аварийного загрязнения, принятых мерах; по их требованию предъявить транспортный документ на перевозимый груз;

- не допускать проникновения людей и проезда транспорта в загрязненную зону.

11.4. При возникновении аварийного загрязнения, уровни которого превышают допустимые, необходимо:

- покинуть участок радиационной опасности, выключив работающие установки;

- проверить уровень загрязненности рук, одежды, обуви;

- снять одежду, загрязненность которой превышает допустимые уровни, приведенные в табл.8.9 НРБ-99/2020, и пройти санитарную обработку;

- при помощи радиометрических приборов определить размеры зоны радиационной аварии, в которой уровни радиоактивного загрязнения превышают допустимые;

- немедленно известить о случившемся администрацию организации и органы государственного надзора за радиационной безопасностью;

- установить "аварийный режим" входа в зону радиационной аварии и выхода из нее;

- на границе зоны радиационной аварии установить «дисциплинирующие барьеры».

11.5. Во всех случаях вход в зону радиационной аварии и проведение каких-либо работ в ней допустимы только с разрешения лица, ответственного за радиационную безопасность, по специальному наряду-допуску, с письменного согласия исполнителя работ и с указанием регламента проведения работ.

11.6. При проведении работ по ликвидации очага аварийного загрязнения в случаях, когда обычная обработка не дает должного эффекта, необходимо использовать специальные способы дезактивации: снятие растворителями покрытий и механическое удаление загрязненного слоя материала и другие.

11.7. Дезактивация загрязненных объектов производится под радиационным контролем.

**XII. Меры индивидуальной защиты и личной гигиены**

12.1. Все лица, работающие с РАО, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты в зависимости от вида и класса работ в соответствии с ОСПОРБ-99/2020.

12.2. Персонал, производящий уборку помещений, территории размещения емкостей для захоронения РАО, дезактивацию спецтранспорта и оборудования, должен быть снабжен пластикатовыми фартуками и нарукавниками или пластикатовыми полухалатами, резиновой или пластикатовой спецобувью или резиновыми сапогами.

12.3. При работах в условиях возможного загрязнения воздуха радиоактивными веществами (ликвидация аварий, ремонтные работы и т.п.) персонал необходимо обеспечить специальными фильтрующими или изолирующими средствами защиты органов дыхания (пневмокостюмы, пневмошлемы, кислородные изолирующие приборы).

12.4. Вход в зону возможного загрязнения СПО допускается только через санпропускник, а в помещения для работ I класса - дополнительно через стационарные саншлюзы. В помещения и на территорию, где ведутся аварийные и ремонтные работы, персонал проходит по наряду-допуску через переносной саншлюз.

12.5. При выходе из зоны возможного загрязнения необходимо проверить чистоту спецодежды и других средств индивидуальной защиты, снять их и при выявлении радиоактивного загрязнения вымыться под душем.

12.6. Радиоактивное загрязнение спецодежды, индивидуальных средств защиты и кожных покровов персонала не должно превышать допустимых уровней, приведенных в табл. 8.9 НРБ-99/2020. После санобработки кожные покровы не должны иметь радиоактивное загрязнение выше 0,1 от допустимых уровней.

12.7. Спецодежда и индивидуальные средства защиты должны подвергаться систематическому дозиметрическому контролю.

Смена спецодежды должна производиться не реже одного раза в рабочую неделю. Загрязненные выше допустимого уровня спецодежда и защитные средства подлежат немедленной замене.

12.8. Дополнительные средства индивидуальной защиты (пленочные, резиновые и т.п.) должны после каждого пользования подвергаться дезактивации в саншлюзе или в специально отведенном месте. Остаточный уровень загрязнения после дезактивации должен быть не менее чем в три раза ниже допустимого уровня.

12.9. При загрязнении личной одежды и обуви они подлежат дезактивации под контролем службы радиационной безопасности, а в случае невозможности дезактивации - захоронению.

12.10. В зоне возможного загрязнения СПО запрещается:

- пребывание персонала без необходимых средств индивидуальной защиты;

- посещение ее лицами, постоянно не работающими в этой зоне, без письменного разрешения администрации или руководителя службы радиационной безопасности;

- хранение пищевых продуктов, домашней одежды, косметических принадлежностей и других предметов, не имеющих отношения к работе.

12.11. Курение допускается в специальных помещениях, оборудованных умывальником для мытья рук и радиометрическим прибором для самоконтроля.

12.12. Прием пищи допускается в столовых, буфетах или специально отведенных местах, расположенных в чистой зоне.

**XIII. Производственный контроль**

13.1. В СПО должен проводиться систематический производственный (радиационный) контроль, осуществляемый службой радиационной безопасности (или лицом, ответственным за радиационную безопасность). Численность этой службы устанавливается администрацией организации и определяется объемом работ по обеспечению радиационной безопасности при транспортировании, сборе, переработке и захоронении РАО.

13.2. Номенклатура, объем и периодичность лабораторных исследований определяются с учетом санитарно-эпидемиологической характеристики производства, наличия вредных производственных факторов, степени их влияния на здоровье человека и среду его обитания, и определяются программой производственного контроля. Лабораторные исследования выполняются юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем самостоятельно, либо с привлечением лабораторий, аккредитованных в установленном порядке. Разработанная программа производственного (радиационного) контроля согласовывается главным врачом (заместителем главного врача) центра госсанэпиднадзора, осуществляющего государственный санитарно-эпидемиологический надзор и утверждается руководителем организации.

13.3. Служба радиационной безопасности контролирует наличие и выполнение требований НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящей главы по приему РАО от организаций, а также при перевозке, переработке и захоронении РАО, дезактивации помещений, спецтранспорта, оборудования, контейнеров. В программе контроля должны быть предусмотрены методики определения контролируемых параметров, план пунктов проведения измерений и отбора проб, количество исследований и их периодичность, проведение ежемесячного анализа доз облучения персонала, результатов измерений и определен порядок передачи информации центру госсанэпиднадзора.

13.4. Программа производственного контроля должна содержать, в зависимости от характера проводимых работ, перечень контролируемых показателей радиационной безопасности персонала и населения и их нормативы:

- МАД гамма-излучения;

- плотность потока бета-частиц;

- МАД нейтронного излучения или плотность потока нейтронов;

- объемная активность газов, аэрозолей воздуха производственных помещений и атмосферного воздуха;

- объемная активность газов и аэрозолей в выбросах в атмосферу;

- плотность радиоактивных выпадений из атмосферы;

- удельная активность сточных вод;

- удельная альфа-, бета-активность или мощность дозы гамма- и нейтронного излучения на поверхности твердых и отвержденных отходов или поверхности упаковок в зависимости от характера отходов;

- нуклидный состав радиоактивных веществ в газах и аэрозолях воздуха производственных помещений, газах и аэрозолях атмосферного воздуха, газах и аэрозолях в выбросах в атмосферу, сточных водах, выпадениях из атмосферы, почве, грунтах, подстилающих могильник, поверхностных и грунтовых водах;

- загрязнение альфа-, бета-активными веществами поверхностей производственных помещений, оборудования, оснастки, транспортных средств, территории, дорог;

- загрязнение альфа-, бета-активными веществами средств индивидуальной защиты, кожных покровов и личной одежды персонала;

- индивидуальная доза внешнего облучения;

- содержание радиоактивных веществ в организме человека из состава персонала.

13.5. В санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения устанавливается следующая номенклатура параметров радиационного контроля:

- МАД гамма-излучения;

- доза бета-, гамма-излучения;

- объемная активность аэрозолей атмосферного воздуха, подземных вод и вод открытого водного объекта;

- плотность радиоактивных выпадений из атмосферы;

- нуклидный состав радиоактивных веществ в аэрозолях атмосферного воздуха, водах открытого водного объекта, подземных водах, выпадениях из атмосферы, почве, донных отложениях, растительности и кормах местного производства, гидробионтах открытого водного объекта, продуктах питания местного производства.

13.6. В помещениях зоны возможного загрязнения СПО, где МАД может изменяться в широких пределах (хранилище отходов повышенной активности, помещения временного хранения битумных блоков и т.п.), должны устанавливаться стационарные радиометрические приборы с автоматическими звуковыми и световыми сигнализирующими устройствами.

13.7. Контроль газоаэрозольного выброса должен позволять оценивать суммарную активность и радионуклидный состав выброса в атмосферу.

13.8. Радиационный контроль сточных вод должен давать информацию о поступлении активности в окружающую среду. Каждый сброс очищенных сточных вод должен оформляться соответствующим актом.

13.9. Контроль загрязнения помещений зоны возможного загрязнения, технологического оборудования, оснастки, транспортных средств осуществляется носимыми приборами и методом снятия мазков.

В саншлюзах должен осуществляться контроль загрязнения дополнительных средств индивидуальной защиты.

Контроль загрязнения радиоактивными веществами спецодежды, обуви и кожных покровов проводится на стационарных и переносных приборах, установленных в санпропускнике.

13.10. Присутствие персонала в зоне возможного загрязнения без приборов индивидуального контроля не допускается. При ликвидации аварийных ситуаций или при проведении ремонтных работ персонал должен обеспечиваться дополнительными прямо показывающими дозиметрами. В отдельных случаях могут применяться пороговые дозиметры-сигнализаторы.

13.11. Для оценки дозы внутреннего облучения (в случае, если среднемесячная концентрация радионуклидов в воздухе производственных помещений превышает 0,1 ДОА или уровень радиоактивной загрязненности рабочих поверхностей превышает 0,1 ПДУ) должны оцениваться годовые поступления радионуклидов в организм человека.

13.12. Пункты радиационного контроля в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения располагают относительно промплощадки по следующим основным четырем направлениям: в направлении господствующих ветров в данной местности и, соответственно, в противоположном и перпендикулярном направлениях.

13.13. Результаты радиационного контроля должны регистрироваться в специальных журналах, материалы используются для оценки радиационной обстановки в СПО и в районе ее расположения, а также при необходимости - для разработки мероприятий по уменьшению облучения персонала и загрязнения окружающей среды.

**Глава 15. Обеспечение радиационной безопасности при эксплуатации мощных изотопных гамма-установок**

**I. Область применения**

1.1. Требования настоящей главы распространяются на все виды обращения с мощными изотопными гамма-установками (далее МИГУ) с облучателем, собранным из закрытых радионуклидных источников гамма-излучения суммарной активностью более 18,5 ТБк (500 Ки), используемыми для облучения различных объектов с целью их стерилизации, изменения физико-химических свойств и др.

1.2. Требования настоящей главы не распространяются на установки, в которых источниками гамма-излучения служат тепловыделяющие элементы (твэлы), радиационные контуры и активные зоны ядерных реакторов, а также на гамма-установки для лучевой терапии и радионуклидной дефектоскопии.

**II. Общие положения**

2.1. Степень радиационной опасности при эксплуатации МИГУ определяется возможностью:

а) внешнего и внутреннего облучения;

б) радиоактивного загрязнения окружающей среды, в том числе и объектов облучения.

2.2. Нерадиационными источниками вредных воздействий являются:

а) озон и окислы азота, образующиеся в результате ионизации воздуха;

б) токсические вещества, поступающие в воздух помещений из объектов облучения;

в) взрыво- и пожароопасные вещества, облучаемые на установке или образующиеся в процессе облучения;

г) гремучий газ, образование которого невозможно при подводном хранении источников (облучателя);

д) химические агрессивные среды, образующиеся при проведении некоторых радиационных процессов.

2.3. По характеру проводимых радиационных процессов МИГУ разделяются на две группы:

I группа - установки промышленного, полупромышленного и научно-исследовательского типов, предназначенные для облучения взрывоопасных объектов;

II группа - установки промышленного, полупромышленного и научно-исследовательского типов, на которых облучение взрывоопасных объектов не предусмотрено.

2.4. В зависимости от проектной мощности облучателя МИГУ разделяются на три категории:

I категория - с активностью облучателя более 1,85·104 ТБк (5·105 Кюри);

II категория - с активностью облучателя от 185 до 1,85·104ТБк (от 5·103 до 5·105Кюри);

III категория - с активностью облучателя от 18,5 до 185 ТБк (от 500 до 5·103 Кюри).

2.5. По конструкции и способу обеспечения радиационной защиты возможны следующие МИГУ:

- МИГУ с сухой защитой - установка, в которой защита от гамма-излучения источника (облучателя) выполнена из твердых материалов (бетон, сталь, свинец и т.п.);

- МИГУ с жидкостной (водной) защитой - установка, в которой защита от гамма-излучения источника (облучателя) обеспечивается слоем жидкости (воды, минерального масла и т.п.);

- МИГУ со смешанной защитой - установка, в которой защита от гамма-излучения источника (облучателя) обеспечивается как твердыми, так и жидкими материалами;

- МИГУ без защиты - установка, предназначенная для облучения сельскохозяйственных культур, в которой защита от гамма-излучения источника (облучателя) в рабочем положении обеспечивается, в основном, слоем воздуха и расстоянием.

2.6. По возможности эксплуатации МИГУ могут быть:

- передвижные - установки, смонтированные и используемые на самоходных или несамоходных транспортных средствах (автомашина, вагон и т.п.);

- транспортабельные - установки, конструкция и вес которых позволяют перевозить их в собранном виде и устанавливать и эксплуатировать их в помещениях любых зданий без усиления защиты и переоборудования помещений;

- стационарные - установки, размещение которых требует специально оборудованных помещений.

2.7. По конструкции облучателя и технологии облучения МИГУ подразделяются на:

- установка с неподвижным облучателем, в которых объект облучения подается к облучателю, неподвижному относительно защиты, как во время облучения, так и в положении хранения;

- установки с подвижным облучателем, в которых источники (облучатель) перемещаются из положения хранения к объекту облучения и обратно.

2.8. Загрузка МИГУ должна осуществляться закрытыми радионуклидными ИИИ, изготовленными в соответствии с техническими условиями, утвержденными в установленном порядке.

2.10. В том случае, когда предполагается эксплуатация ИИИ в экспериментальных условиях (в агрессивных технологических средах, при наличии механических, термических и других воздействий), требуется ампулирование источников в дополнительные специальные оболочки из наиболее устойчивых в данных условиях материалов, электрохимически совместимыми с оболочкой источника и конструктивными материалами облучателя, или применение других технических решений, обеспечивающих герметичность ИИИ.

2.11. К обслуживанию установок допускаются лица, отнесенные к персоналу группы А в соответствии с ОСПОРБ-99/2020, и прошедшие необходимое обучение.

2.12. Организация работ с МИГУ осуществляется в соответствии с требованиями ОСПОРБ-99/2020.

2.13. Лица, принятые на работу, должны быть обучены безопасным методам работы, знать правила пользования санитарно-техническими устройствами, защитными приспособлениями и правила личной гигиены.

**III. Размещение установок**

3.1. МИГУ I группы всех категорий и II группы 1 категории должны располагаться в отдельно стоящих зданиях.

Допускается размещение вышеуказанных МИГУ в пристройках, в помещении цеха и т.д., если это обусловлено необходимостью обеспечения непрерывности технологического процесса при согласовании с органами, осуществляющими госсанэпиднадзор.

3.2. МИГУ I группы предпочтительно размещать вне жилых районов и районов перспективного жилищного строительства городов.

3.3. МИГУ II группы 2 и 3 категорий могут располагаться в пристройках и цокольных этажах зданий, в помещении цеха и т.д.

3.4. Транспортабельные и передвижные МИГУ могут быть размещены в любом помещении, перекрытия которого способны выдержать вес установки. Допускается размещение нескольких МИГУ в одном помещении по согласованию с органами, осуществляющими госсанэпиднадзор. Размеры помещения определяются габаритами установки и проводимыми на ней работами.

3.5. МИГУ без радиационной защиты (типа «Гамма-поле») располагаются на специально отведенных площадках с ограждением и охраной зоны ограничения доступа (дисциплинирующие барьеры, ограда, насыпной земляной вал и т.д.).

3.6. На территории МИГУ типа «Гамма-поле» должна быть дорога с твердым покрытием от пульта управления и турникета до МИГУ.

**IV. Требования к защите установок**

4.1. Защита от гамма-излучения должна проектироваться таким образом, чтобы суммарная доза облучения персонала и лиц, работающих на МИГУ, не превышала пределов доз, приведенных в НРБ-99/2020.

4.2. Проектирование защиты производится исходя из величины МАД гамма-излучения на поверхности защиты с учетом назначения помещений МИГУ в зависимости от категории облучаемых лиц и длительности облучения в соответствии с ОСПОРБ-99/2020.

4.3. Технологические каналы и лабиринты, проходящие в толще защиты, должны проектироваться таким образом, чтобы кратность ослабления излучения в месте их прохождения была не ниже расчетной для всей защиты.

4.4. На установках, оборудованных конвейером, должна быть исключена возможность попадания людей в рабочую камеру через отверстия входа и выхода конвейера.

4.5. Вход в рабочую камеру установок с сухим и смешанным способом защиты должен осуществляться через лабиринт или защитную дверь. Возможно также одновременное применение обоих способов защиты.

4.6. Вход в зону ограничения доступа МИГУ типа «Гамма-поле» должен осуществляться через турникет.

4.7. Бассейн МИГУ с водной защитой должен иметь ограждения или крышку, предотвращающие случайное падение в него человека.

4.8. На МИГУ типа «Гамма-поле» перед эксплуатацией снимается картограмма МАД на границе зоны ограничения доступа и определяется ее соответствие расчетным данным.

**V. Системы блокировки и сигнализации**

**5.1. Установки с сухим и смешанным способами защиты**

5.1.1. Все установки должны иметь надежные системы блокировки и сигнализации. В случае неисправности хотя бы одной из этих систем эксплуатация установки запрещается до устранения неисправности.

5.1.2. Каждая установка должна быть оборудована не менее чем двумя полностью независимыми системами блокировки входной двери в рабочую камеру. Одна система блокировки должна быть обязательно связана с мощностью дозы гамма-излучения, вторая - с системой перемещения источников излучения (облучателя).

5.1.3. Системы блокировки могут быть основаны, в частности, на использовании:

а) датчиков дозиметрических приборов, установленных в рабочей камере;

б) датчиков дозиметрических приборов, установленных в лабиринте;

в) концевых датчиков, сигнализирующих о нахождении облучателя в положении хранения и т.п.

5.1.4. При отключении энергопитания входная дверь должна оставаться заблокированной, а источник должен переводиться в положение хранения, если оставление его в рабочем положении может привести к радиационной аварии.

5.1.5. Ключ от замка входной двери в рабочую камеру должен находиться в специальном гнезде на пульте управления. При извлечении ключа из гнезда облучатель должен автоматически переводиться в положение хранения. При вынутом ключе перевод облучателя в рабочее положение должен быть исключен.

5.1.6. Установки должны быть оборудованы системой блокировки, не позволяющей закрыть дверь без предварительного захода в рабочую камеру. Указанная система выключается ответственным дежурным в рабочей камере. Ответственный дежурный покидает рабочую камеру последним, убедившись в отсутствии в ней людей.

5.1.7. При незапертой входной двери должна исключаться возможность перевода облучателя в рабочее положение. Над входом в рабочую камеру должен быть установлен сигнализатор, информирующий о положении источников (облучателя).

5.1.8. В рабочей камере должны быть установлены звуковая и световая сигнализации, предупреждающие о необходимости немедленно покинуть рабочую камеру и лабиринт при переводе источников излучения (облучателя) в рабочее положение.

5.1.9. Вход в радиационно-опасную зону установки разрешается только в установленном для данного учреждения порядке в сопровождении ответственного дежурного (оператора, дозиметриста), имеющего при себе дозиметрический прибор.

5.1.10. На пульте управления установкой должны быть установлены сигнализаторы, информирующие о положении облучателя и величине мощности дозы излучения в рабочей камере и лабиринте, и обеспечена внешняя и внутренняя телефонная связь.

5.1.11. В рабочей камере и в лабиринте должны быть установлены легко доступные устройства аварийного перевода облучателя в положение хранения и запрета на перевод его в рабочее положение.

5.1.12. Система блокировки входной двери в рабочую камеру должна отключаться только после окончания запретного периода.

5.1.13. Установки, оборудованные монтажными люками, должны иметь системы блокировки этих люков, к которым предъявляются те же требования, что и к системе блокировки входной двери в рабочую камеру.

Примечание. В тех случаях, когда монтажные люки предназначены только для загрузки и перегрузки установки, допускается вместо оборудования системы блокировки запирать люк изнутри рабочей камеры.

5.1.14. По всему периметру зоны ограничения доступа установки типа «Гамма-поле» должна быть смонтирована охранная сигнализация, включающая:

а) световые сигналы и ревуны;

б) освещение границы зоны ограничения доступа в ночное время специальными светильниками;

в) системы громкоговорителей связи, динамики которой установлены по периметру зоны ограничения доступа;

г) мониторы телевизионных установок.

5.1.15. Информация о неисправности систем сигнализации должна поступать на пульт управления установки.

5.1.16. В проходной установки типа «Гамма-поле» должны быть установлены счетчики, регистрирующие количество людей, находящихся на территории установки. Перевод облучателя в рабочее положение должен быть исключен, если счетчик информирует, что на территории остались люди. Перед переводом облучателя в рабочее положение должна включаться звуковая сигнализация, слышимая на всей территории зоны ограничения доступа.

5.1.17. При неисправности хотя бы одной из систем блокировки или умышленном снятии одной из предусмотренных проектом блокировок возможность перевода облучателя в рабочее положение должна быть исключена.

**5.2. Установки с водным и смешанным способами защиты**

5.2.1. Эти установки должны быть оборудованы звуковой и световой сигнализацией, информирующей об изменении мощности дозы в рабочей камере и уровня воды в бассейне.

5.2.2. Установки с водным и смешанным способами защиты должны быть оборудованы системами автоматического поддержания уровня воды в бассейне.

Установки этого типа должны иметь систему аварийного наполнения водой бассейна и (или) другую систему защиты, обеспечивающую снижение мощности дозы гамма-излучения над бассейном до допустимой величины в случае аварийного вытекания воды из него.

5.2.3. Помещение установок с водным и смешанным способами защиты, смежные с помещением, где находится бассейн, должны быть оборудованы системами сигнализации о превышении мощности дозы гамма-излучения в случае аварийного вытекания воды из бассейна.

**VI. Требования к вентиляции**

6.1. Вентиляция помещений мощных гамма-установок предназначена для удаления:

а) озона и окислов азота, образующихся в результате радиолиза воздуха на установках с сухим и смешанным способами защиты;

б) других химических агрессивных соединений токсических веществ, поступающих в воздушную среду в процессе облучения;

в) избытка тепла из рабочей камеры.

6.2. При нахождении облучателя установок с сухим и смешанным способами защиты в рабочем положении вентиляция должна работать непрерывно. Производительность работы вентиляции рабочей камеры должна быть не ниже следующих значений для установок:

I категории – 20 воздухообменов в час;

II категории – 15 воздухообменов в час;

III категории – 10 воздухообменов в час.

6.3. Системы вентиляции должны обеспечивать снижение концентрации токсических веществ до допустимых величин:

а) в воздушной среде операторских и других смежных с рабочей камерой помещений;

б) в рабочей камере после окончания облучения (по истечении запретного периода).

6.4. Рабочая камера должна быть оборудована вытяжной и (или) приточной вентиляцией - в зависимости от категории установок и объема рабочей камеры в соответствии с общими требованиями устройства промышленной вентиляции. Часть концевых отростков вытяжной вентиляции следует располагать возможно ближе к местам образования (утечек) токсичных веществ со стороны, противоположной притоку.

6.5. Продолжительность запретного периода определяется расчетом (приложение 3). Вход в рабочую камеру во время запретного периода должна предотвращать специальная система блокировки.

6.6. В установках I группы допускается отключение вентиляции при нахождении облучателя в рабочем положении при условии заполнения рабочей камеры инертным газом (например, азотом, содержащим кислород не более 1-2%) с необходимым подпором (5-10 мм водного столба), исключающим возможность попадания в камеру воздуха из смежных помещений.

6.7. Помещения, в воздушную среду которых возможно попадание токсических веществ из рабочей камеры, должны оборудоваться приточной вытяжной вентиляцией с превалированием притока над вытяжкой.

6.8. При проектировании общеобменной проточно-вытяжной вентиляции помещений установок с водным способом защиты необходимо предусмотреть удаление гремучего газа.

6.9. Все вентиляторы должны иметь сигнализацию (световую, звуковую) с выводом на пульт управления, оповещающую о неполадках в работе или остановке вентилятора.

6.10. На установках I группы должно быть предусмотрено устройство аварийной вентиляции, сблокированной с газоанализаторами, которые настроены на допустимую концентрацию взрывоопасных веществ.

6.11. Воздухообмен в помещениях, где размещены установки с неподвижным облучателем и сухим способом защиты, должен определяться с учетом специфики проводимых в данном помещении работ и возможности выделения вредных веществ в воздушную среду.

6.12. Допускается не предусматривать очистку выбрасываемого воздуха, если путем рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе при наиболее неблагоприятных условиях для данной местности их концентрация не будет превышать допустимых величин.

**VII. Загрузка, догрузка и смена источников излучения**

7.1. Проведение загрузки (догрузки и смены) ИИИ должно осуществляться лицензированной организацией при радиационном контроле.

7.2. Источником повышенной радиационной опасности при загрузке и догрузке ИИИ может быть внешнее облучение от контейнеров или недостаточно защищенных источников, а при смене иx также и разгерметизация источников и, как следствие, радиоактивное загрязнение помещений и оборудования установки.

7.3. Загрузка (догрузка, смена) ИИИ могут осуществляться сухим (с использованием защитной камеры, перегрузочного или непосредственно транспортного контейнера) и подводным способами, что определяется проектом установки.

7.4. Загрузка установки ИИИ производится постадийно; отдельными источниками (или кассетой с источниками). При этом контролируются уровни излучения:

а) на наружных поверхностях защиты рабочей камеры при рабочем положении облучателя;

б) на поверхности хранилища ИИИ при нахождении облучателя в положении хранения.

При соответствии этих величин расчетным данным установка загружается последующими источниками (или кассетами) с десятикратным увеличением их активности.

Примечание. При измерении уровня излучения необходимо обращать особое внимание на места прохождения технологических каналов.

7.5. После загрузки каждого источника (кассеты) должно быть получено детальное распределение поля гамма-излучения (гамма-картограмма) на наружных поверхностях рабочей камеры и в смежных помещениях (источник - в рабочем положении), а также в рабочей камере при нахождении источников в положении хранения.

7.6. В случае обнаружения превышения расчетных величин гамма-излучения необходимо устранить дефект в защите.

Последующие стадии загрузки установки осуществляются аналогичным образом до загрузки ее до номинальной активности.

7.7. Каждая стадия загрузки установки оформляется промежуточным актом, а после окончания загрузки составляется окончательный акт, и приемная комиссия подготавливает сводное заключение о готовности объекта в целом к приемке в эксплуатацию.

7.8. Загрузка (догрузка, смена) ИИИ должна осуществляться специализированной организацией. Допускается проведение указанных работ персоналом, который должен быть для этого специально обучен, при наличии подробной инструкции по технологии проведения работ и радиационной безопасности.

Персонал, участвующий в загрузке (догрузке, смене) ИИИ, должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты.

7.9. Помещения, в которых производится загрузка (догрузка, смена) ИИИ, должны быть оборудованы сигнально-измерительной дозиметрической аппаратурой.

7.10. В целях устранения опасности загрязнения ИИИ компонентами технологического процесса запрещается проводить монтажные работы с химико-технологической аппаратурой установок во время загрузки (догрузки, смены) ИИИ.

7.11. Перед загрузкой установки ИИИ проверяют работоспособность всех узлов путем имитации процесса загрузки, догрузки и смены источников с использованием их неактивных макетов.

7.12. Транспортные контейнеры с ИИИ, предназначенными для загрузки подводным способом, должны иметь канал для стока воды изнутри контейнера. Радиоактивное загрязнение их наружных и внутренних поверхностей не должно превышать допустимых величин.

7.13. Все операции по загрузке (догрузке, смене) ИИИ должны проводиться под непрерывным радиационным контролем.

7.14. При загрузке должно быть исключено попадание негерметичных источников в хранилище установки.

7.15. При разработке технического проекта на установку рекомендуется предусматривать мероприятия по определению надежности ИИИ по истечении их гарантийного срока для оценки возможности дальнейшего использования этих источников.

**VIII. Радиационный контроль**

8.1. Радиационный контроль на установках, а также контроль за соблюдением всеми работающими норм и правил радиационной безопасности осуществляется службой радиационной безопасности данного учреждения.

В том случае, когда в учреждении не проводится никаких других работ с ИИИ, служба радиационной безопасности должна быть организована непосредственно на установке.

8.2. Основные задачи службы радиационной безопасности следующие:

контроль за радиационной обстановкой и индивидуальным облучением персонала;

организация и контроль за прохождением персоналом вводного и периодического инструктажа;

организация и контроль за прохождением персоналом медицинских осмотров;

составление планов и годовых отчетов о работе службы радиационной безопасности.

8.3. В проекте установки должно быть предусмотрено помещение для службы радиационной безопасности и ее оснащение современной аппаратурой, для проведения соответствующих замеров и анализов. Набор помещений определяется на стадии технического проектирования и зависит от проводимых процессов и типа установки.

8.4. Служба радиационной безопасности осуществляет контроль:

а) уровней внешнего облучения на рабочих местах;

б) эффективности защиты (периодический);

в) радиоактивной загрязненности отдельных (контрольных) участков рабочих поверхностей и оборудования не реже 1 раза в квартал;

г) отсутствия радиоактивного загрязнения облученной промышленной продукции;

д) радиоактивной загрязненности воды в бассейнах (для установок с водной и смешанной защитой);

е) исправности систем блокировки и сигнализации.

8.6. Контроль индивидуального облучения персонала должен обеспечивать определение доз внешнего облучения с помощью индивидуальных дозиметров.

8.7. Администрация обязана организовать контроль за содержанием токсических и агрессивных веществ в окружающей среде, а также за исправностью и эффективностью работы вентиляции.

8.8. Кроме периодических замеров радиационный контроль должен проводиться во всех случаях, когда возможно изменение контролируемых параметров (особенно эффективности защиты при появлении видимых трещин или после переделки технологических каналов и т.п.).

8.9. Периодичность профилактического осмотра и проведения ремонтно-профилактического работ устанавливается администрацией учреждения.

Все ремонтно-профилактические работы должны проводиться под радиационным контролем в соответствующей спецодежде или защитной одежде.

8.10. Персонал, проводящий ремонтно-профилактические работы на установке, должен быть обеспечен как индивидуальными, так и аварийными дозиметрами.

**IX. Предупреждение аварий и ликвидация их последствий**

9.1. Установки должны быть снабжены устройствами для принудительного дистанционного перемещения облучателя в положение хранения.

9.2. Все манипуляции с источниками должны проводиться таким образом, чтобы исключить их механическое повреждение. В конструкции установок должны быть предусмотрены устройства, уменьшающие или исключающие возможность ударов, вибрации и истирания оболочек источников.

9.3. При проектировании установок I и II категории с сухим и смешанным способами защиты и облучателем общей активностью свыше 3·104 кюри необходимо проводить расчеты теплового режима источников. Для установок со смешанным способом защиты расчет проводится для источников, находящихся в рабочем положении. Необходимо также учитывать влияние тепловых нагрузок на конструкционные элементы установок.

Если температура поверхности оболочек источников может превысить величину, допустимую техническими условиями на источник, необходимо предусмотреть принудительное охлаждение. При конструировании системы охлаждения облучателя следует принимать меры к уменьшению конденсации влаги на его поверхности.

При воздушном способе охлаждения источников необходимо предусмотреть очистку удаляемого воздуха с помощью фильтров.

9.4. При проектировании установок I категории с сухим и смешанным способами защиты необходимо проведение расчета теплового воздействия на бетон. В случае необходимости следует предусмотреть мероприятия по предотвращению внутреннего перегрева бетона.

9.5. Установки должны проектироваться таким образом, чтобы исключить возможность проникновения в них грунтовых и подземных вод. Наивысший уровень грунтовых вод не должен быть выше уровня воды в бассейне.

9.6. Облучатель установки типа «Гамма-поле» должен быть защищен от метеорологических осадков.

9.7. Если защита от гамма-излучения изготовлена из легкоплавких материалов (свинец и т.п.), то их необходимо заключать в оболочки из тугоплавких материалов.

9.8. В проектах установок с водным и смешанным способами защиты I и II категории должен быть проведен расчет времени образования взрывоопасной концентрации гремучего газа в рабочей камере при включенной системе вентиляции и облучателе, находящемся в положении хранения. Для плохо вентилируемых участков (пространство между зеркалом воды и крышкой бассейна установки, замкнутый объем и т.д.) подобный расчет должен быть проведен и для случая, когда вентиляция включена.

В зависимости от результатов расчета должна быть предусмотрена непрерывно работающая система вентиляции, либо оговорены допустимые перерывы в ее работе, при которых исключено образование взрывоопасных концентраций гремучего газа, либо предусмотрено устройство для отвода гремучего газа из плохо вентилируемых участков.

9.9. На установках II группы разрешается проведение облучения небольших количеств взрывоопасных веществ лишь в специальных баллонах, способных выдержать взрыв данного количества вещества.

9.10. На установках I группы необходимо предусмотреть автоматические, дублирующие друг друга системы, которые при возникновении угрозы взрыва (например, при повышении температуры или давления в рабочем объеме выше допустимого уровня) переводили бы облучатель в положение хранения и информировали оператора о предаварийном режиме установки.

9.11. Конструкция гамма-установки, в которой происходит облучение взрывоопасного вещества, должна обеспечивать целостность облучателя во время взрыва, отвод взрывных газов из аппарата необходимо устраивать с таким расчетом, чтобы исключить возможность повреждения облучателя. Все оборудование в рабочей камере установок I группы должно быть выполнено во взрывобезопасном исполнении. Необходимо предусмотреть системы автоматического огнетушения.

9.12. Защита рабочей камеры должна противостоять возможному взрыву; вход в рабочую камеру должен быть защищен противовзрывной дверью. В случае необходимости могут быть предусмотрены вышибные потолки и т.п. устройства, если они не снизят эффективности защиты от гамма-излучения.

9.13. Для экстренного определения уровней облучения персонала при радиационной аварии на установках необходимо иметь гамма-картограмму полей излучения в рабочей камере и лабиринте.

9.14. Пол и стены рабочей камеры, помещений загрузки и перегрузки установки, временного хранения радиоактивных отходов должны быть покрыты малосорбирующим, легко дезактивируемым материалом, стойким к мощным полям гамма-излучения.

Оборудование должно быть изготовлено из малосорбирующего материала или покрыто им и иметь гладкие поверхности.

9.15. Бассейны для хранения источников излучения должны быть изнутри герметично отделаны нержавеющей сталью, а снаружи иметь надежную гидроизоляцию.

Все оборудование бассейна (подъемные устройства, осветители и др.) должно быть изготовлено из одного металла, желательно из нержавеющей стали.

9.16. Установки с подводным хранением источников должны иметь загрузочный бассейн, который в случае необходимости должен быть герметично отделен от рабочего бассейна. Этот бассейн предназначен:

а) для загрузки и перегрузки установки;

б) для проведения ремонтно-профилактических и аварийных работ в рабочем бассейне;

в) для обеспечения возможности дезактивации бассейнов.

МАД в любой точке незаполненного водой бассейна при источниках, находящихся в другом бассейне в положении хранения, не должна превышать 12 мкЗв/ч.

Если конструкция рабочего бассейна позволяет проводить вышеуказанные операции, то наличие загрузочного бассейна не обязательно.

9.17. Вода в бассейнах установки в случае достижения в ней концентрации радиоактивных изотопов, более чем в 10 раз превышающей уровни вмешательства (УВ) для питьевой воды, подлежит обязательной дезактивации. После дезактивации вода может быть либо слита в канализацию, либо по рециркулярной системе перекачана обратно в бассейн, что должно быть оформлено специальным актом, в котором отмечается удельная активность воды до и после дезактивации.

9.18. При разгерметизации источников излучения необходимо контролировать уровни радиоактивного загрязнения в наблюдаемой зоне и на окружающей территории.

9.19. На участке отводящего трубопровода от бассейна до очистного устройства необходимо использовать трубы из нержавеющей стали.

9.20. На установках, предназначенных для проведения радиационно-химических процессов, вода в бассейнах должна регулярно контролироваться на содержание в ней агрессивности технологических примесей. В случае, если содержание этих примесей превышает допустимые величины концентраций, вода должна быть очищена или заменена.

9.21. Срок службы фильтров определяется по потере фильтрующей способности или внешнему излучению от них, вызванному сорбцией радиоактивных веществ. Загрязненные фильтры подлежат захоронению или регенерации.

9.22. При проектировании установок должны быть предусмотрены:

а) помещение для хранения и переодевания средств индивидуальной защиты, необходимых для проведения ремонтно-профилактических и аварийных работ; в этом помещении должно быть предусмотрено горячее и холодное водоснабжение;

б) оборудование и способы проверки герметичности оболочек источников в процессе эксплуатации стационарных установок;

в) возможность временного хранения радиоактивных отходов.

9.23. При всех режимах эксплуатации установки в производственных условиях должно исключаться любое радиоактивное загрязнение облучаемых объектов.

9.24. Для предотвращения образования агрессивных сред в облучаемом объеме необходимо предусматривать необходимые мероприятия по их удалению (организация воздухообмена, продувка и пр.).

9.25. Каждый головной образец передвижных и транспортабельных серийных установок необходимо подвергать испытанию на механические нагрузки, которые могут встретиться в процессе их эксплуатации.

9.26. В проектах установок и инструкциях по эксплуатации должны быть даны рекомендации по ликвидации последствий возможных радиационных аварий.

9.27. При загрузке (догрузке, смене) ИИИ и эксплуатации установок запрещается выполнение каких-либо операций, не предусмотренных должностными инструкциями, инструкциями по технике безопасности и радиационной безопасности и другими нормативными документами, за исключением действий, направленных на предотвращение крупных аварий, переоблучения большого числа людей и спасение их жизни.

**Глава 16. Обеспечение радиационной безопасности при эксплуатации мощных изотопных бета-установок**

**I. Область применения**

1.1. Настоящая глава содержит требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с мощными бета-установками промышленного, полупромышленного и исследовательского типов, предназначенными для проведения радиационно-химических процессов, лучевой стерилизации, медико-биологических исследований и т.п.

1.2. Требования данной главы не распространяются на установки и устройства, в которых источники бета-излучения (независимо от их активности) используются для контроля технологических процессов, снятия электростатических зарядов, генерации электромагнитного излучения, а также в качестве источника тепла или электроэнергии.

**II. Общие положения**

2.1. Мощные бета-установки - это комплексные устройства, предназначенные для осуществления воздействия на разнообразные объекты (предметы, вещества или материалы) ионизирующих излучений, основной компонент которых составляют бета-частицы. Допускается примесь только мягких электромагнитных излучений (сопутствующего, примесного и тормозного) в количестве не более 10% от общей мощности излучения. Общая активность заряженного в мощную бета-установку радиоактивного изотопа составляет не менее1,85 ТБк (50 кюри).

2.2. Основными факторами, определяющими степень возможного радиационного воздействия при эксплуатации мощных бета-установок, являются:

а) потоки бета-излучения на рабочих местах;

б) потоки сопутствующего, примесного и тормозного электромагнитных излучений на рабочих местах;

в) поверхностная загрязненность помещений и оборудования радиоактивными бета-излучателями;

г) наличие в воздухе рабочих помещений радиоактивных аэрозолей.

2.3. К нерадиационным источникам вредных воздействий относятся:

а) озон и окислы азота, образующиеся в результате облучения воздуха;

б) токсичные вещества, поступающие в воздух помещений из облучаемых объектов;

в) взрыво- и огнеопасные вещества, облучаемые на установке, или продукты, образующиеся в процессе облучения.

2.4. Устранение радиационных и других вредностей при эксплуатации мощных бета-установок обеспечивается комплексом конструкционных, планировочных и организационно-технологических решений.

2.5. По назначению мощные бета-установки подразделяются на две группы:

I группа - установки промышленного, полупромышленного и исследовательского типов, на которых предусмотрена возможность облучения коррозионно-активных объектов.

II группа - установки промышленного и исследовательского типов, предназначенные для облучения веществ, не вызывающих активной коррозии металлов.

2.6. В зависимости от проектной мощности все установки разделяются на три категории:

1 категория - активность облучателя более 370 ТБк (104 кюри).

2 категория - активность облучателя от 18,5 ТБк до 370 ТБк (от 5·102 до 104 кюри).

3 категория - активность облучателя до 18,5 ТБк (500 кюри).

2.7. Указанные уровни активности даны для изотопов радиотоксичности группы A (90Sr). При использовании изотопов другой степени радиотоксичности активность облучателя соответствующей категории может быть увеличена в соотношении ДОАi/ ДОА(90Sr), где: ДОАi - допустимая объемная активность *i*-того изотопа в воздухе рабочих помещений. Содержание 90Y не учитывается.



2.8. Для зарядки мощных бета-установок могут быть использованы только бета-источники, технические условия к которым согласованы в установленном порядке.

2.9. Перед началом эксплуатации установок все работающие на них лица должны быть обучены безопасным методам работы, знать правила пользования санитарно-техническими устройствами, защитными приспособлениями и правилами личной гигиены, а также сдать администрации соответствующий экзамен. Повторная проверка знаний должна проводиться один раз в год. Лица, привлекаемые к разовой или временной работе на установках, должны быть ознакомлены с инструкцией по технике безопасности.

**III. Требования к размещению мощных бета-установок**

3.1. Установки 1 категории, как правило, должны размещаться в отдельно стоящих зданиях.

Проведение каких-либо работ, не связанных с эксплуатацией и обслуживанием установок, в этих зданиях не допускается.

В виде исключения допускается размещение вышеуказанных бета-установок в производственных зданиях, если это обусловлено непрерывностью технологического процесса. В этих случаях помещение бета-установки должно быть изолировано от других помещений здания капитальными стенами и перекрытиями и иметь отдельный вход. Конструкция установки должна обеспечивать целостность защиты облучателя установки в случае какой-либо аварии в смежных помещениях.

3.2. Установки 2 и 3 категорий могут располагаться в производственных зданиях: установки 2 категории - на первом или цокольном этажах (желательно в пристройке), установки 3 категории на любом этаже зданий, выполненных из несгораемых конструкций и способных выдержать вес установки. При этом помещения установок должны иметь отдельный вход и независимую систему вентиляции.

3.3. Пульт управления установками в зависимости от их конструкций может располагаться в отдельном помещении или непосредственно на установке.

3.4. Для установок 1 и 2 категории должно быть предусмотрено специальное помещение, оборудованное для проверки герметичности бета-источников, их поверхностных загрязнений, а также для временного хранения рабочего комплекта бета-источников.

Для установок 3 категории проверка бета-источников на герметичность и поверхностную загрязненность может проводиться в помещении операторской с помощью стандартного лабораторного оборудования (боксы, защитные экраны, дистанционные захваты). Эти работы для установок всех категорий проводятся под постоянным дозиметрическим контролем.

3.5. Для установок 1 и 2 категорий должно быть предусмотрено:

а) помещение для хранения и переодевания средств индивидуальной защиты, необходимых для проведения ремонтно-профилактических и аварийных работ;

б) душевая пропускного типа с принудительным дозиметрическим контролем;

в) накопительные емкости для приема сбросных вод от душевой и после дезактивационных работ. Сброс сточных вод в общую канализационную сеть разрешается после радиометрического контроля при концентрации радиоактивных изотопов, не превышающих 10 уровней вмешательства (УВ) для питьевой воды.

**IV. Требования к конструкции установок**

4.1. Предпочтительной является конструкция установок с подачей облучаемых объектов к неподвижному облучателю; в этом случае допускается незначительное перемещение облучателя для регулирования интенсивности облучения. Камера облучения должна иметь минимально возможные размеры, обусловленные технологическими требованиями.

4.2. Допускается перемещение облучателя из рабочего положения в положение хранения; при этом конструкция механизма перемещения и его привода должна полностью исключать возможность ударов или повреждения облучателя.

4.3. В любом положении облучатель должен быть полностью огражден биологической защитой, исключающей проникновение ионизирующих излучений за ее пределы сверх допустимых уровней.

4.4. Конструкция облучателя должна исключать возможность загрязнения его объектами облучения.

4.5. Для снижения интенсивности тормозного излучения конструкции установки (облучатель, биологическая защита и т.п.), находящиеся под воздействием мощных потоков бета-излучения, должны изготовляться из радиационно-стойких материалов с возможно более малым атомным номером (графит, алюминий, карбид бора и т.п.).

**V. Требования к защите**

5.1. МАД суммарного (сопутствующего, примесного и тормозного) излучения на наружных поверхностях зданий установок, в том числе и в проемах (окна, двери и т.п.) не должна превышать 1,0 мкЗв/ч. Уровень излучения в ближайших зданиях и на территории, не принадлежащей данному учреждению, не должен превышать радиационный фон, присущий данной местности, более чем на 0,12 мкЗв/ч.

5.2. МАД суммарного бета-гамма-излучения в любой точке за защитой, выходящей в помещение операторской, не должна превышать 12 мкЗв/ч при любом положении облучателя. (Мощности дозы 12 мкЗв/ч соответствует интенсивность потока в 10 бета-частиц/(см-2·с-1) для энергий бета-частиц до 10 Мэв).

5.3. Суммарная мощность дозы в любой точке смежных помещений, где находятся лица, не отнесенные к персоналу, не должна превышать 0,5 мкЗв/ч независимо от положения облучателя.

5.4. Уровни тормозного и бета-излучений, выходящих из технологических проемов и щелей в защите, не должны превышать величин, указанных в п.5.2.

5.5. Хранение бета-источников и облучателя, собранного из них, в воде запрещается.

5.6. При приемке установки в эксплуатацию проверяется соответствие размещения установки проекту, эффективность и надежность работы механизмов, систем блокировки и сигнализации, а также уровни ионизирующих излучений на поверхности защиты, в операторских, в смежных помещениях и на прилегающей территории. Проверка качества защиты проводится по всему периметру защитных конструкций.

**VI. Требования к системам блокировки и сигнализации**

6.1. Каждая установка должна иметь не менее двух полностью независимых систем блокировки и сигнализации, предотвращающих возможность облучения персонала и сигнализирующих о повреждениях облучателя. Такие системы могут быть основаны на:

а) показаниях дозиметрических приборов;

б) механических приспособлениях;

в) электрических устройствах и т.п.

6.2. В случае неисправности хотя бы одной из систем блокировки и сигнализации технологический процесс, осуществляемый на установке, должен автоматически прекращаться.

6.3. Установка, в которой предусмотрено перемещение облучателя, должна иметь дополнительное устройство для его ручного возврата в положение хранения.

6.4. Установки с неподвижным облучателем должны иметь шибера, позволяющие изолировать облучатель от камеры облучения; кроме механического должна быть предусмотрена возможность ручного закрытия шиберов.

6.5. Помимо систем, предусмотренных п.6.1, установки должны быть оборудованы дозиметрическими приборами с автоматическими устройствами, сигнализирующими об уровнях гамма-фона и загрязненности воздуха операторской радиоактивными аэрозолями. Датчики приборов должны располагаться:

а) на рабочих местах;

б) в операторской и смежных с ней помещениях (для установок 1 категории);

в) у камеры для контроля герметичности радиоактивных препаратов.

6.6. На пульте управления установкой должны быть установлены сигнальные устройства, показывающие положение облучателя (или защитных шиберов) и величину мощности дозы в камере облучения. В помещениях, где расположены установки 1 и 2 категорий, должна быть городская телефонная связь.

6.7. Система механических блокировок должна исключать возможность повреждения облучателя при его перемещении и движении шиберов.

**VII. Требования к вентиляции**

7.1. Вентиляция (продувка) камер облучения должна быть автономной. Выбрасываемый в атмосферу воздух должен очищаться на специальных фильтрах.

Вентиляция помещений, предназначенных для размещения мощных бета-установок, рассчитывается исходя из суммы радиационных и нерадиационных производственных вредностей, связанных с проводимыми на установках технологическими процессами, с учетом возможности разгерметизации источников.

7.2. Для установок 1 категории должна быть предусмотрена замкнутая система циркуляции инертного газа или осушенного воздуха, предназначенного для охлаждения облучателя. Для установок 2 и 3 категорий должен быть проведен расчет по тепловыделениям, обосновывающий возможность исключения замкнутой системы циркуляции.

7.3. Из камеры облучения должен быть предусмотрен отсос воздуха для создания гарантированного разрежения в ней (не менее 10 мм вод.ст.); отсасываемый из камеры облучения воздух направляется в отдельную систему вентиляции.

7.4. Воздух, подаваемый в камеру облучения и удаляемый из нее, должен очищаться на специальных фильтрах. Замена фильтров должна проводиться по мере их загрязнения, определяемого по увеличению аэродинамического сопротивления и (или) уровням внешнего излучения.

7.5. Относительная влажность воздуха в помещениях мощных бета-установок должна поддерживаться на уровне норм, установленных для физических и химических лабораторий.

**VIII. Меры по предупреждению радиоактивных загрязнений и их ликвидация**

8.1. Причинами появления радиоактивных загрязнений в помещениях установок могут быть:

а) поверхностное загрязнение источников излучения (радиоактивных препаратов);

б) разгерметизация источников излучения вследствие механических повреждений, коррозии и т.п.;

в) диффузия радиоактивного вещества сквозь материал оболочки источников излучения;

г) радиоактивное загрязнение транспортных контейнеров.

8.2. Конструкционные материалы, из которых выполнены детали и узлы установок, должны быть малосорбирующими радиоактивные загрязнения и легко дезактивируемыми или иметь покрытия, отвечающие указанным требованиям.

8.3. Отделка стен, полов и потолка в помещениях, где размещаются мощные-бета установки, должна соответствовать существующим нормам для химических лабораторий.

8.4. Полы, стены и потолки помещений, предназначенных для перезарядки кассет бета-источниками, а также для проверки их на герметичность и поверхностное загрязнение и для промежуточного их хранения, должны иметь сплошную внутреннюю облицовку из легко дезактивируемых материалов. Помещения должны быть оборудованы дренажами для приема стоков после дезактивации. Сброс стоков должен направляться в накопительную емкость. Система канализации должна быть выполнена из малосорбирующего материала, устойчивого к воздействию агрессивных сред.

8.5. Все бета-источники, поступающие для загрузки бета-установки, должны быть проверены на герметичность и поверхностные радиоактивные загрязнения на месте зарядки. Помещение для проверки герметичности источников должно иметь автономную систему вентиляции.

8.6. В случае появления радиоактивного загрязнения в воздушной среде помещений, где расположена мощная бета-установка, рабочих поверхностей, оборудования или облучаемых объектов выше допустимых величин, производится разрядка облучателя и проверка всех бета-источников на герметичность и поверхностное загрязнение.

8.7. Бета-источники, не удовлетворяющие техническим условиям, упаковываются в герметичные пластиковые мешки и в транспортных контейнерах направляются поставщику или на захоронение с соответствующим актом.

8.8. Все случаи обнаружения поверхностных загрязнений и разгерметизации бета-источников и их уровни фиксируются в эксплуатационном журнале установки.

**IX. Загрузка, догрузка и смена радиоактивных препаратов**

9.1. Облучатель установки загружается с помощью комплекса защитного оборудования, предусмотренного проектом установки.

9.2. Подводный способ загрузки облучателя установки или кассет запрещается.

9.3. Методика загрузки и смены установки, а также меры безопасности при проведении этих работ должны быть разработаны на стадии проектирования установки и отражены в инструкции по ее эксплуатации.

9.4. Все операции по загрузке установки должны проводиться под постоянным радиационным контролем.

9.5. Персонал, участвующий в работах по загрузке установки, должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты (полукомбинезон или халат из полихлорвинила, нарукавники из того же материала, резиновые перчатки, бахилы, шапочка из молексина, респираторы типа "Лепесток" и т.п.). Кроме того, должен быть предусмотрен аварийный (запасной) комплект средств индивидуальной защиты, в том числе органов дыхания.

**X. Радиационный контроль**

10.1. Радиационный контроль на установках, а также контроль за соблюдением всеми работающими требований радиационной безопасности осуществляется службой радиационной безопасности данного учреждения (предприятия).

10.2. Для установок 3 категории радиационный контроль осуществляется специально выделенным и обученным лицом. Если в одном здании расположено несколько установок, допускается обслуживание одним дозиметристом двух установок.

10.3. Лица или подразделения, осуществляющие радиационный контроль, проводят:

а) индивидуальный дозиметрический контроль (по бета- и гамма-излучениям) персонала, работающего на установке и обслуживающего ее;

б) контроль уровней внешнего облучения на рабочих местах;

в) периодический контроль эффективности биологической защиты от излучений;

г) систематический контроль радиоактивных загрязнений рабочих поверхностей здания, конструкций и оборудования;

д) контроль содержания радиоактивных аэрозолей, газов и токсических веществ в воздухе рабочих помещений;

е) контроль за исправностью систем блокировки и сигнализации;

ж) контроль исправности и эффективности работы вентиляции.

Периодичность указанных видов контроля определяется положением о работе службы радиационной безопасности (ответственного за радиационный контроль лица). При наличии в учреждении (на предприятии) соответствующих специалистов, контроль за содержанием токсических веществ в атмосфере помещений, контроль исправности и эффективности работы вентиляции и системы блокировки и сигнализации может быть возложен на них.

10.4. Результаты дозиметрического контроля должны регистрироваться в специальном журнале. На основании данных индивидуального дозиметрического контроля определяются суммарные (за квартал и год работы) дозы облучения (по бета- и гамма-излучениям), полученные обслуживающим персоналом.

10.5. При расчете доз внутреннего облучения должно использоваться значение ДОАперс и, при необходимости, величины накопления радиоактивных изотопов в организме работающих.

10.6. Помимо плановых исследований радиационный контроль должен проводиться во всех случаях, когда возможно изменение контролируемых параметров (при модернизации установки, после аварийных ситуаций и т.п.).

10.7. Все ремонтно-профилактические и аварийные работы должны проводиться под радиационным контролем в соответствующей спецодежде с защитой органов дыхания.

10.8. В проекте установки должно быть предусмотрено оснащение службы радиационной безопасности современной аппаратурой, необходимой для проведения всего необходимого комплекса измерений.

**XI. Мероприятия по предупреждению аварий**

11.1. Мощные бета-установки должны быть снабжены устройством для принудительного дистанционного перемещения облучателя в положение хранения в случае его заклинивания (или принудительного закрытия шибера, отделяющего облучатель от камеры облучения).

11.2. Все манипуляции с источниками бета-излучения и облучателем должны проводиться таким образом, чтобы исключить их механическое повреждение.

11.3. При проектировании установок 1 и 2 категорий необходимо выполнение расчета теплового режима источников в рабочем положении и в положении хранения. В случае, если температура на поверхности бета-источников превышает величину для данного материала и конструкции, необходимо предусмотреть принудительное охлаждение облучателя. Отвод тепла должен быть осуществлен таким образом за счет температурных воздействий.

11.4. При воздушном охлаждении облучателя (с выбросом нагретого воздуха в атмосферу) должна быть предусмотрена очистка удаляемого воздуха от возможных аэрозольных загрязнений.

11.5. Облучение взрывоопасных объектов на мощных бета-установках запрещается.

**Глава 17. Обеспечение радиационной безопасности при производстве и применении радиолюминесцентных источников света с газообразным тритием и изделий на их основе**

**I. Область применения**

1.1. В настоящей главе установлены требования по обеспечению радиационной безопасности, предъявляемые к разработке, изготовлению и работе с радиолюминесцентными источниками света (далее - РИС) с газообразным тритием и изделиями на их основе, которые представляют собой светотехнические устройства (далее - СТУ) различного назначения.

1.2. Требованиями распространяются на граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, деятельность которых связана с производством и использованием РИС с газообразным тритием и изделий на их основе (проектирование, изготовление, поставка, ремонт, техническое обслуживание, эксплуатация), а также осуществляющие надзор и контроль за обеспечением радиационной безопасности при обращении с ними.

**II. Общие положения**

2.1. На всех этапах обращения с РИС и СТУ должны обеспечиваться условия, исключающие возможность облучения населения и персонала сверх установленных основных пределов доз техногенного облучения.

2.2. РИС и СТУ содержат техногенный источник ионизирующего излучения, представляющий потенциальную радиационную опасность для здоровья персонала и населения в случае аварийной разгерметизации светоэлементов РИС при попадании трития в организм человека из воздуха или с загрязненных им поверхностей через органы дыхания, пищеварения или через кожу.

2.3. По степени радиационной опасности, которая может иметь место при разгерметизации светоэлементов РИС, РИС и СТУ делятся на три группы в зависимости от активности трития в них, и на четыре подгруппы, в зависимости от области применения.

2.4. Классификация РИС и СТУ по группам в гектобеккерелях (ГБк):

1-ая группа - РИС и СТУ с активностью трития не более 100 ГБк;

2-ая группа - РИС и СТУ с активностью трития от 100 до 100 000 ГБк;

3-я группа - РИС и СТУ с активностью трития более 100 000 ГБк.

2.5. Классификация РИС и СТУ по подгруппам и предельные значения их санитарных параметров приведены в [таблице 2.5.1](#sub_251).

Таблица 2.5.1

**Классификация по подгруппам и предельные значения санитарных параметров РИС и СТУ**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Подгруппа РИС и СТУ | Допустимая область применения | | РИС | | СТУ | |
| Максимальная активность трития в РИС, ГБк | Максимальная скорость утечки трития и метод контроля (в скобках) | Максимальная активность трития в СТУ, ГБк | Максимальная скорость утечки трития и метод контроля (в скобках) |
| 1 | Изделия бытового назначения | | 20 | См. [примечания](#sub_250) | 20 | 150 Бк/ч  (газовый или иммерсионный) |
| 2 | Изделия производственного назначения | Переносные и устанавливаемые на передвижных средствах | 400 | 2 000 Бк/ч (газовый) | 1 000 | Не нормируется |
| 3 | Стационарные, устанавливаемые в помещениях | 800 | 4 000 Бк/ч (газовый) | 2 000 | Не нормируется |
| 4 | Стационарные, устанавливаемые на открытом воздухе | 4 000 | 20 000 Бк/ч (газовый) | 20 000 | Не нормируется |

**Примечание:**

Суммарная скорость утечки трития от всех РИС, предназначенных для установки в одно СТУ 1-ой подгруппы, не должна превышать 150 Бк/ч; метод контроля - газовый или иммерсионный.

2.6. Примеры классификационного обозначения:

- РИС с активностью трития от 100 до 100 000 ГБк (2-я группа), предназначенный для СТУ производственного назначения, стационарно устанавливаемого в помещении (3-я подгруппа) - 2.3 СанПиН;

- СТУ с активностью трития не более 100 ГБк (1-ая группа) бытового назначения (1-ая подгруппа) - 1.1 СанПиН.

2.7. При необходимости поставки РИС или СТУ с активностью трития в них более чем установлено в [таблице 2.5.1](#sub_251) для каждой подгруппы, предприятию, осуществляющему разработку, необходимо подготовить техническое обоснование радиационной безопасности их применения и согласовать его с территориальными подразделениями федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

**III. Санитарные требования**

**3.1. Общие требования**

3.1.1. Лица, выполняющие работы по изготовлению светоэлементов РИС, по сборке РИС и их паспортизации, установке РИС в СТУ, хранению и транспортированию РИС и СТУ, ремонту СТУ, производящие их техническое обслуживание и размещение на месте эксплуатации относятся к категории облучаемых лиц "персонал" (группа "А").

3.1.2. Применение РИС в качестве самостоятельно эксплуатируемых изделий, а также их ремонт не допускаются. РИС следует применять только в составе СТУ, обеспечивающих защиту РИС от непосредственного воздействия механических и климатических (при необходимости) факторов.

3.1.3. Оборот и транспортировка опытных и серийных образцов РИС и СТУ разрешается только по техническим условиям (ТУ), согласованным с территориальными подразделениями федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

3.1.4. Ответственность за выполнение требований настоящих Правил возлагается на руководство предприятий, разрабатывающих, изготавливающих и работающих с РИС и СТУ.

**3.2. Требования к конструкции РИС и СТУ**

3.2.1. Конструкция РИС должна обеспечивать:

1) соответствие их санитарных характеристик требованиям, установленным в [таблице 2.5.1](#sub_251);

2) соответствие их минимальных прочностных характеристик по отношению к воздействию климатических и механических факторов;

3) сохранение герметичности светоэлементов РИС при воздействии:

- температуры минус 70°С;

- пониженного атмосферного давления 20 кПа;

- изменения температуры при переносе за время не более 30 с нагретого до температуры не менее 80°С и выдержанного при этой температуре в течение 15 минут РИС в ванну с водой с температурой не выше 20°С.

3.2.2. Конструкция СТУ должна обеспечивать:

1) соответствие их санитарных характеристик требованиям, установленным в [таблице 2.5.1](#sub_251);

2) сохранение герметичности светоэлементов РИС в условиях эксплуатации СТУ;

3) сохранение герметичности светоэлементов РИС при свободном неориентированном падении на ровное металлическое основание для СТУ:

- 1-ой группы - однократном с высоты 1 м;

- 2-ой группы - трехкратном с высоты 1 м;

- 3-ей группы - трехкратном с высоты 1 м и однократном с высоты 2 м;

4) соответствие их минимальных прочностных характеристик по отношению к воздействию климатических и механических факторов.

3.2.3. Подтверждение соответствия конструкции РИС и СТУ установленным в [пунктах 3.2.1](#sub_321)и[3.2.2](#sub_322) настоящих Правил требованиям осуществляется расчетно-экспериментальным методом или путем проведения испытаний. При проведении испытаний используются как непосредственно РИС и СТУ, так и их имитаторы. В случае использования в испытаниях РИС и СТУ должны соблюдаться требования, предъявляемые к работе с открытыми источниками излучения.

3.2.4. Для изготовления капсулы светоэлемента РИС применяются термостойкие материалы, не теряющие своих механических и физических свойств при температуре в диапазоне от -70°С до +70°С и снижении давления окружающей среды до 20 кПа. Газовая проницаемость капсулы светоэлемента должна обеспечивать скорость утечки трития из РИС, не превышающую предельных значений, приведенных в [таблице 2.5.1](#sub_251). Необходимо, чтобы материал капсулы был радиационно устойчив, то есть скорость утечки трития в течение всего назначенного срока службы не должна возрастать до значений более высоких, чем указано в таблице 2.5.1.

3.2.5. Вещества, среды и материалы, контактирующие с капсулой светоэлемента РИС, не должны оказывать повреждающего воздействия на материал капсулы, приводящего к нарушению ее герметичности.

3.2.6. Конструкция СТУ, применяемых в стационарных условиях, должна обеспечивать невозможность извлечения РИС из СТУ и снятия СТУ с места установки без их разрушения при отсутствии специального инструмента.

3.2.7. На внешней поверхности СТУ 2-ой и 3-ей групп наносится знак радиационной опасности с указанием классификационного обозначения в соответствии с [главой 2](#sub_20) настоящих Правил.

**3.3. Требования к документации на РИС**

3.3.1. В главе "Санитарные требования" ТУ указывается:

- максимальная активность трития в РИС;

- допустимая норма утечки трития.

3.3.2. В главе "Требования по надежности" ТУ на РИС, являющиеся неремонтируемыми и непрерывно расходующими свой ресурс изделиями, устанавливается:

- назначенный срок службы;

- критерий отказа РИС;

- вероятность безотказной работы РИС (при необходимости) в рабочих условиях в течение назначенного срока службы.

3.3.3. В главе "Упаковка" ТУ на РИС 2-ой и 3-ей групп указываются:

- требования, предъявляемые к транспортному упаковочному комплекту (далее - ТУК); при этом для ТУК, являющегося невозвратной тарой разового применения, в ТУ должны быть установлены требования к конструкции ТУК и к используемым для его изготовления материалам, а для ТУК, являющегося возвратной тарой многоразового применения, должны быть указаны обозначение ТУК и документ на его поставку;

- порядок упаковки и количество РИС, помещаемых в ТУК.

Требования, предъявляемые к ТУК, приведены в [приложении 1](#sub_1000) настоящих Правил.

3.3.4. В главе "Требования безопасности" ТУ на РИС 2-ой и 3-ей групп указывается:

- необходимость соблюдения требований настоящих Правил;

- классификационное обозначение РИС в соответствии с [главой 2](#sub_20) настоящих Правил.

3.3.5. В главе "Транспортирование и хранение" ТУ на РИС 2-ой и 3-ей групп указываются:

- тип ТУК;

- транспортная категория ТУК;

- условия транспортирования и хранения.

3.3.6. В главе "Указания по применению" ТУ на РИС 2-ой и 3-ей групп указываются:

- периодичность и метод контроля герметичности РИС в процессе его хранения и эксплуатации в составе СТУ (допускается в качестве метода контроля герметичности РИС устанавливать визуальный контроль на наличие или отсутствие его свечения);

- действия потребителя в случае аварийного разрушения РИС;

- действия потребителя по истечении назначенного срока службы РИС.

3.3.7. В паспорте на РИС 2-ой и 3-ей групп отражаются требования [пунктов 3.3.1 - 3.3.6](#sub_331), а также указывается обозначение РИС согласно [главе 2](#sub_20) настоящих Правил.

**3.4. Требования к документации на СТУ**

3.4.1. В главе "Санитарные требования" ТУ на СТУ указываются:

- максимальная активность трития в СТУ;

- санитарные характеристики применяемых РИС.

3.4.2. В главе "Требования по надежности" ТУ на СТУ, являющиеся ремонтируемыми изделиями, устанавливаются:

- срок службы до замены РИС, и (или) до ремонта, и (или) до списания СТУ;

- критерии отказа СТУ;

- вероятность безотказной работы СТУ (при необходимости) в рабочих условиях в течение срока службы до ремонта или списания СТУ.

3.4.3. В главе "Упаковка" ТУ на СТУ 2-ой и 3-ей групп указываются:

- требования, предъявляемые к ТУК, причем для ТУК, являющегося невозвратной тарой разового применения, в ТУ должны быть установлены требования к конструкции ТУК и к используемым для его изготовления материалам, а для ТУК, являющегося возвратной тарой многоразового применения;

- порядок упаковки и количество СТУ, помещенных в ТУК.

Требования, предъявляемые к ТУК, приведены в [приложении 1](#sub_1000) к настоящим Правилам.

3.4.4. В главе "Требования безопасности" ТУ на СТУ 2-ой и 3-ей групп указывается:

- необходимость соблюдения требований настоящих Правил;

- классификационное обозначение СТУ в соответствии с [главой 2](#sub_20) настоящих Правил.

3.4.5. В главе "Транспортирование и хранение" ТУ на СТУ 2-ой и 3-ей групп указываются:

- тип ТУК;

- транспортная категория ТУК;

- условия транспортирования и хранения.

3.4.6. В главе "Указания по применению" ТУ на СТУ 2-ой и 3-ей групп указываются:

- периодичность и метод контроля герметичности РИС в процессе хранения и эксплуатации СТУ (допускается в качестве метода контроля герметичности РИС устанавливать визуальный контроль на наличие или отсутствие их свечения);

- действия потребителя в случае аварийного разрушения СТУ;

- действия потребителя по истечении назначенного срока службы РИС, а также при их замене и (или) списании СТУ.

3.4.7. В паспорте на СТУ 2-ой и 3-ей групп отражаются требования [пунктов 3.4.1 - 3.4.6](#sub_341), а также указывается обозначение СТУ согласно [главе 2](#sub_20) настоящих Правил.

3.4.8. Эксплуатационные документы на СТУ 2-ой и 3-ей групп должны содержать необходимые данные по их устройству, установке РИС в СТУ и требования по обеспечению радиационной безопасности при установке РИС в СТУ и размещении и эксплуатации СТУ.

**3.5. Требования к изготовлению и упаковке РИС и СТУ**

3.5.1. Изготовление светоэлементов РИС должно производиться с соблюдением требований, предъявляемых к работам с открытыми источниками излучения. При этом работы, при проведении которых необходимо наличие на рабочем месте более 100 000 ГБк трития, относятся к работам I класса, от 100 до 100 000 ГБк - к работам II класса, а от 1 до 100 ГБк - к работам III класса.

3.5.2. Сборка РИС всех групп и их паспортизация после соответствующей проверки герметичности светоэлементов РИС должны производиться с соблюдением требований [пункта 3.7](http://ivo.garant.ru/document/redirect/12177986/1370) ОСПОРБ-2019, предъявляемых к работе с закрытыми радионуклидными источниками. При этом специальные требования по радиационной безопасности к отделке производственного помещения не предъявляются.

3.5.3. Ремонт СТУ, установка РИС в СТУ всех групп, осуществляемая на предприятии-изготовителе РИС или СТУ, и упаковка РИС и СТУ должны производиться с соблюдением требований [пункта 3.7](http://ivo.garant.ru/document/redirect/12177986/1370) ОСПОРБ-99/2020, предъявляемых к работе с закрытыми радионуклидными источниками.

3.5.4. В технологии изготовления светоэлементов РИС должны предусматриваться мероприятия по снижению содержания в них окиси трития. Содержание окиси трития в препарате, используемом для изготовления светоэлементов РИС, не должно превышать 1% от суммарной активности трития в нем.

**3.6.1. Поставка РИС и СТ3.6. Требования к поставке, получению, учету, транспортированию и хранению РИС и СТУ**

У 3-ей группы должна осуществляться по заявкам потребителя, согласованным с территориальными подразделениями федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, а поставка РИС и СТУ 1-ой и 2-ой групп - по заявкам потребителя без такого согласования. При этом предприятие, осуществляющее поставку РИС или СТУ 3-ей группы, должно в 10-дневный срок известить территориальные подразделения федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, о факте поставки с указанием предприятия, которому направлены РИС или СТУ, количества отправленных РИС или СТУ и активности находящегося в них трития.

3.6.2. При получении РИС или СТУ 3-ей группы предприятие-потребитель обязано в 10-дневный срок известить территориальные подразделения федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, о факте их получения с указанием предприятия-поставщика, количества полученных РИС или СТУ и активности находящегося в них трития.

3.6.3. Предприятие, получившее РИС или СТУ 2-ой и 3-ей групп, должно соблюдать требования, предъявляемые к порядку учета, хранения и перевозки источников ионизирующих излучений.

Передача РИС и СТУ с одного предприятия на другое должна осуществляться с соблюдением требований [пунктов 3.6.1 - 3.6.2](#sub_361) настоящих Правил.

3.6.4. При транспортировании РИС и СТУ 2-ой и 3-ей групп должны соблюдаться требования [главы 1](http://ivo.garant.ru/document/redirect/4179203/300) раздела 1 настоящих сводных санитарных правил, предъявляемые к перевозке радиоактивных веществ, упакованных в ТУК первой транспортной категории.

3.6.5. Хранение РИС и СТУ должно осуществляться с соблюдением требований, установленных в ТУ на них.

Запрещается хранение РИС и СТУ в помещениях с замкнутой системой вентиляции, а также совместно с легковоспламеняющимися, взрывоопасными и химически агрессивными веществами.

3.6.6. Специальные требования по радиационной безопасности к поставке, получению, учету, транспортированию и хранению РИС и СТУ 1-ой группы не предъявляются. Допускается реализация СТУ 1-ой группы 1-ой подгруппы через торговую сеть.

**3.7. Требования к установке РИС в СТУ и размещению СТУ**

3.7.1. Установка РИС в СТУ 2-ой и 3-ей групп при раздельной поставке РИС и арматуры СТУ должна осуществляться с соблюдением правил и мер радиационной безопасности, установленных в эксплуатационной документации на СТУ.

3.7.2. В помещениях постоянного пребывания людей (не менее половины рабочего времени) для СТУ 2-ой и 3-ей групп 3-ей подгруппы, а также для временно находящихся в таких помещениях СТУ 2-ой группы 2-ой подгруппы, суммарная активность трития в СТУ должна удовлетворять условию:

, где

А - суммарная активность трития во всех СТУ, ГБк;

 - объем помещения, ;

К - кратность воздухообмена, .

Запрещается устанавливать СТУ в помещениях с замкнутой системой вентиляции.

3.7.3. Особые требования к размещению стационарных СТУ на открытых площадках и на наружных поверхностях зданий и сооружений, а также для переносных СТУ и СТУ, устанавливаемых на передвижных средствах, не предъявляются, если они находятся на открытом воздухе.

3.7.4. Специальные требования по радиационной безопасности к установке РИС 1-ой группы в СТУ при раздельной поставке РИС и арматуры СТУ и размещению СТУ 1-ой группы не предъявляются.

**3.8. Требования к эксплуатации и ремонту СТУ**

3.8.1. Предприятие, осуществляющее эксплуатацию и ремонт СТУ 2-ой и 3-ей групп, несет ответственность за их сохранность и соблюдение требований, установленных в ТУ и эксплуатационном документе на СТУ.

Не допускается применение СТУ в более жестких условиях, чем это установлено в ТУ на них.

3.8.2. В случае отказа СТУ 2-ой и 3-ей групп (отсутствие свечения входящих в их состав РИС), СТУ, или извлеченные из СТУ панели с отказавшими РИС, или сами отказавшие РИС 2-ой и 3-ей групп подлежат отправке на специализированное предприятие для регенерации трития или на специализированное предприятие по переработке и захоронению отходов. До отправки они должны храниться в специально отведенном месте, ограниченном для доступа посторонних лиц, оборудованном на открытом воздухе или в хорошо вентилируемых помещениях.

3.8.3. СТУ 2-ой и 3-ей групп с истекшим сроком службы, или извлеченные из них панели СТУ с истекшим сроком службы РИС, или извлеченные из СТУ 2-ой и 3-ей групп РИС 2-ой и 3-ей групп с истекшим сроком службы подлежат отправке на специализированное предприятие для регенерации трития или на специализированное предприятие по переработке и захоронению радиоактивных отходов.

3.8.4. В случае отпавшей необходимости в эксплуатации до истечения срока службы СТУ 2-ой и 3-ей групп, или извлеченные из них панели СТУ, или извлеченные из СТУ 2-ой и 3-ей групп РИС 2-ой и 3-ей групп подлежат отправке на специализированное предприятие для регенерации трития или на специализированное предприятие по переработке и захоронению радиоактивных отходов.

3.8.5. Специальные требования по радиационной безопасности к эксплуатации СТУ 1-ой группы не предъявляются.

**IV. Ликвидация последствий радиационных аварий**

4.1. Радиационной аварией при эксплуатации, транспортировании и хранении СТУ 2-ой и 3-ей групп, а также при работе с РИС 2-ой и 3-ей групп, является:

- разгерметизация корпусов светоэлементов РИС с суммарной активностью содержащегося в них трития более 1 000 ГБк;

- утеря РИС или СТУ.

Разгерметизация светоэлементов РИС в составе СТУ 1-ой группы не квалифицируется как радиационная авария.

4.2. При возникновении радиационной аварии в процессе эксплуатации в местах размещения и хранения СТУ 2-ой и 3-ей групп и работе с РИС 2-ой и 3-ей групп необходимо:

1) в случае разрушения РИС и СТУ в закрытом помещении покинуть помещение, обеспечив в нем максимально возможный воздухообмен, спустя 2 - 3 ч вернуться, собрать все элементы попавших в аварию РИС и СТУ и удалить их в специально отведенное место, ограниченное для доступа посторонних лиц, оборудованное на открытом воздухе или в хорошо вентилируемых помещениях;

2) в случае разрушения РИС и СТУ на открытом воздухе - удалиться в наветренную сторону, не ранее, чем через 1 ч, вернуться и собрать все элементы попавших в аварию РИС и СТУ, после чего удалить их в специально отведенное место, ограниченное для доступа посторонних лиц, оборудованное на открытом воздухе или в хорошо вентилируемых помещениях.

4.3. Предприятие-потребитель должно не более чем в трехдневный срок направить в территориальные подразделения федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, уведомление о факте радиационной аварии с приложенным к нему актом, в котором необходимо указать характер аварии, количество попавших в аварию РИС и СТУ и принадлежность их к соответствующей группе.

4.4. Попавшие в радиационную аварию РИС 2-ой и 3-ей групп и СТУ 2-ой и 3-ей групп или извлеченные из них панели СТУ подлежат отправке на специализированное предприятие для регенерации трития либо на специализированное предприятие по переработке и захоронению радиоактивных отходов.

До отправки, попавшие в радиационную аварию РИС, СТУ и панели СТУ, должны храниться в специально отведенном месте, ограниченном для доступа посторонних лиц, оборудованном на открытом воздухе или в хорошо вентилируемых помещениях.

4.5. Перечень лиц, находившихся в помещении при аварийном разрушении РИС и СТУ 2-ой или 3-ей групп, с соответствующими оценками полученных доз облучения, направляется предприятием, где произошла радиационная авария, в территориальные подразделения федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, не позднее, чем через 15 суток после инцидента. Оценка доз осуществляется в соответствии с [пунктом 5.8](#sub_58) настоящих Правил - путем проведения необходимых анализов и выполнения расчетов.

Если предварительными расчетами установлено, что полученные в результате радиационной аварии дозы не превысят 1 мЗв, то выполнение указанного требования не обязательно.

4.6. В случае радиационной аварии в процессе изготовления светоэлементов РИС, сборки РИС и установки РИС в СТУ 2-ой и 3-ей групп, связанной с утечкой трития за пределы вытяжных шкафов и боксов, а также при их хранении и транспортировании на предприятии-изготовителе, необходимо выполнять все требования, перечисленные в [пунктах 4.3 - 4.6](#sub_43)настоящих Правил.

4.7. В случае утери РИС или СТУ 2-ой и 3-ей групп должны приниматься меры к их розыску.

**V. Радиационный контроль**

5.1. Организация и проведение радиационного контроля на предприятиях, производящих светоэлементы РИС, осуществляющих сборку РИС и установку РИС в СТУ, а также работающих с РИС и СТУ, осуществляется администрацией этих предприятий.

5.2. Радиационный контроль не проводится при нормальном (безаварийном) транспортировании и хранении РИС и СТУ всех групп и эксплуатации СТУ всех групп и при их аварийном разрушении на открытом воздухе.

5.3. При проведении работ I класса осуществляется непрерывный мониторинг общего содержания трития в воздухе рабочих помещений (например, с помощью газопроточных ионизационных камер), а также регулярный - не реже, чем ежемесячно, - отбор проб мочи персонала и (или) паров окиси трития из воздуха с последующей их радиометрией и выполнением дозиметрических расчетов. Контроль загрязнения рабочих поверхностей в помещениях и кожных покровов персонала не обязателен.

5.4. Радиационный контроль при проведении работ II и III класса включает в себя периодический - не реже, чем ежеквартально, - отбор проб мочи персонала и (или) паров окиси трития из воздуха с последующей их радиометрией и выполнением дозиметрических расчетов. Рекомендуется осуществлять непрерывный мониторинг общего содержания трития в воздухе во время проведения наиболее радиационно-опасных операций. Контроль радиоактивного загрязнения кожных покровов персонала и рабочих поверхностей в производственных помещениях не требуется.

5.5. Радиационный контроль для лиц, осуществляющих установку РИС в СТУ, ремонт СТУ, транспортирование и хранение РИС и СТУ, а также сборку РИС и их паспортизацию, включает в себя эпизодический - не реже, чем один раз в полгода (в период проведения таких работ), отбор проб мочи работающих и (или) паров окиси трития из воздуха, с последующей их радиометрией и выполнением дозиметрических расчетов.

Если по результатам длительного наблюдения установлено, что облучение этого контингента работающих не превышает 1 мЗв/год, то радиационный контроль по согласованию с территориальными подразделениями федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, не проводится.

5.6. Годовая доза  внутреннего облучения персонала оценивается по результатам радиометрического исследования проб мочи или паров окиси трития, содержащихся в воздухе. Эти данные входят в расчетные формулы в виде усредненных за год значений. Расчет дозы ведется по одной из следующих формул:

, мЗв/год, (1)

где  - среднегодовая концентрация трития в моче работника, Бк/л;

, мЗв/год, (2)

где  - среднегодовая концентрация паров окиси трития в воздухе помещений постоянного пребывания персонала, .

Наиболее точно годовая доза внутреннего облучения персонала оценивается в случае регулярного или периодического отбора проб мочи с последующей радиометрией этих проб и проведением расчетов по [формуле (2](#sub_502)**)**. При отсутствии таких данных или их недостаточности используются результаты измерений содержания окиси трития в воздухе производственного помещения и ведутся расчеты в соответствии с [формулой (3)](#sub_503).

5.7. Для оценки наибольшей возможной дозы  внутреннего облучения лиц, присутствовавших в помещении при аварийном разрушении РИС и СТУ 2-ой и 3-ей групп, выполняются расчеты по формуле:

, мЗв, (3)

где: А - суммарная активность трития, содержащегося в разрушенных РИС или СТУ, Бк (приведена в эксплуатационных документах);

 - объем помещения, в котором произошла авария, ;

К - кратность воздухообмена в помещении, .

**Примечание**: предполагается, что люди находились в помещении с момента разрушения РИС или СТУ до снижения концентрации трития в воздухе до фонового значения.

Расчеты выполняются специально назначаемым для этой цели лицом из числа сотрудников предприятия, на котором произошел инцидент, или работниками службы радиационной безопасности, если таковая имеется на предприятии.

5.8. Для оценки индивидуальных доз  облучения в результате произошедшей радиационной аварии, - связанной с разрушением одного или нескольких РИС и СТУ 2-ой и 3-ей групп, следует не позднее, чем через 10 дней после инцидента, собрать пробы мочи (по 20 - 50 мл) у всех потенциально облученных лиц и определить концентрацию трития в этих пробах. Полученная человеком доза облучения оценивается по результатам этих анализов, выполнив расчеты по следующей формуле:

, м3в, (4)

где:  - концентрация трития в отобранной пробе мочи, Бк/л;

t - интервал времени, прошедший с момента аварии до момента отбора пробы, сутки.

5.9. В случае если предприятие или территориальные подразделения федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, не имеют возможности самостоятельно выполнять анализы по определению содержания трития в пробах, последние рекомендуется направлять в центр гигиены и эпидемиологии в соответствующем субъекте Российской Федерации - для проведения этих анализов и выполнения, при необходимости, соответствующих дозиметрических расчетов. В сопроводительных документах при этом указывается дата отбора проб мочи, а для аварийной ситуации, кроме того, и дата произошедшего инцидента.

Результаты анализов и дозиметрических расчетов передаются предприятию-заказчику этих работ, а в случае аварийных ситуаций - и в территориальные подразделения федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Приложение 1

**Требования к транспортным упаковочным комплектам**

1. Транспортный упаковочный комплект (ТУК) для перевозки РИС или СТУ должен соответствовать требованиям [главы 1](http://ivo.garant.ru/document/redirect/4179203/300) раздела 1 настоящих сводных санитарных правил и настоящего приложения.

2. ТУК для перевозки РИС или СТУ включает в себя:

- первичную емкость, то есть РИС или РИС в составе СТУ, исключающую попадание трития сверх допускаемой величины утечки в окружающую среду;

- дополнительные материалы или детали, необходимые для повышения сохранности РИС или СТУ;

- наружную упаковку, непосредственно соприкасающуюся с окружающей средой, предназначенную для предохранения содержащихся в ней РИС или СТУ от непосредственного воздействия механических и климатических факторов;

- охранную емкость (при необходимости), повышающую сохранность РИС или СТУ;

- вторичную емкость (при необходимости), представляющую собой дополнительный герметичный сосуд, исключающий попадание трития сверх допускаемой величины утечки в окружающую среду.

3. ТУК подразделяются на ТУК разового и многократного применения.

Состав ТУК разового применения, конструкция и материалы для его изготовления устанавливаются разработчиком РИС или СТУ в ТУ на них. РИС и СТУ в упакованном виде испытываются на транспортные нагрузки в соответствии с требованиями, установленными в ТУ на них.

При проведении испытаний РИС и СТУ в упакованном виде используются как сами РИС и СТУ, так и их имитаторы. В случае использования для проведения испытаний самих РИС и СТУ должны соблюдаться требования, предъявляемые к работе с открытыми радионуклидными источниками.

После испытаний РИС должны сохранять герметичность в пределах установленной величины утечки трития из них.

4. Состав ТУК многократного применения, конструкция и материалы для его изготовления устанавливаются разработчиком ТУК в ТУ на него; при этом в составе ТУК обязательно наличие вторичной емкости.

ТУ на ТУК согласуются с территориальными подразделениями федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Приложение 2.

Таблица 2.1

**Классификация работ с РИС и СТУ и объем радиационного контроля**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды работ | Группа РИС или СТУ или активность А трития на рабочем месте, ГБк | Классификация работ в соответствии с [ОСПОРБ](http://ivo.garant.ru/document/redirect/12177986/10381)- 2019 | Категория облучаемых лиц | Радиационный контроль |
| Изготовление светоэлементов РИС | А100 000 | Работа с открытыми источниками излучения, I класс | Персонал (группа "А") | Непрерывный мониторинг воздуха рабочей зоны, регулярный индивидуальный контроль (не реже, чем 1 раз в месяц) |
| 100А<100 000 | Работа с открытыми источниками излучения, II класс | Персонал (группа "А") | Периодический индивидуальный контроль (не реже, чем 1 раз в квартал) |
| 1А<100 | Работа с открытыми источниками излучения, III класс | Персонал (группа "А") | Периодический индивидуальный контроль (не реже, чем 1 раз в квартал) |
| Сборка РИС и их паспортизация | Все группы | Работа с закрытыми радионуклидными источниками | Персонал (группа "А") | Эпизодический индивидуальный контроль (не реже, чем 1 раз в полугодие) |
| Ремонт СТУ | Все группы | Работа с закрытыми радионуклидными источниками | Персонал (группа "А") | Эпизодический индивидуальный контроль (не реже, чем 1 раз в полугодие) |
| Установка РИС в СТУ, хранение и транспортирование РИС и СТУ | Все группы | Работа с закрытыми радионуклидными источниками | Персонал (группа "А") | Эпизодический индивидуальный контроль (не реже, чем 1 раз в полугодие) |

**Глава 18. Обеспечение радиационной безопасности населения, проживающего в районах размещения особых радиоактивных отходов, образовавшихся при проведении (1965 - 1988 гг.) ядерных взрывов в мирных целях**

**I. Область применения**

1.1. Настоящая глава устанавливает санитарно-гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности населения, проживающего в районах размещения особых радиоактивных отходов, образовавшихся при проведении (1965 - 1988 гг.) ядерных взрывов в мирных целях (МЯВ).

1.2. Требования являются обязательными для исполнения на территории Российской Федерации всеми юридическими и физическими лицами, независимо от их подчиненности и формы собственности, осуществляющими деятельность в районах проведения МЯВ, проектными организациями, разрабатывающими документацию по осуществлению работ, направленных на обеспечение радиационной безопасности на территории в месте проведения МЯВ, а также для администрации субъектов Российской Федерации, местных органов власти, граждан Российской Федерации, иностранных граждан и лиц без гражданства, проживающих на территории Российской Федерации.

1.3. Настоящие требования должны руководствоваться в своей работе органы, осуществляющие государственный санитарно-эпидемиологический надзор, а также иные органы исполнительной власти, осуществляющие контроль в области обеспечения радиационной безопасности населения.

1.4. Настоящие требования распространяются только на пункты размещения особых радиоактивных отходов.

1.5. Требования настоящей главы не распространяются на объекты МЯВ, находящихся на балансе эксплуатирующих организаций, имеющих лицензию на право эксплуатации объекта использования атомной энергии и пункты консервации особых радиоактивных отходов.

**II. Общие положения**

2.1. В результате использования ядерных зарядов в мирных целях образуется объект МЯВ, включающий территорию расположения технологической (зарядной) скважины (или штольни) и центральную зону ядерного взрыва, в которой при взрыве была сосредоточена образовавшаяся в результате взрыва активность.

2.2. Остаточная активность, образовавшаяся в результате проведения МЯВ, в соответствии с Федеральным законом от 11.07.2011 № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»[[23]](#footnote-23) и постановлением Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов»[[24]](#footnote-24), а также Актов первичной регистрации относится к категории особых радиоактивных отходов (ОРАО), а центральная зона ядерного взрыва, в которой сосредоточены ОРАО, является пунктом размещения особых радиоактивных отходов (ПРОРАО).

2.3. Особые радиоактивные отходы представляют потенциальную радиационную опасность и в соответствии с пунктом 2.3.6 ОСПОРБ-99/2020 радиационная безопасность на территориях объектов МЯВ обеспечивается мерами защиты на основе принципа оптимизации, направленными на локализацию источника, ограничение доступа и информирование населения о факторах радиационной опасности.

2.4. Пункты размещения особых радиоактивных отходов, в том числе после проведения, при необходимости, изоляционно-ликвидационных работ, могут быть переведены в категорию пунктов консервации особых радиоактивных отходов или пунктов захоронения особых радиоактивных отходов.

2.5. Потенциальная опасность ПРОРАО связана с возможным естественным или техногенным выносом радионуклидов (3H, 90Sr, 137Cs, 60Co, 239Pu, 241Am) из зоны взрыва на поверхность и/или в водоносные горизонты и дополнительным облучением отдельных лиц из населения (критическая группа), связанным с пребыванием на территории объекта МЯВ, загрязненной техногенными радионуклидами, и/или потреблением воды, содержащей техногенные радионуклиды, проникшие в водоносные горизонты или в открытые водоемы, и/или природных пищевых продуктов (грибы, ягоды, рыба и др.), собранных на территории объекта МЯВ.

2.6. Эффективная доза техногенного облучения критической группы населения за счет ПРОРАО не должна превышать 0,3 мЗв/год.

**III. Требования к охранной зоне**

3.1. На территории объекта МЯВ устанавливается охранная зона (далее - ОЗ), а земли в пределах ОЗ, в соответствии с Земельным кодексом Российской Федерации от 25.10.2001; Федеральным законом от 21.12.2004 № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 52 (ч. I), ст. 5276), постановлением Правительства Российской Федерации от 27.02.2004 № 112 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 10, ст. 866), пункт 2.3.6 ОСПОРБ-2019, переводятся в земли запаса для консервации.

3.2. Границы и конфигурация ОЗ устанавливаются в соответствии с официальным документом (проект, технологический регламент), разработанным для каждого объекта МЯВ с учетом его ландшафтных особенностей, показателей радиационной обстановки и лицензионной разработки или разведки недр. Территория ОЗ включает проекцию расположения ПРОРАО на дневную поверхность, все скважины, пробуренные в специальный горный отвод (охранный целик в недрах), приповерхностные хранилища радиоактивных и технологических отходов, содержащих техногенные радионуклиды и участки территории, загрязненные радионуклидами. Проект (технологический регламент) ОЗ разрабатывается специализированной организацией, имеющей лицензию на право проектирования объектов захоронения радиоактивных отходов. Проект (технологический регламент) ОЗ должен быть согласован с органами, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор, с администрацией субъекта РФ и с пользователем недр.

3.3. На устье технологической (зарядной) скважины (штольни) устанавливается бетонная тумба, а вокруг тумбы металлическая ограда, ограничивающая подход к зарядной скважине. К тумбе или металлической ограде, крепится информационный шит-указатель, на котором, в соответствии с Приложением 1, приводится информация о названии МЯВ, дате проведения, глубине, размерах ОЗ и знак радиационной опасности, извещающий о наличии в недрах РАО, атакже адреса и телефоны для связи с администрацией субъекта РФ, на территории которого находится ОЗ, и с контролирующей организацией. На территории ОЗ и ее границах должна быть предусмотрена установка дополнительных информационных знаков, извещающих, что данная территория является охранной зоной, о запрете ведения хозяйственной деятельности, буровых и иных работ, приводящих к нарушению верхнего слоя почвы, возведения хозяйственных и иных построек и использования территории в рекреационных целях без согласования с органами, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор, и администрацией субъекта РФ. На знаке должна быть также информация с адресами и телефонами для связи с администрацией субъекта РФ, на территории которого находится ОЗ, и контролирующей организации. При наличии на территории ОЗ участков с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения на границах загрязненного участка устанавливаются знаки радиационной опасности по ГОСТ 17925-72 (в издании 2001 г).

3.4. В случае, если территория ОЗ покрыта кустарниками или лесом, установка дополнительных информационных знаков осуществляется в просеке или перпендикулярно расположенных просеках.

3.5. На территории ОЗ должны регулярно проводиться выборочные санитарные рубки, обеспечивающие свободный доступ к любой точке ОЗ с целью радиационного контроля (РК) и обеспечения видимости информационных знаков.

**IV. Требования к проведению радиационного контроля**

4.1. На территории ОЗ должен проводиться периодический радиационный контроль (РК) показателей радиационной обстановки по программе, согласованной с администрацией субъекта РФ, на территории которого находится объект МЯВ. К основным показателям радиационной обстановки на территории ОЗ относятся:

* минимальная, средняя и максимальная мощность амбиентного эквивалента дозы внешнего гамма-излучения, мкЗв/ч;
* среднее и максимальное значение поверхностного загрязнения слоя (0-20 см) грунта 137Cs и 90Sr, кБк/м2;
* среднее максимальное значение удельной активности 137Cs, 90Sr в пробах природных пищевых продуктов, Бк/кг;
* среднее и максимальное значение удельной активности 3Н, 137Cs, 90Sr в воде открытых водоемов, колодцев, скважин, Бк/кг.

4.2. На объектах МЯВ, проведенных с запланированным или аварийным выносом радионуклидов на дневную поверхность проводится дополнительный контроль почвы на содержание 60Co, 239Pu и 241Am.

4.3. За пределами ОЗ, при отсутствии подземных разработок, РК производится только в питевой воде ближайших к объекту МЯВ населенных пунктов, водоснабжение которых осуществляется из подземных горизонтов. Качество питьевой воды оценивается по содержанию природных и техногенных (3H, 90Sr, 137Cs) радионуклидов.

4.4. Периодичность РК определяется с учетом результатов, полученных в предшествующие годы, но не реже одного раза в пять лет. В случае природных аномальных явлений (наводнение, землетрясение, пожар), а также при выявлении несанкционированной деятельности на территории ОЗ, РК проводится незамедлительно.

4.5. В случае повышения на территории ОЗ средних значений одного и более показателей радиационной обстановки в 2 и более раз по сравнению с предыдущими результатами РК или в случае 2-кратного повышения удельной активности техногенных радионуклидов в источниках питьевого водоснабжения населенных пунктов проводятся исследования по выяснению причин изменения данных показателей и, при необходимости, осуществляются мероприятия по локализации источника облучения и устранению причин выноса радионуклидов в окружающую среду.

**V. Требования к выбору критической группы населения и**

**оценке дозы облучения**

5.1. В качестве критической группы населения выбираются представительные взрослые индивидуумы с единообразными и одинаковыми условиями пребывания на территории проведения МЯВ (ныне ОЗ) в летний период[[25]](#footnote-25):

- длительность пребывания 8 часов в сутки в течение 4 недель;

- потребление воды из водоема на территории ОЗ (при наличии) в объеме 2 л/сут (60 л за 4 недели пребывания);

- потребление 2 кг грибов и 2 кг ягод, собранных на территории ОЗ.

5.2. Оценка дозы облучения критической группы выполняется на основе результатов радиационного контроля территориальными органами, уполномоченными осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

**VI. Требования к проведению работ по обеспечению радиационной безопасности на территории охранной зоны**

6.1. Мероприятия по обеспечению радиационной безопасности включают изоляционно-ликвидационные или ремонтные работы, направленные на повышение надежности инженерных барьеров, то есть уменьшение вероятности выноса радионуклидов на поверхность и в водоносные горизонты, реабилитационные работы по дезактивации территории.

6.2. К проведению реабилитационных работ допускаются организации, имеющие лицензию на деятельность в области использования источников ионизирующего излучения, и только лица из персонала группы А.

6.3. При проведении реабилитационных работ следует обеспечить защиту периметра ОЗ от проникновения посторонних лиц, а также радиационный контроль персонала, участвующего в данных работах.

Приложение 1.

**Форма, содержание и технические характеристики опознавательного щита-указателя «Охранная зона» мирного ядерного взрыва**



**Технические характеристики стойки:**

Стойка крепится к бетонной тумбе, установленной на устье зарядной скважины.

Высота стойки, мм: 600 ± 200.

Сечение стойки: круг. Диаметр: 60-80 мм

Материал: труба ГОСТ 10704 - 91

**Технические характеристики щита**:

**Размер**, мм: 800х600.

**Материал**: самоклеющаяся ПВХ - плёнка на металлической основе.

**Климатическое исполнение**: ХЛ1.

**Способ нанесения информации**: Изображение должно выполняться методом полноцветной печати красками, устойчивыми к ультрафиолетовому излучению и обеспечивающими стойкость изображения к воздействию климатических факторов в течение не менее 5 лет с момента начала эксплуатации или самоклеющимися плёнками. Возможна комбинация. Дополнительные требования к знакам (табличкам, щитам): на лицевой поверхности щита - указателя не должно быть трещин, вмятин, неровностей или элементов крепления, затрудняющих восприятие информации . Поверхность изображения должна быть устойчива к статическому воздействию жидкостей: 3 % - го раствора хлорида натрия NаС1, дистиллированной воды и минеральных масел, т. е. не демонстрировать существенного растрескивания, пузырения, сворачивания краев и других дефектов после проведения испытаний по ГОСТ 9.403. Адгезия пленок друг к другу или к основанию должна обеспечивать отсутствие отклеивания пленки на длину более 100 мм при приложении к ней нагрузки (0,4 ±0,01) кг в течение 10 мин .

**Общий фон** – белый RAL 9003

**Цвет наружной рамки щита** – черный RAL 9004,

**внутренней рамки** – синий RAL 5005

**Цвет стрелок** - указателей границ охранной зоны – черный RAL 9004

**Цвет надписей на щите** - синий RAL 5005

**Цвет надписи «Охранная зона»** - красный RAL 3020

**Цвет фирменного знака радиационной опасности** – в соответствии с ГОСТ 17925-72. «Знак радиационной опасности (с Изменениями N 1, 2, 3)»

**Глава 19. Обеспечение радиационной безопасности при реабилитации объектов ядерного и радиационного наследия**

**I. Область применения**

1.1. Настоящие Санитарные правила (далее – Правила) регламентируют требования радиационной безопасности при реабилитации объектов ядерного и радиационного наследия и устанавливают радиационно-гигиенические требования, которым должны соответствовать реабилитированные объекты и территории с учетом планируемого направления их использования в хозяйственной деятельности.

1.2. Соблюдение требований настоящих Правил на территории Российской Федерации является обязательным для всех юридических и физических лиц, независимо от их подчиненности и формы собственности (далее организаций), деятельность которых связана с реабилитацией объектов и территорий, загрязненных радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности, а также с использованием реабилитированных объектов и территорий для определенных видов хозяйственной деятельности.

1.3. Контроль за выполнением настоящих Правил осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации органами, уполномоченными на осуществление федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

1.4. Настоящие Правила распространяются на объекты и территории, реабилитированные после загрязнения техногенными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерных отраслей промышленности (ядерное наследие), а также на объекты и территории, реабилитированные после загрязнения природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий неядерных отраслей промышленности (радиационное наследие) на всех стадиях их реабилитации и последующего использования для определенных видов хозяйственной деятельности.

1.5. Требования настоящих Правил не распространяются:

- на объекты и территории, загрязненные техногенными радионуклидами вследствие аварии на ПО «Маяк», радиационная безопасность на которых регулируется Федеральным законом от 26.11.1998 г. № 175-ФЗ «О социальной защите граждан РФ, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии в 1957 году на ПО «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча»;

- на объекты и территории, загрязненные техногенными радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

**II. Общие положения**

2.1. На объектах и территориях, реабилитированных после загрязнения техногенными и природными радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности, в зависимости от достижимого уровня, остается радиоактивное загрязнение, которое будет представлять собой источник потенциального и существующего облучения населения. Радиационная безопасность населения на таких объектах и территориях обеспечивается на основе принципов, установленных в п. 2.1. НРБ-99/2020, а также мерами защиты, установленных п. 2.3.6. ОСПОРБ-99/2020.

2.2. В качестве возможных направлений использования объектов и территорий, реабилитированных после загрязнения радионуклидами в результате прошлой деятельности предприятий ядерной и неядерных отраслей промышленности, рассматриваются неограниченное и ограниченное использование.

2.2.1. Неограниченное по радиационному фактору использование реабилитированных объектов и территорий.

Данный вид использования предполагает постоянное проживание на загрязненной территории и неограниченное сельскохозяйственное использование земли, включающее производство и потребление продукции растениеводства и животноводства, потребление дикорастущих грибов и ягод, произрастающих на реабилитированных площадках, потреблением мяса диких животных и птицы, кормовой базой которых являются растения, произрастающие на реабилитированных участках территории, рыбы и питьевой воды из водоемов (колодцев, скважин), расположенных на этой территории (жители сельского населенного пункта, фермеры).

2.2.2. Ограниченное по радиационному фактору использование реабилитированных объектов и территорий регламентирует 4 отдельных варианта:

2.2.2.1. Постоянное проживание на загрязненной территории и ее использование для производства и потребления только продукции растениеводства - приусадебное хозяйство (жители пригорода, поселка городского типа).

2.2.2.2. Постоянное проживание человека в городской застройке (жители города).

2.2.2.3. Использование реабилитированных объектов и территории в производственных условиях (до 2000 час/год).

2.2.2.4. Временное нахождение на загрязненной территории (1 месяц) и рекреационное ее использование.

**III. Общие требования к реабилитации объектов и территорий**

3.1. Реабилитация объектов и территорий, осуществляется в соответствие с проектом, соответствующим требованиям ОСПОРБ-99/2020 и настоящих Правил.

3.2. Разработке проекта должно предшествовать обследование обекта ядерного или радиационного наследия, подлежащего реабилитации, для получения полного набора исходных данных для проектирования.

3.3. Проект должен содержать обоснование выбранного способа проведения работ по реабилитации, с учетом:

- характеристик загрязнения;

- характеристик прилегающих территорий и планов по их развитию и использованию;

- исследования всех основных путей распространения ионизирующего излучения и радионуклидов в окружающую среду на долгосрочный период;

- результатов долгосрочного прогноза распространения (миграции) радионуклидов (на основании характеристик вмещающих (несущих) пород в районе расположения обекта ядерного или радиационного наследия.

3.4. Проект должен включать следующее:

- данные о предшествующем и текущем использовании обекта ядерного или радиационного наследия, в том числе о путях ее радиоактивного загрязнения;

- описание характеристик обекта ядерного или радиационного наследия (радиологических и не радиологических);

- технико-экономическое обоснование мероприятий по реабилитации обекта ядерного или радиационного наследия, с учетом планируемого направления ее дальнейшего использования;

- радиационно-гигиенические критерии, которым должны соответствовать реабилитированные обекты ядерного или радиационного наследия;

- порядок проведения радиационного контроля при производстве работ по реабилитации обекта ядерного или радиационного наследия,;

- мероприятия по обеспечению радиационной безопасности работников и населения, а также предотвращению радиоактивного загрязнения окружающей среды при проведении работ по реабилитации обекта ядерного или радиационного наследия,;

- оценку ожидаемых объемов образования РАО, ОНАО и производственных отходов, содержащих природные радионуклиды II и III категории;

- порядок раздельного обращения, в том числе временного хранения РАО, ОНАО и производственных отходов, содержащих природные радионуклиды II и III категории;

- требования к учету РАО, ОНАО и производственных отходов, содержащих природные радионуклиды II и III категории;

- порядок обращения с удаляемыми РАО и передачи их национальному оператору на захоронение;

- перечень возможных радиационных аварий при проведении работ по реабилитации обекта ядерного или радиационного наследия, требования по их предотвращению и порядок ликвидации их последствий.

**IV. Радиационно-гигиенические требования к реабилитированным объектам ядерного наследия**

4.1. Средняя годовая эффективная доза техногенного облучения критической группы населения за счет неограниченного использования реабилитированных обектов ядерного наследия не должна превышать 0,3 мЗв/год.

4.2. При ограниченном использовании реабилитированных обектов ядерного наследия средняя годовая эффективная доза техногенного облучения критической группы населения, с учетом введенных ограничений, не должна превышать 0,3 мЗв/год, а без учета введенных ограничений - 1 мЗв/год.

4.3. Уровни снимаемого радиоактивного загрязнения поверхностей помещений и оборудования на реабилитированных обектах ядерного наследия для всех сценариев использования не должны превышать 0,04 Бк/см2 для альфа-излучающих радионуклидов и 0,4 Бк/см2 для бета-излучающих радионуклидов.

**V. Радиационно-гигиенические требования к реабилитированным объектам радиационного наследия**

5.1. Предел годовой эффективной дозы дополнительного облучения населения за счет осуществления планируемой деятельности на реабилитированных обектах радиационного наследия, загрязненных природными радионуклидами, не устанавливается.

5.2. Радиационная безопасность населения при осуществлении планируемой деятельности на реабилитированных обектах радиационного наследия, загрязненных природными радионуклидами, обеспечивается установленными ограничениями на облучение населения за счет отдельных природных источников ионизирующего излучения.

5.3. Требования к снимаемому поверхностному радиоактивному загрязнению природными радионуклидами поверхностей помещений и оборудования на реабилитированных обектах радиационного наследия не устанавливаются.

5.4. Реабилитированные обекты радиационного наследия, загрязненные природными радионуклидами, и планируемые для неограниченного использования, в т.ч. для строительства новых и/или использования существующих зданий и сооружений любого назначения, после завершения реабилитации, должны соответствовать следующим критериям:

- мощность эффективной дозы гамма-излучения на территории не должна превышать 0,3 мкЗв/ч, а в помещениях зданий и сооружений она не должна превышать более чем на 0,2 мкЗв/ч гамма-фон на прилегающей территории;

- эффективная удельная активность природных радионуклидов (АЭФФ) в объектах среды обитания (ограждающие конструкции зданий и сооружений, прилегающая территория и территория благоустройства за пределами дорог), не должна превышать 370 Бк/кг;

- значение АЭФФ в облицовочных изделиях, использованных для облицовки зданий и сооружений, не должно превышать 740 Бк/кг;

- среднегодовое значение ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений зданий и сооружений не должно превышать 200 Бк/м3;

- значение АЭФФ в строительных материалах и грунтах в пределах участков территории дорожного строительства не должно превышать 740 Бк/кг.

5.5. Реабилитированные обекты радиационного наследия, загрязненные природными радионуклидами, и планируемые для использованию в производственных целях, в т.ч. для строительства новых и использования существующих зданий и сооружений производственного назначения, а также дорожного строительства в пределах населенных пунктов и зон перспективной застройки, после проведения реабилитации должны соответствовать следующим критериям:

- мощность эффективной дозы гамма-излучения не должна превышать 0,6 мкЗв/ч;

- эффективная удельная активность природных радионуклидов (АЭФФ) в объектах среды обитания не должна превышать 740 Бк/кг;

- среднегодовое значение ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений производственных зданий и сооружений не должно превышать 300 Бк/м3.

**VI. Оценка соответствия реабилитированных объектов ядерного и радиационного наследия требованиям настоящих Правил**

6.1. Завершающим этапом реабилитации объектов ядерного и радиационного наследия является заключительное радиационно-гигиеническое обследование для определения соответствия уровней остаточного радиоактивного загрязнения требованиям настоящих Правил.

6.2. Если по результатам анализа полученных данных установлено, что остаточное радиоактивное загрязнение реабилитированной площадки соответствуют требованиям пунктов 4.1 - 4.3 настоящих Правил, то на нее оформляется санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии данной площадки санитарным правилам при планируемом варианте использования.

6.3. Если по результатам анализа полученных данных установлено, что остаточное радиоактивное загрязнение реабилитированной площадки не соответствует требованиям пунктов 4.1 - 4.3 настоящих Правил, то должны быть продолжены работы по реабилитации или принято решение об ее использовании по другому назначению.

**VII. Обращение с радиоактивно загрязненными отходами**

7.1. При реабилитации объектов ядерного и радиационного наследия, загрязненных техногенными радионуклидами, образуются радиоактивно загрязненные отходы, которые в зависимости от удельной активности техногенных радионуклидов разделяются на:

7.1.1. Отходы, в которых удельная активность техногенных радионуклидов не превышает уровней неограниченного использования, установленных в Приложении 3 к ОСПОРБ-99/2020.

7.1.2. Отходы, в которых удельная активность техногенных радионуклидов превышает уровни неограниченного использования, но не превышает установленных для этих радионуклидов значений МЗУА, установленных в Приложении 4 к НРБ-99/2020. Эти отходы относятся к ОНАО.

7.1.3. Отходы с удельной активностью техногенных радионуклидов, превышающей установленные для них значения МЗУА. Они относятся к РАО.

7.2. При реабилитации объектов радиационного наследия, образуются производственные отходы с повышенным содержанием природных радионуклидов, которые по эффективной удельной активности природных радионуклидов (АЭФФ) разделяются на следующие категории:

7.2.1. Производственные отходы I категории, в которых значение АЭФФ не превышает 1,5 кБк/кг.

7.2.2. Производственные отходы II категории, в которых эффективная удельная активность природных радионуклидов превышает 1,5 кБк /кг, но не превышает 10 кБк/кг.

7.2.3. Производственные отходы III категории с эффективной удельной активностью природных радионуклидов более 10 кБк/кг. Эти отходы относятся к очень низкоактивным РАО и обращение с ними осуществляется как с РАО.

7.3. На обращение с твердыми отходами, загрязненными техногенными радионуклидами, указанных в п. 7.1.1, и производственными отходами с повышенным содержанием природных радионуклидов I категории, указанных в п. 7.2.1 настоящих Правил, не вводится никаких ограничений по радиационному фактору.

7.4. Все виды обращения с отходами, загрязненными техногенными радионуклидами, указанных в п. 7.1.2-7.1.3, и с производственными отходами с повышенным содержанием природных радионуклидов, указанных в п. 7.2.2-7.2.3, должны осуществляться с соблюдением требований НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и главе 14 настоящих Правил.

**VIII. Радиационный контроль**

8.1. Целью радиационного контроля при ведении работ по реабилитации объектов ядерного и радиационного наследия, является получение информации о дозах облучения персонала и работников в период проведения реабилитационных работ, уровнях остаточного радиоактивного загрязнения реабилитированных объектов ядерного и радиационного наследия и оценки на их основании доз облучения населения.

8.2. При проведении работ по реабилитации объектов ядерного и радиационного наследия должны проводиться следующие виды радиационного контроля:

- контроль мощности дозы гамма-излучения в местах работы людей на всех этапах проведения работ по дезактивации;

- контроль поверхностного радиоактивного загрязнения работников, спецодежды, транспортных средств, оборудования и инструментов, используемых при проведении дезактивации площадки;

- постоянный индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы А;

- контроль объемной активности аэрозолей техногенных и долгоживущих природных радионуклидов в воздухе рабочей зоны (в случаях, когда работы проводятся внутри помещений);

- контроль ЭРОА изотопов радона в воздухе на рабочих местах (в случаях, когда работы проводятся внутри помещений);

- периодический контроль уровней остаточного радиоактивного загрязнения дезактивируемых объектов.

8.3. Заключительное радиационно-гигиеническое обследование реабилитированных объектов ядерного и радиационного наследия включает:

- определение МАД гамма-излучения;

- контроль глубинного распределения радионуклидов в грунте;

- отбор проб грунтов и почвы, продукции растениеводства и животноводства, дикорастущих грибов и ягод, произрастающих на реабилитированных участках территории, мяса диких животных и птицы, кормовой базой которых являются растения, произрастающие на реабилитированных участках территоории, рыбы и питьевой воды из водоемов (колодцев, скважин), определение в них радионуклидного состава и удельной активности радионуклидов;

- отбор проб воды из открытых и подземных источников, а также наблюдательных скважин и определение в них радионуклидного состава и объемной активности радионуклидов;

- определение плотности потока радона с поверхности почв и грунтов.

- контроль объемной активности аэрозолей техногенных и долгоживущих природных радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха;

- контроль ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений;

8.4. Если после завершения реабилитации, реабилитированные объекты ядерного и радиационного наследия признаны пригодными для неограниченного использования, радиационный контроль на данных объектах в дальнейшем не проводится.

8.5. Если после завершения реабилитиции, реабилитированные объекты ядерного и радиационного наследия признаны пригодными для ограниченного использования, при их дальнейшем использовании должен проводиться периодический радиационный контроль, включающий:

- контроль мощности дозы гамма-излучения на территории, в зданиях и сооружениях;

- контроль снимаемого поверхностного радиоактивного загрязнения помещений и оборудования;

- контроль объемной активности аэрозолей на территории и в зданиях.

По результатам проводимого радиационного контроля оценивают стабильность радиационной обстановки или ее достоверное изменение.

8.6. Радиационный контроль на реабилитированных объектах ядерного и радиационного наследия, признанных пригодными для ограниченного использования, проводится также при демонтаже, ремонтных и строительных работах в зданиях и сооружениях, перемещении грунтов, когда возможно образование РАО, ОНАО или отходов с повышенным содержанием природных радионуклидов II или III категории.

**РАЗДЕЛ 2. Обеспечение радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ.**

**Глава 1. Обеспечение радиационной безопасности при обращении с медицинскими рентгеновскими аппаратами и проведении рентгенологических процедур**

1. **Область применения**
   1. Настоящий раздел свода санитарно-эпидемиологических правила и нормативов (далее – Правила) устанавливает требования по обеспечению радиационной безопасности персонала, пациентов и населения при проведении медицинских рентгенологических процедур с диагностической, профилактической, терапевтической или исследовательской целями.
   2. Правила распространяются на все виды обращения с генерирующими источниками ионизирующего излучения, применяемыми в рентгеновской диагностике и терапии, а именно на проектирование, конструирование, производство, поставку, размещение, эксплуатацию, хранение, техническое облуживание (монтаж, ремонт, наладку, сервисное обслуживание и радиационный контроль), проектирование и изготовление средств радиационной защиты. Требования Правил не распространяются на ядерные установки любых типов не медицинского назначения.
   3. Правила являются обязательными для всех юридических лиц и индивидуальных предпринимателей независимо от их подчиненности и формы собственности, осуществляющих медицинские рентгенологические процедуры с диагностической, профилактической, терапевтической или исследовательской целями (далее – медицинские организации), а также осуществляющих деятельность по производству медицинских изделий, являющихся ИИИ или содержащих в своем составе радиационные источники, по проектированию, строительству, эксплуатации, реконструкции, перепрофилировании и выводе из эксплуатации радиационных объектов.
   4. Контроль за выполнением настоящих Правил осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации органами, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
2. **Общие положения**
   1. Обеспечение радиационной безопасности персонала , пациентов и населения при обращении с медицинскими ИИИ и проведении медицинских рентгенологических процедур основано на практической реализации трех основных принципов радиационной безопасности – нормирования, обоснования и оптимизации установленных в соответствии с Федеральным законом «О радиационной безопасности населения» №3-ФЗ, НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020.
   2. Принцип нормирования облучения персонала и населения реализуется установлением и соблюдением основных пределов доз, установленных НРБ-99/2020. Годовые дозы техногенного облучения у персонала групп А и Б и населения не должны превышать соответствующие основные пределы доз, значения которых приведены в таблице 3.1 НРБ-99/2020.
   3. Пределы годовой дозы у населения (таблица 3.1 НРБ-99/2020) применяются к лицам, находящимся в зоне воздействия излучения при работе рентгеновских аппаратов.
   4. Принцип нормирования не применяется в отношении медицинского облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований (за исключением профилактических исследований практически здоровых лиц).
   5. Назначение медицинских рентгенологических процедур должно быть обосновано путем сопоставления пользы, которую они могут принести пациенту, с радиационным ущербом для здоровья, который может причинить ионизирующее излучение, с учетом возможности использования альтернативных (нерадиационных) методов диагностики и лечения.
   6. Обоснование интервенционных рентгенологических исследований и оптимизация защиты при их проведении требуют особого внимания, поскольку наряду с риском возникновения стохастических последствий облучения (онкологических заболеваний, наследственных эффектов) они несут и риск возникновения детерминированных эффектов (эритема и лучевые ожоги).
   7. Принцип оптимизации радиационной защиты персонала, пациентов и населения при проведении рентгенологических процедур осуществляется путем снижения дозы и количества облучаемых лиц настолько, насколько это возможно при условии получения необходимого объема и качества диагностической информации с учетом экономических и социальных факторов. Оптимизация должна включать выбор наиболее эффективных технологий и режимов работы оборудования для диагностики и лечения и средств радиационной защиты с соблюдением программы обеспечения качества и радиационной безопасности.
   8. Все диагностические и терапевтические процедуры должны проводиться по утвержденным в установленном порядке методикам (стандартам) в которых отражаются оптимальные режимы выполнения процедур и уровни облучения при их выполнении.
   9. Медицинскими организациями, выполняющими рентгенологические процедуры, разрабатываются программы обеспечения качества диагностических и терапевтических лучевых процедур в соответствии с пунктом 4.8 ОСПОРБ-99/2020. Программы обеспечения качества должны включать регулярный контроль качества работы оборудования, выполнения медицинских процедур и мероприятия по оптимизации. Процедуры контроля качества оборудования должны выполняться в установленном порядке в объеме и с периодичностью в соответствии с Приложением 1 Правил.
   10. Организации, использующие ИИИ для медицинской диагностики или лечения, должны иметь:

* специальное разрешение (лицензию) на медицинскую деятельность, в которую внесены виды работ в соответствии с оказываемыми услугами: «рентгенология», «радиология» «радиотерапия» и пр.;
* санитарно-эпидемиологическое заключение органа, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, о соответствии условий деятельности с ИИИ (генерирующими) требованиям Правил. Требования к получению санитарно-эпидемиологического заключения на условия работы с ИИИ представлены в Приложении 2 к настоящим Правилам;
* санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии санитарным правилам зданий, строений, помещений, используемых для осуществления медицинской деятельности с указанием вида медицинских услуг;
* договор на техническое обслуживание с организацией, имеющей лицензию на техническое обслуживание источников ионизирующего излучения (генерирующих), или наличия в структуре/штате организации отдела по техническому обслуживанию медицинского оборудования, укомплектованное квалифицированными специалистами.
  1. Санитарно-эпидемиологическое заключение на условия работы с ИИИ действительно на срок не более пяти лет. По истечении срока действия, при изменении условий работы с ИИИ, модернизации оборудования, введении в эксплуатацию других ИИИ, администрация медицинской организации обеспечивает получение нового санитарно-эпидемиологического заключения. При выявлении специалистами органа, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, нарушений, требующих прекращения эксплуатации ИИИ, он отзывает действующее санитарно-эпидемиологическое заключение и выдает санитарно-эпидемиологическое заключение о несоответствии условий деятельности с ИИИ санитарным правилам в соответствии с действующим законодательством. Работа с ИИИ без санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии санитарным правилам не допускается.
  2. Производство, проектирование, размещение, техническое обслуживание (монтаж, наладка, ремонт, сервисное обслуживание и радиационный контроль), а также проектирование и изготовление средств радиационной защиты, применяемых в рентгенологических исследованиях, осуществляются организациями, имеющими лицензии на данный вид деятельности с ИИИ.
  3. Для проведения медицинских рентгенорадиологических процедур разрешаются к применению оборудование, аппараты, установки, зарегистрированные в Российской Федерации в качестве медицинских изделий в установленном порядке.
  4. Размещение кабинетов для лучевой диагностики и лучевой терапии и оборудования в них осуществляется на основании проекта, выполненного организацией, имеющей соответствующую лицензию на деятельность по размещению ИИИ (генерирующих), проектированию средств радиационной защиты или на проведение работ в области использования атомной энергии.
  5. При определении состава и площади помещений кабинетов для лучевой диагностики, и лучевой терапии учитываются рекомендации фирмы-изготовителя оборудования, не противоречащие требованиям настоящего документа. Проект рентгеновского кабинета должен соответствовать требованиям настоящих Правил.
  6. Поставка в медицинские организацииИИИ проводится по согласованным заявкам в соответствии с установленными ОСПОРБ-99/2020 требованиями. Для согласования поставки ИИИ с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, необходимо предоставить проект размещения рентгеновского аппарата, разработанный лицензированной организацией, прошедший экспертную оценку организацией, аккредитованной в установленном порядке; действующее медицинское регистрационное удостоверение на рентгенорадиологическое оборудование.
  7. Организация, получившая ИИИ, и организация-поставщик должны письменно известить об этом в 30-дневный срок орган, осуществляющий федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, по месту нахождения получателя ИИИ. Организация-поставщик должна направить с извещением 1 экземпляр согласованной заявки на поставку ИИИ с отметкой о дате отгрузки оборудования.
  8. Рентгенорадиологическое оборудование, используемое в медицинской практике, должно соответствовать требованиям безопасности, нормативной технической документации (действующим стандартам) и требованиям санитарных норм и правил. Соответствие установленным санитарно-гигиеническим требованиям рентгеновского оборудования подтверждается при оформлении санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работы с ИИИ.
  9. Ответственность за обеспечение РБ, техники безопасности и соблюдение санитарных норм и правил при всех видах работ с ИИИ возлагается на администрацию медицинской организации. Радиационная безопасность персонала, пациентов и населения при проведении рентгенорадиологических процедур должна быть обеспечена:
* проведением комплекса мер технического, санитарно-гигиенического и организационного характера, соблюдением условий эксплуатации технологического оборудования;
* осуществлением мероприятий по соблюдению установленных санитарно-эпидемиологических требований в области РБ;
* допуском к выполнению рентгенорадиологических процедур только лиц, имеющих соответствующее профессиональное образование, необходимую квалификационную подготовку и прошедших программы повышения квалификации по вопросам радиационной безопасности;
* информированием облучаемых лиц (персонала и пациентов) о дозах излучения и принимаемых мерах по обеспечению РБ, о пользе и возможном связанном с облучением риске здоровью пациента;
* повышением квалификации персонала в области РБ.
  1. Меры технического, санитарно-гигиенического и организационного характера должны включать в себя:
* применение рентгенорадиологического оборудования, отвечающего требованиям Правил;
* соблюдение требований технической и эксплуатационной документации на оборудование,
* использование специализированных помещений, их расположение и отделка в соответствии с требованиями Правил и других нормативных документов;
* обеспечение сохранности ИИИ и исключение возможности их несанкционированного использования;
* допуск к выполнению диагностических и терапевтических процедур и эксплуатации оборудования персонала, имеющего дополнительную профессиональную подготовку по вопросам РБ в штатных и аварийных условиях работы с регулярным повышением квалификации в лицензированной организации не реже 1 раза в 5 лет в объеме не менее 72 часов;
* использование методик и инструкций, утверждённых в установленном порядке;
* использование оптимальных режимов и протоколов проведения исследований;
* калибровку оборудования для лучевой диагностики, и использование современных методов клинической дозиметрии;
* применение стационарных, передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты персонала, пациентов и населения;
* проведение производственного контроля за обеспечением РБ и выполнение Программ обеспечения качества;
* контроль и учет доз облучения персонала и пациентов;
* регулярное сервисное техническое обслуживание оборудования в соответствии с регламентом технического обслуживания, предусмотренным изготовителем продукции.
  1. Администрация медицинской организации обеспечивает:
  + соблюдение требований законодательства Российской Федерации в области санитарно-эпидемиологического благополучия и РБ, включая настоящие Правила;
  + подготовку и разработку проектной документации на размещение, реконструкцию, перепрофилирование радиационного объекта, обеспечение необходимыми техническими средствами для обеспечения радиационной защиты и поддержания необходимого уровня РБ;
  + своевременное оформление и переоформление санитарно-эпидемиологического заключения на условия работы с ИИИ, лицензии на медицинскую деятельность;
  + наличие действующей нормативно-методической документации по радиационной безопасности;
  + наличие необходимого штата квалифицированных сотрудников, не имеющих противопоказаний по состоянию здоровья к работе с ИИИ;
  + подготовку, повышение квалификации и аттестацию по вопросам РБ руководителей, лиц, ответственных за РБ, и персонала, выполняющего рентгенорадиологические процедуры и принимающего решение об их проведении, работников, участвующих в выполнении программ обеспечения качества;
  + инструктаж и проверку знаний персонала в области РБ;
  + проведение предварительного (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров персонала;
  + утверждение перечня лиц, относящихся к персоналу групп А и Б, назначение лиц, ответственных за обеспечение РБ, радиационный контроль, учет и хранение ИИИ;
  + организацию и своевременное проведение радиационного контроля, средствами измерений, внесенными в Государственный реестр средств измерений, и их периодическую поверку по утвержденным методикам;
  + материально-техническое обеспечение качественного выполнения работ, соблюдение правил эксплуатации и графика технического сервисного обслуживания оборудования для лучевой диагностики и терапии, в соответствии с требованиями эксплуатационной документации, своевременный ремонт квалифицированными специалистами в случае выявления неисправности оборудования;
  + сохранность ИИИ, а также такие условия их получения, хранения, использования, списания и утилизации, при которых исключается возможность их утраты или бесконтрольного использования;
  + разработку и выполнение порядка проведения производственного контроля за обеспечением РБ в медицинской организации; индивидуальный дозиметрический контроль и учет уровней профессионального облучения персонала групп А и Б, а также других лиц, которые допускаются на радиационный объект с целью работы, инспекции, обучения;
  + информирование персонала об уровнях ионизирующего излучения на рабочих местах и полученных индивидуальных дозах;
  + ведение учетно-отчетной документации и своевременное предоставление отчетных форм по РБ;
  + наличие плана мероприятий по ликвидации последствий радиационной аварии или инцидента в случае их возникновения;
  + разработку и выполнение программы обеспечения качества рентгенорадиологических исследований, которая должны включать регулярный контроль качества работы оборудования, используемых радиофармпрепаратов (в случае радионуклидной диагностики), качества изображения и выполнения медицинских процедур, а также контроль обеспечения радиационной безопасности в подразделении;
  + своевременное информирование органов, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, о радиационных авариях;
  + наличие в требуемом количестве исправных средств радиационной защиты;
  + выполнение предписаний органов, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

1. **Требования к размещению рентгеновского кабинета и оборудования**
   1. **Размещение рентгеновского кабинета и состав помещений.**
      1. Рентгеновский кабинет должен размещаться в специально оборудованных помещениях в составе медицинских организаций различного профиля или в специализированных транспортных средствах. Не допускается размещение рентгеновских кабинетов в жилых зданиях и детских организациях за исключением рентгеностоматологических кабинетов, требования к размещению которых приведены в п. 3.4. Правил.
      2. Допускается эксплуатация действующих рентгеновских кабинетов в медицинских организациях, встроенных в жилые здания, если смежные по вертикали и горизонтали помещения не являются жилыми, при условии обеспечения норм радиационной безопасности для населения внутри помещения. Допускается размещение рентгеновских кабинетов в пристройке к жилому дому при условии, что смежные с рентгеновским кабинетом помещения дома не являются жилыми.
      3. Вновь проектируемые рентгеновские кабинеты в медицинских организациях размещаются централизованно, в составе рентгеновского отделения, в части здания, доступной для персонала и пациентов организации. Отдельно размещаются рентгеновские кабинеты инфекционных, туберкулезных и акушерских отделений медицинских организаций. Рентгеновское отделение (кабинет) не должны быть проходными; должно быть предусмотрено разделение потоков стационарных и поликлинических пациентов.
      4. Процедурные и комнаты управления рентгеновских кабинетов не допускается размещать непосредственно под помещениями, предназначенными для использования больших количеств воды (бассейны, душевые). Не допускается размещать процедурные рентгеновских кабинетов смежно с палатами для беременных женщин и детей.
      5. Требования к составу и площадям специальных помещений рентгеновского кабинета представлены в Приложении 3 к Правилам. Требования к общим помещениям принимаются по действующим нормам проектирования для медицинских организаций, установленных санитарными правилами к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность.
   2. **Отделка и оборудование помещений рентгеновского кабинета.**
      1. Высота процедурной стационарного рентгеновского кабинета должна составлять не менее 2,6 м (не менее 2,4 м для рентгеностоматологических кабинетов) и обеспечивать функционирование технического оснащения в соответствии с требованиями, изложенными в технической документации производителя на медицинское изделие.
      2. Ширина дверного проема в процедурный рентгеновский кабинет, в том числе кабинета рентгеновской компьютерной томографии и рентгенооперационной, должна быть не менее 0,8 м и быть достаточной в случае использования каталки или функциональной кровати.
      3. Окна процедурной рентгеновского кабинета оборудуются средствами защиты в следующих случаях:

* при размещении рентгеновского кабинета на первом или цокольном этажах на высоту не менее 2 м от уровня чистого пола;
* на расстоянии менее 30 м от окон процедурной имеются жилые и служебные помещения соседнего здания при размещении рентгеновского кабинета, начиная с первого этажа, на высоту не менее 2 м от уровня чистого пола;
* окна процедурной выходят на крышу нижележащего этажа этого же здания при размещении ренттеновского кабинета, выше первого этажа, на высоту не менее 2 м от уровня чистого пола.

Эффективность защиты (свинцовый эквивалент материала) и её необходимость рассчитываются в проекте разменения рентгеновского оборудования в соответствии с Приложением 6 к настоящей Главе.

* + 1. Требования к отделке рентгеновских кабинетов должны соответствовать требованиям к помещениям медицинского назначения, установленными санитарными правилами к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность.
    2. Стены в рентгеновских кабинетах должны быть отделаны с использованием отделочных материалов, разрешенных к применению в медицинских организациях. Пол и стены должны быть легко очищаемыми и допускающими частое мытье и дезинфекцию. Пол процедурной, комнаты управления, кроме рентгенооперационной и фотолаборатории, выполняется из электроизоляционных материалов натуральных или искусственных. Применение искусственных покрытий и конструкций пола возможно при наличии на них заключения об их электробезопасности.
  1. **Размещение оборудования и рабочих мест в помещениях рентгеновского кабинета.**
     1. Размещение оборудования и рабочих мест в процедурной и рентгенооперационной должно соответствовать следующим требованиям:
  + расстояние от рабочего места персонала за защитной ширмой до стен помещения - не менее 1,0 м;
  + расстояние от поворотного стола-штатива или от стола снимков до стен помещения - не менее 1,0 м;
  + расстояние от рентгеновского излучателя до смотрового окна - не менее 1,0 м;
  + технологический проход для персонала между элементами стационарного оборудования, а также от стен процедурной до элементов стационарного оборудования - не менее 0,8 м;
  + зона размещения каталки для пациента – не менее 1,5 х 2,5 м;
  + дополнительная площадь при технологической необходимости ввоза каталки в процедурную - 6 м2.
    1. Допускается размещение и эксплуатация в одной процедурной не более трех рентгеновских аппаратов одного или различного назначения при условии выполнения требований НРБ-99/2020 и настоящих Правил и при наличии блокировки, исключающей возможность одновременного включения двух или нескольких аппаратов. Планировка процедурной должна соответствовать требованиям раздела III Правил.
    2. В процедурной рентгеновского кабинета не допускается размещение оборудования, которое не включено в проект, а также проведение работ, не относящихся к рентгенологическим процедурам. В процедурной для исследования детей допускается наличие игрушек (подвергающихся чистке и дезинфекции) и отвлекающего оформления.
    3. Рентгеновский аппарат размещают таким образом, чтобы первичный пучок излучения был направлен в сторону капитальной стены или наименее посещаемого помещения. Прямой пучок излучения не должен быть направлен в сторону смотрового окна (комнаты управления, защитной ширмы).
    4. У входа в процедурную всех рентгеновских кабинетов и в комнату управления кабинета рентгенотерапии размещается световое табло (сигнал) «Не входить!», включаемое на время проведения рентгенорадиологических исследований. Допускается нанесение на световой сигнал знака радиационной опасности. На двери в процедурную должен быть размещен знак радиационной опасности установленного образца.
    5. Пульт управления стационарных рентгеновских аппаратов располагается в комнате управления за исключением аппаратов, в которых конструктивно предусмотрена возможность управления аппаратом в процедурной (рентгенстоматологических, маммографических, флюорографических и аппаратов для остеоденситометрии и др). В комнате управления допускается установка второго рентгенотелевизионного монитора, автоматизированного рабочего места (АРМ) рентгенолога и рентгенолаборанта с пропорциональным увеличением площади комнаты управления. Для вновь проектируемых рентгеновских кабинетов помещения с постоянным пребыванием персонала без естественного освещения не допускаются.
    6. Для контроля за состоянием пациента устраивается рентгенозащитное смотровое окно (или система видеонаблюдения) и переговорное устройство громкоговорящей связи (допускается отсутствие для рентгенетоматологического кабинета). Минимальный размер защитного смотрового окна в комнате управления 24х30 см; защитной ширме - 18х24 см. Размер защитного смотрового окна должен обеспечивать визуальное наблюдение за пациентом как в момент подготовки к рентгенологической процедуре, так и при проведении самой процедуры.
    7. Во вновь проектируемых рентгеновских кабинетах необходимо предусмотреть наличие дверей из комнаты управления, ведущих в процедурную и коридор (или смежные помещения), открывающихся по ходу эвакуации.
  1. **Рентгеностоматологические и стоматологические кабинеты.**
     1. Стоматологические медицинские организации могут иметь в составе рентгенодиагностические (рентгеностоматологические) кабинеты и размещаться и эксплуатируются как в общественном, так и в жилом здании в составе медицинских организаций при условии обеспечения норм радиационной безопасности для персонала и населения (раздел II Правил). Рентгеностоматологический кабинет как отдельное помещение клиники, не предназначенное для стоматологического приема, предполагает размещение дентального рентгеновского аппарата и/или панорамного рентгеновского стоматологического аппарата (с функцией или без функции трехмерной томографии). Рентгеностоматологическим кабинетом также является стоматологический кабинет при размещении в нем дентального рентгеновского аппарата.
     2. Не допускается размещение в жилых зданиях аппаратов рентгеновских стоматологических с пленочным приемником изображения. В рентгеностоматологических кабинетах, смежных с жилыми помещениями, допускается размещение аппаратов рентгеновских стоматологических с цифровой обработкой изображения, при условии обеспечения требований норм радиационной безопасности для населения в кабинете, где проводятся диагностические исследования, на внутренней поверхности стен, потолка и пола процедурной кабинета, смежных с жилыми помещениями. Рентгенодиагностический аппарат размещается таким образом, чтобы расстояние от фокуса рентгеновской трубки до стен жилых помещений было не менее 1 м и прямой пучок излучения не был направлен на эти стены.
     3. В случае размещения в рентгеностоматологическом кабинете более одной стоматологической установки, при работе рентгеновского аппарата должно быть обеспечено исключение воздействия рентгеновского излучения на персонал и население, не участвующих в проведении диагностической процедуры. При нахождении в таком кабинете нескольких пациентов мощность дозы рентгеновского излучения в местах нахождения пациентов и персонала, не участвующих в проведении рентгенологического исследования, приведенная к номинальной рабочей нагрузке рентгеновского аппарата, не должна превышать 1,0 мк3в/ч. Для выполнения этого условия необходимо использовать стационарные или передвижные средства радиационной защиты (защитные перегородки. ширмы и др.).
     4. В случае размещения в рентгеностоматологическом кабинете дентального рентгеновского аппарата для интраоральной рентгенографии площадь кабинета должна составлять не менее 6 кв.м. При размещении панорамного рентгеновского аппарата (ортопантомографа) или стоматологического компьютерного томографа площадь кабинета должна составлять не менее 8 кв.м. В случае размещения в рентгеностоматологическом кабинете более одного рентгеновского аппарата, с учетом необходимости размещения защитных ширм, защитных перегородок, приспособлений для хранения СИЗ, площадь кабинета должна увеличиваться не менее чем на 4 кв.м. при использовании каждого дополнительного рентгеновского аппарата. Допускается размещение и эксплуатация в одном рентеностоматологическом кабинете не более трех рентгеновских аппаратов одного или различного назначения при условии выполнения требований НРБ-99/2020 и настоящей Главы
     5. Требования к рентгеностоматологическим кабинетам с креслами по организации, площади, отделке, вентиляции, освещению, отоплению, водоснабжению и др. должны соответствовать требованиям, установленным санитарными правилами к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность.
  2. **Рентгенотерапевтические кабинеты.**
     1. Состав и площади помещений рентгенотерапевтического кабинета должны удовлетворять требованиям, приведенным в Приложении 3 Правил.
     2. Входные двери в процедурную рентгенотерапевтического кабинета блокируются на весь период генерирования излучения при обязательном наличии специально маркированной аварийной кнопки открытия выходной двери изнутри процедурной. Включение анодного напряжения осуществляется только из комнаты управления при закрытой двери в процедурную.
  3. **Размещение рентгеновских аппаратов вне рентгеновских кабинетов.**
     1. Разрешается использование специальных передвижных рентгеновских аппаратов в палатах для больных и операционных медицинских организаций в случае невозможности транспортировки больного в стационарный рентгеновский кабинет. Размещение передвижных рентгеновских аппаратов в операционных осуществляется при наличии проекта.
     2. Разрешается использование соответствующих Правилам переносных рентгеновских аппаратов с цифровой обработкой изображения в общественных или жилых помещениях, а также на открытом воздухе службой скорой медицинской помощи и медицины катастроф, по назначению врача при невозможности транспортирования пациентов в стационар.
     3. При использовании передвижных и переносных рентгеновских аппаратов для проведения рентгенодиагностических исследований в нестационарных условиях должны выполняться требования радиационной безопасности пациентов, персонала и населения и применяться следующие способы радиационной защиты:
* обязательное использование передвижных или индивидуальных средств защиты персонала и обследуемых лиц в соответствии с Приложениями 5 и 7;
* обязательный контроль и учет доз облучения пациентов;
* использование штативных устройств для фиксации переносного рентгенаппарата;
* соблюдение требований к величине кожно-фокусного расстояния
* направление излучения в сторону, где находится наименьшее число людей;
* удаление людей на возможно большее расстояние от рентгеновского аппарата;
* ограничение времени пребывания людей вблизи рентгеновского аппарата;
* исключение присутствия посторонних лиц, не принимающих участия в проведении исследования;
* выделение помещений для постоянного или временного хранения рентгеновских аппаратов;
  + 1. Работа с мобильными (передвижными и переносными) рентгеновскими аппаратами разрешается исключительно персоналу группы А, имеющему соответствующее профессиональное образование.
    2. Запрещается применение передвижных и переносных рентгеновских аппаратов в помещениях не предназначенных для проведения рентгенологических исследований. Запрещается управление передвижными и переносными рентгеновскими аппаратами в помещении проведения рентгенологического исследования без выносного пульта управления. Выносной пульт управления должен находиться на расстоянии не менее 2,5 м от рентгеновского излучателя.
    3. Допускается использование передвижных рентгеновских кабинетов, размещенных на транспортных средствах (шасси автомобилей, автоприцепы и др.), если мощность дозы излучения, приведенная к номинальной рабочей нагрузке (Приложение 6 Правил), на наружных стенах рентгеновского кабинета не превышает 2,5 мкЗв/ч (таблица 1 Приложения 8 Правил). При размещении рентгеновских аппаратов на транспортном средстве должны соблюдаться требования раздела III настоящих Правил.
  1. **Требования к освещению, вентиляции и другим нерадиационным факторам.**
     1. При проектировании помещений рентгеновских отделений (кабинетов) следует предусматривать требуемый уровень освещенности и наличие автономной приточно-вытяжной вентиляции с кратностью воздухообмена согласно требованиям санитарных правил к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность. В процедурной приток осуществляется в верхнюю зону, вытяжка – из нижней и верхней зон в отношении 50 + 10%. Допускаются общие системы приточно-вытяжной вентиляции для группы помещений отделения лучевой диагностики. В процедурных обеспечивается преобладание вытяжки над притоком (кроме рентгенооперационных). Вытяжная вентиляция должна быть автономной. Для обеспечения необходимых параметров микроклимата помещения рентгенкабинетов дополнительно могут быть оборудованы кондиционерами. Вытяжная вентиляция в фотолабораториях выполняется локально для проявочной машины.
     2. В рентгеностоматологических кабинетах медицинских организаций общей площадью не более 500 м2 допускается неорганизованный приток воздуха за счет открывающихся форточек, фрамуг, дверей.
     3. Для обеспечения безопасных условий проведения рентгенологических процедур принимаются меры защиты от воздействия электричества, свинца и других нерадиационных факторов. При этом контролируются уровни шума, параметры микроклимата, кратность воздухообмена, электромагнитные поля, освещенность, а также проводятся противоэпидемические мероприятия в соответствии с действующим законодательством.
     4. Электрическая безопасность технического оснащения, включая персональные компьютеры рабочих станций персонала, обеспечивается использованием электрических розеток с заземляющим контактом.
     5. Оборудование процедурной рентгеновского кабинета должно полностью исключать возможность соприкосновения персонала и пациентов с открытыми токонесущими частями электрических цепей в эксплуатационных условиях. Доступные для прикосновения заземленные коммуникационные устройства, например, батареи отопления, должны быть закрыты изоляционными щитами, обеспечивающими свободный доступ к текущей эксплуатации и уборке.
     6. Прокладка электрических кабелей и проводов от комнаты управления до процедурной должна проводиться в подпольных каналах, напольных или настенных коробах, оставляя пол свободным в местах перемещения пациента, персонала, аппаратуры и каталки. В рентгенооперационных выходные люки подпольных каналов должны быть герметизированы.
     7. В процедурной, комнате управления и фотолаборатории должна применяться общая шина заземления (контур повторного заземления), выполненная из стальной полосы сечением не менее 4 x 25 мм, соединенная с заземляющим устройством здания. Сопротивление растеканию заземляющего устройства должно быть не более 10 Ом, если в описании на аппаратуру не оговорены меньшие значения. Все металлические части стационарной рентгеновской аппаратуры и оборудования, которые могут оказаться под напряжением (металлические корпуса высоковольтного генератора, низковольтного шкафа и штативов, устройств для фотообработки, сушильных шкафов и т.п.), должны быть присоединены к шине заземления медным проводом сечением не менее 4 мм2. Сама шина (контур повторного заземления) должна быть объединена с нейтральным проводом сетевого питания у коммутационного аппарата. Остальные электроприборы и аппараты (дентальные, палатные и т.д.) допускается присоединять к заземлению через штепсельные розетки с дополнительным заземляющим контактом (евростандарт). Арматура водопроводной и отопительной сети не должна использоваться в качестве заземлителя. Система повторного заземления рентгеновского компьютерного томографа должна быть автономной от других аппаратов. Наличие заземляющей полосы не требуется, если в конструкции аппарата предусматривается заземляющий проводник.
     8. В рентгенооперационной допускается замена контура повторного защитного заземления на пластину выравнивания потенциалов, к которой присоединяются все заземляющие и зануляющие проводники от используемой аппаратуры.
     9. Процедурная кабинета должна быть снабжена электрической трехфазной сетью 380/220 В, 50 Гц или однофазной сетью 220 В, 50 Гц с повторным заземлением нулевого провода сети в зависимости от применяемых аппаратов. Отклонение сетевого напряжения от номинального значения при неработающем аппарате не должно превышать  10%, а отклонение частоты  1 Гц.
     10. Подключение кабинета рентгеновской компьютерной томографии РКТ выполняется на напряжение 380/220 В, 50 Гц по отдельному фидеру в зависимости от применяемого аппарата.
     11. Рентгеновская аппаратура должна присоединяться к сети коммутационным аппаратом, при размыкании (выключении) которого все без исключения части аппаратуры должны обесточиваться. Разомкнутое положение коммутационного аппарата должно быть отчетливо видно. Расстояние между коммутационным аппаратом (рубильником) и пультом управления рентгеновского аппарата должно составлять не более 1,5 м. Допускается размещение коммутационного аппарата в процедурной, в которой проводится рентгеноскопия, на расстоянии не более 2 м от рабочего места врача у поворотного стола-штатива.
     12. В фотолабораториях и рентгенооперационных коммутационное устройство и другие сетевые пускатели должны размещаться на высоте не менее 1,6 м от уровня пола, сетевые розетки с заземляющим контактом - 1,2 м.
     13. Во вновь строящихся рентгеновских кабинетах (отделениях) применяются электрические розетки с заземляющим контактом и устройством защитного отключения (УЗО). Штепсельные розетки в фотолаборатории применяются в защитном исполнении.
     14. Не допускается наличие открытых свинцовых или свинецсодержащих поверхностей в помещениях рентгеновского кабинета.
     15. Уровень шума в процедурной рентгеновского кабинета от технического оснащения не должен превышать при неработающей аппаратуре 50 дБА, при работающей - 60 дБА.
     16. Допустимая температура элементов технического оснащения приведена в таблице 1.

Таблица 1

Допустимая температура элементов технического оснащения

|  |  |
| --- | --- |
| Элементы | Температура, °C |
| Вводимые в полости тела | 50 |
| Доступные для прикосновения | 60 |
| Корпус рентгеновского излучателя | 70 |

* + 1. Потолочное крепление элементов технического оснащения выполняется полным количеством соответствующего крепежа и должно иметь не менее чем десятикратный запас по нагрузке. Передвижные аппараты должны сохранять устойчивость при наклоне пола до 15°. Подвижные части аппарата должны иметь ограничитель силы прижима до 300 Н. Усилие перемещения расторможенных элементов не должно превышать 40 Н. Перемещение рентгеновских аппаратов осуществляется в соответствии с нормами нагрузки при перемещении тяжестей.
    2. Штативы для просвечивания должны иметь приспособления для защиты врача от капельных выделений из дыхательных путей пациента. Части аппаратуры, к которым пациент прикасается телом, должны допускать многократную влажную санитарную обработку 0,1% раствором хлорамина и этанола.
    3. Каждый рентгеновский кабинет должен быть обеспечен средствам пожаротушения в соответствии с действующим законодательством.
    4. В рентгеновском кабинете не допускается использовать открытый огонь, хранить бракованные снимки и обрезки пленок в открытом виде, складывать пленки вблизи окон, электроламп и приборов отопления.
    5. Для оформления санитарно-эпидемиологического заключения значения параметров нерадиационных факторов в рентгеновском кабинете (электробезопасность, кратность воздухообмена, освещенность и др.) определяются аккредитованными в данной области измерений и лицензированными организациями по мере необходимости, но не реже одного раза в два года.
    6. После окончания рабочего дня рентгеновский аппарат, электроприборы, электроосвещение и вентиляция отключаются и проводится влажная уборка стен с мытьем полов и тщательная дезинфекция элементов и принадлежностей рентгеновского аппарата. Уборка и дезинфекция осуществляется в соответствии с установленными санитарно-эпидемиологическими требованиями к медицинским организациям. Не допускается проведение влажной уборки процедурной и комнаты управления рентгеновского кабинета непосредственно перед началом и во время рентгенологических исследований.
    7. В рентгеновских кабинетах с круглосуточным режимом работы влажная уборка проводится через каждые 6 часов работы, интервал между проведением влажной уборки процедурной и комнаты управления и возобновлением эксплуатации рентгеновского аппарата должен составлять не менее 30 минут.

1. **Требования к оборудованию для рентгеновской диагностики и терапии**
   1. Оборудование для рентгеновской диагностики и терапии, используемое в медицинской практике, должны соответствовать требованиям, правилам и стандартам, предусмотренным для обращения медицинских изделий на территории РФ, и требованиям санитарных норм и правил. Соответствие рентгеновского оборудования установленным санитарно-гигиеническим требованиям подтверждается при оформлении санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работы с ИИИ.
   2. Поставка рентгеновских аппаратов в медицинские организации проводится по заявкам в соответствии с установленными требованиями при условии согласования его размещения и эксплуатации с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор. Для согласования необходимо предоставить: проект размещения рентгеновского аппарата, разработанный лицензированной организацией, прошедший экспертную оценку организацией, аккредитованной в установленном порядке; действующее регистрационное удостоверение медицинского изделия на рентгеновский аппарат.
   3. Для вновь вводимого в эксплуатацию рентгеновского оборудования для медицинской деятельности пользовательская документация, панели управления и программное обеспечение должны быть представлены на русском языке и содержать информацию об ИИИ, условиях его эксплуатации, порядке сервисного обслуживания, а также перечень возможных радиационных и нерадиационных аварий и действиях по их предупреждению и ликвидации.
   4. Для обеспечения РБ персонала и населения мощность эффективной дозы излучения на рабочих местах персонала и в смежных помещениях, приведенная к номинальной рабочей нагрузке аппарата, не должна превышать допустимых значений (ДМЭД)[[26]](#footnote-26), указанных в Приложении 8.
   5. Медицинское оборудование, подлежит периодическому техническому обслуживанию и контролю соответствия эксплуатационных параметров требованиям нормативных документов и технической документации. Перечень параметров и характеристик медицинских установок, подлежащих контролю для целей РБ пациентов и персонала, приведен в Приложении 1 Правил. Периодическое техническое обслуживание осуществляется по договору с организацией, имеющей лицензию на техническое обслуживание источников ионизирующего излучения (генерирующих) или при наличии в структуре организации отдела по техническому обслуживанию медицинского оборудования, укомплектованное квалифицированными специалистами. Периодическое техническое обслуживание осуществляется по мере необходимости, но не реже 1 раза в год. Результаты технического обслуживания фиксируются в журнале или акте технического обслуживания.
   6. Периодический контроль эксплуатационных параметров рентгеновского оборудования проводится в соответствии с рекомендациями производителя в рамках проведения производственного контроля за радиационной безопасностью, при получении санитарно-эпидемиологического заключения, а также при изменении условий эксплуатации оборудования, но не реже чем 1 раз в два года. Для нового оборудования контроль эксплуатационных параметров проводится при вводе оборудования в эксплуатацию и оформлении санитарно-эпидемиологического заключения. Периодический контроль эксплуатационных параметров медицинского рентгеновского оборудования проводится аккредитованными организациями.
   7. Ежедневный контроль состояния рентгеновских аппаратов проводится персоналом (инженером по медицинскому оборудованию, рентгенолаборантом) ежедневно до начала приёма пациентов. Результаты ежедневного контроля и неисправности оборудования фиксируются в «Контрольно-техническом журнале»
   8. По окончании эксплуатации рентгеновские аппараты и другое оборудование рентгеновских кабинетов утилизируют в установленном порядке. До момента списания и утилизации установки находятся под контролем и охраной эксплуатирующей организации с назначением сотрудника, ответственного за сохранность ИИИ. Запрещается выбрасывать на общую свалку неиспользуемые медицинские установки, предназначенные для рентгеновской диагностики и терапии.
   9. Утилизацию неиспользуемых медицинских рентгеновских установок требуется осуществлять силами лицензированной организации.
   10. **Требования к рентгенодиагностическим аппаратам.**
       1. Рентгеновские излучатели рентгенодиагностических аппаратов должны иметь такие защитные устройства, чтобы при закрытом выходном окне излучателя и при всех допустимых условиях эксплуатации мощность дозы излучения в воздухе на расстоянии 100 см от фокусного пятна в любом направлении не превышала:
   * для рентгеновских моноблоков дентальных аппаратов с интраоральным (внутриротовым) приемником и при анодном напряжении не более 125 кВ – 0,25 мГр/ч;
   * для остальных излучателей – 1 мГр/ч.
     1. Конструкция стационарных рентгенодиагностических аппаратов, при работе которых возможно нахождение персонала в процедурной вблизи аппарата, предусматривает наличие специальных защитных устройств, обеспечивающих РБ персонала в местах его возможного нахождения.
     2. Органы управления, расположенные на устройстве для визуального наблюдения рентгеновского изображения, размещают вне прямого пучка излучения или устанавливают дополнительную защиту, обеспечивающую радиационную безопасность персонала.
     3. Конструкция стационарных рентгенодиагностических аппаратов (за исключением маммографических, дентальных, флюорографических и остеоденситометров) должна предусматривать возможность установки пульта управления отдельно от рентгеновского излучателя в другом помещении (комнате управления).
     4. Рентгенодиагностические аппараты должны иметь устройства, ограничивающие максимальные размеры поля излучения размерами приемника рентгеновского изображения.
     5. В рентгенодиагностических аппаратах должно быть предусмотрено определение индивидуальных доз облучения пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований. Вновь вводимые в эксплуатацию рентгенодиагностические аппараты, а также действующие аппараты для рентгеноскопических и интервенционных исследований должны быть укомплектованы средствами измерения для контроля доз облучения пациентов. Средства измерения индивидуальных доз облучения пациентов подлежат ежегодной поверке организациями, аккредитованными в установленном порядке. Для рентгеновских стоматологических аппаратов допускается расчет доз облучения пациентов с использованием величины радиационного выхода рентгеновской трубки, измеряемого не реже 1 раза в два года.
     6. Рентгенодиагностические аппараты оборудуются одним из устройств для автоматического ограничения экспозиции облучения по:
   * дозе излучения;
   * количеству электричества;
   * длительности экспозиции.
     1. Использование для массовых профилактических обследований органов грудной клетки рентгенаппаратов с аналоговыми приемниками рентгеновского излучения запрещается.
     2. Аппараты для рентгеноскопических исследований:
   * оснащаются усилителем рентгеновского изображения (УРИ) или цифровым преобразователем изображения;
   * имеют звуковой сигнал, который включается при длительности просвечивания свыше 5 мин;
   * эксплуатируются при расстоянии «фокус-кожа», соответствующем значениям, приведенным в таблице 2 Правил.

Таблица 2

Минимальные допустимые кожно-фокусные расстояния (КФР), см

|  |  |
| --- | --- |
| Вид исследования | КФР, см |
| Маммография (с увеличением) | 20 |
| Рентгенография на палатном, передвижном, хирургическом, дентальном аппаратах | 20 |
| Рентгеноскопия на хирургическом аппарате (с УРИ) | 20 |
| Рентгеноскопия на стационарном аппарате | 30 |
| Рентгенография на стационарных снимочных рабочих местах,в том числе маммография | 45 |
| Компьютерная томография на стационарном аппарате  Стоматологическая компьютерная томография и панорамная томография (ортопантомография) | 20  15 |
| Рентгеностоматологические интраоральные исследования на дентальных аппаратах с анодным напряжением \*:  до 60 кВ  свыше 60 кВ | 10  20 |

\**Примечание*: исключение составляют микрофокусные рентгеновские аппараты.

* + 1. Эксплуатация аппаратов для рентгеновских стоматологических исследований должна удовлетворять следующим условиям:
  + в целях защиты кожи пациента при рентгенологических стоматологических исследованиях кожно-фокусное расстояние составляет не меньше указанного в таблице 2 Правил;
  + рентгеновские дентальные аппараты снабжаются защитными тубусами, ограничивающими пучок излучения при снимках до диаметра не более 60 мм в плоскости внешнего торца тубуса и обеспечивающими требуемое расстояние между фокусным пятном и кожей пациента.
  + управление панорамным рентгеновским аппаратовм и панорамным аппаратом с функцией трехмерной томографии (КЛКТ) осуществляется дистанционным способом на расстоянии не менее 2,5 м.
    1. При эксплуатации аппаратов для маммографических исследований должны выполняться следующие условия:
  + маммографический рентгеновский аппарат, при работе с которым возможно нахождение оператора вблизи аппарата, имеет защитную ширму между рабочим местом оператора и столом пациента, не препятствующую наблюдению оператора за пациентом.
  + у рентгеновских излучателей маммографических рентгеновских аппаратов мощность дозы излучения не превышает 1 мГр/ч на расстоянии 5 см от поверхности защитного кожуха.
    1. Аппараты для рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) должны удовлетворять следующим требованиям:
  + управление стационарным рентгеновским компьютерным томографом осуществляется из комнаты управления или из процедурной.;
  + в комнате управления РКТ предусматриваются легковидимые и доступные средства аварийного выключения генерации рентгеновского излучения с одновременной остановкой перемещения движущихся частей;
  + при проведении РКТ-исследования минимальное расстояние от фокуса рентгеновского излучателя до кожи пациента на стационарном аппарате составляет не менее 15 см (таблица 1 Правил);
  + при проведении РКТ-исследования определяют произведение дозы на длину сканирования, необходимое для оценки эффективной дозы;
  + в РКТ обеспечиваются средства для автоматического отключения генерации излучения в случае поломки таймера за время, не превышающее время одного поворота рентгеновского излучателя;
  + при включении анодного напряжения обеспечивается визуальная информация об этом на пульте оператора и около сканера. Индикаторы на сканере или около него видны с любой точки процедурного помещения вне расположения пациента, где возможно воздействие первичного пучка излучения;
  + рентгеновский компьютерный томограф либо оснащают замковым устройством, исключающим возможность приведения его в движение и генерации рентгеновского излучения без использования специального ключа, либо он имеет многоступенчатую активацию начала работы с различных частей терминала.
    1. При эксплуатации передвижных и переносных рентгенодиагностических аппаратов необходимо обеспечить:
  + дистанционное управление аппаратами (пункт 3.6.5 Правил);
  + использование средств защиты;
  + использование штативных устройств.
    1. Техническая документация на медицинские установки с ИИИ для диагностических и лечебных целей в разделе радиационной безопасности должна содержать содержать информацию об ИИИ, условия его эксплуатации и порядок действий в случае наступления внештатной ситуации..
  1. **Требования к аппаратам для интервенционных рентгенологических исследований.**
     1. Интервенционные рентгенологические исследования проводятся на специальных аппаратах, предназначенных для проведения продолжительных рентгенологических процедур. Аппараты оборудуются проходными ионизационными камерами для измерения «произведения дозы на площадь» или другим оборудованием, позволяющим контролировать уровень облучения пациента во время рентгенологической процедуры, расширенным программным обеспечением для компьютерного управления режимами облучения и визуализации, а также обработки и представления цифровых рентгеновских изображений.
     2. Кабинеты с аппаратами для интервенционных исследований не оборудуются блокирующими устройствами для прерывания облучения или иного нарушения выполнения рентгенологической процедуры.
     3. Конструкция рентгеновских аппаратов для проведения интервенционных рентгенологических исследований должна предусматривать:
  + установку и использование дополнительных защитных приспособлений и вспомогательных устройств (экранов, ширм, шторок и др.) для уменьшения облучения медицинского персонала и пациентов;
  + возможность использования устройств иммобилизации пациентов и подключения устройств восстановления сердечной деятельности и дыхания (сердечно-легочная реанимация);
  + возможность отключения включившегося звукового сигнала в режиме рентгеноскопии;
  + удаление отсеивающего растра без использования инструментов;
  + надежную фиксацию С-дуги во всех возможных в процессе использования плоскостях.
    1. Рентгеновские аппараты, предназначенные для проведения интервенционных рентгенологических исследований, оборудуются:
  + средствами включения и выключения аппарата оператором, расположенными во всех предусмотренных местах возможного нахождения оператора, а также на расстоянии не менее 2 м от зоны облучения пациента или в пределах защитной зоны, если таковая предусмотрена при установке аппарата;
  + средствами индикации состояния работы аппарата, хорошо видимыми со всех мест возможного пребывания оператора;
  + техническими средствами для определения дозы (произведения дозы на площадь) у пациента во время процедуры;
  + техническими средствами, позволяющими постоянно отображать на мониторе значения накопленного времени рентгеноскопии и «произведения дозы на площадь», а при наличии дополнительных измерительных средств оценивать и отображать на экране монитора текущее и накопленное к настоящему времени значение входной дозы у пациента.
    1. В эксплуатационных документах на рентгеновские аппараты, предназначенные для проведения интервенционных рентгенологических исследований, указывают значения мощности входной дозы у пациента при различной нагрузке рентгеновского аппарата и типичных условиях проведения процедур.
  1. **Требования к рентгенотерапевтическим аппаратам.** 
     1. Рентгенотерапевтические аппараты должны быть сконструированы таким образом, чтобы обеспечить радиационную защиту персонала и пациентов в соответствии с требованиями раздела II Правил, в том числе при аварийных ситуациях.
     2. Управление рентгенотерапевтическим аппаратом предусматривает регулирование процесса генерирования излучения и недопущение неконтролируемого облучения пациента. Управление аппаратом строится таким образом, чтобы генерирование излучения при любом нарушении нормального режима работы автоматически прекращалось.
     3. Относительная погрешность поглощенной дозы, измеренной в радиационном поле, не должно превышать 5% при номинальном анодном напряжении до 150 кВ и 3% - при номинальном анодном напряжении свыше 150 кВ.
     4. Мощность дозы на расстоянии 5 см от поверхности рентгенотерапевтического аппарата (кроме излучателя) не должна превышать 0,02 мЗв/ч.
     5. Рентгенотерапевтические аппараты, рассчитанные на работу при номинальном анодном напряжении свыше 50 кВ, управляются только с пульта, расположенного за пределами процедурной кабинета рентгенотерапии. Должны быть предусмотрены средства автоматического включения световых сигналов вне кабинета рентгенотерапии при подаче напряжения на рентгеновскую трубку, в том числе предупреждающего сигнала перед входом в рентгеновский кабинет. При открывании двери кабинета рентгенотерапии должно срабатывать блокирующее устройство, вызывающее прерывание облучения. После прерывания облучения повторная подача напряжения на рентгеновскую трубку допускается только с пульта управления.
     6. Рентгенотерапевтические аппараты снабжаются устройствами, позволяющими в любой момент времени прерывать излучение с пульта управления.
     7. При подаче напряжения на рентгеновскую трубку на пульте управления должны включаться звуковой и световой сигналы.
     8. Рентгенотерапевтический аппарат должен обеспечивать возможность предварительно задавать время облучения или дозу и исключать возможность изменения этих параметров во время процедуры. При достижении этих значений устройство автоматически заканчивает облучение.
     9. После окончания генерирования излучения следующий сеанс облучения допускается только после установки на пульте управления нового значения времени облучения или дозы.

1. **Требования к средствам радиационной защиты**
   1. При проведении рентгенологических процедур использование средств радиационной защиты для обеспечения безопасности персонала, пациентов и населения является обязательным. Защитные средства подразделяются на стационарные, передвижные и индивидуальные.
   2. Рентгеновские кабинеты должны обеспечиваться средствами радиационной защиты в соответствии с типом используемого оборудования и видом проводимых рентгенологических процедур (Приложение 5 Правил).
   3. Стационарные средства радиационной защиты процедурной и других помещений рентгеновского кабинета (стены, пол, потолок, защитные двери, смотровые окна, ставни) должны обеспечивать ослабление рентгеновского излучения до уровня, при котором не будет превышен основной предел дозы (ПД) для персонала и населения. Методика расчета стационарной защиты приведена в Приложении 8 Правил; характеристики материалов для расчета указаны в Приложении 6 Правил. Расчет стационарной защиты должен входить в состав проекта на размещение ИИИ.
   4. Контроль защитной эффективности средств радиационной защиты проводится аккредитованными организациями с периодичностью, указанной в разделе X Правил.
   5. **Требования к передвижным и индивидуальным средствам защиты.**
      1. Рентгеновские кабинеты различного назначения должны иметь обязательный набор передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты в соответствии с проектными решениями. Номенклатура средств защиты представлена в Приложении 5 Правил. Допускается применение других передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты, обеспечивающих требуемую или дополнительную радиационную защиту со свинцовым эквивалентом, не ниже предусмотренных Правилами.
      2. Эффективность передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты, выраженная в значении свинцового эквивалента, должна составлять значения, не менее указанных в Приложении 7 Правил. Защитные средства должны иметь разрешительную документацию и маркировку, предусмотренную технической документацией, с обязательным указанием значений свинцового эквивалента. В разрешительной документации должно быть указано назначение для использования при рентгенологических исследованиях.
      3. При рентгенологических исследованиях детей используют защитные средства соответствующих размеров для различных возрастных групп, а также специальные средства (Приложение 5 Правил).
      4. Защитные средства, содержащие свинец и имеющие прямой контакт с кожей пациента или медицинского персонала, изготавливаются с применением материалов, соответствующих 1 классу в соответствии с гигиеническими требованиями к одежде для детей, подростков и взрослых.
      5. Контроль защитной эффективности (свинцового эквивалента) и других эксплуатационных параметров передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты проводится аккредитованными организациями по утвержденным методикам.
2. **Требования к проведению медицинских рентгенологических процедур**
   1. Целью проведения рентгенологических процедур является получение необходимой диагностической информации высокого качества при наименьшей возможной дозе излучения у пациента в рентгенодиагностике или высокая эффективность лечения пациента при рентгенотерапии.
   2. Параметры проведения всех видов рентгенодиагностических исследований должны гарантировать отсутствие детерминированных лучевых эффектов у пациентов. При проведении рентгенотерапевтических процедур принимаются все необходимые меры для предотвращения лучевых осложнений у пациента.
   3. Ежедневно до начала работы персоналом проводится проверка исправности оборудования и пригодность реактивов. При обнаружении неисправностей запись о неисправности заносится в журнал ежедневной регистрации неисправностей рентгеновского аппарата, контрольно-технический журнал и журнал технического обслуживания для своевременного информирования организации, осуществляющей техническое обслуживание. Запрещается проведение рентгенологических исследований на неисправном оборудовании.
   4. **Рентгенодиагностические исследования.**
      1. Все рентгенологические исследования должны выполняться персоналом, относящимся к группе А. В рентгенологических исследованиях, сопровождающихся сложными манипуляциями, могут участвовать специалисты, относящиеся к персоналу группы Б, прошедшим инструктаж по правилам радиационной безопасности при проведении рентгенологических исследований.
      2. Лечащий врач, направляющий пациентов на рентгенологическое исследование по клиническим показаниям, и врач-рентгенолог, выполняющий рентгенологическое исследование, должны быть осведомлены о показаниях и противопоказаниях проводимого рентгенологического исследования, а также о возможной дозе облучения пациента и связанном с облучением риске здоровью пациента и должны учитывать эти сведения при назначении и проведении исследования.
      3. Врач-рентгенолог несет ответственность за соблюдение радиационной безопасности при проведении рентгенологического исследования. Действия врача-рентгенолога включают:
   * принятие решения о методе и объеме рентгенологического исследования либо об отказе от проведения исследования в случае необоснованного направления или нарушения правил направления пациента на исследование с предварительным уведомлением лечащего врача и регистрацией мотивированного отказа в амбулаторной карте или истории болезни;
   * проведение качественного рентгенологического исследования с наименьшей возможной дозой у пациента;
   * оформление заключения с описанием выявленной патологии по результатам рентгенологического исследования с регистрацией в рабочем журнале, амбулаторной карте или истории болезни на бумажном носителе или электронном виде;
   * регистрацию полученной пациентом эффективной дозы в листе учета, приложении к амбулаторной карте или истории болезни на бумажном носителе или электронном виде;
   * информирование пациента о результатах исследования, дозе излучения и радиационном риске.
     1. Проведение рентгенологических исследований пациентов без вышеуказанных записей в соответствующих документах не допускается. Запрещается проведение рентгенологических исследований без обеспечения регистрации, учета и контроля доз облучения пациентов.
     2. В обязанности рентгенолаборанта, ответственного за непосредственное проведение рентгенографии, входят:
   * проведение рентгенологического исследования в соответствии с принятым врачом-рентгенологом решением о методе и объеме исследования с использованием оптимальных параметров проведения рентгеновских процедур;
   * выполнение наиболее эффективной укладки;
   * соблюдение правил эксплуатации рентгеновского оборудования;
   * использование предусмотренных средств радиационной защиты пациента и выполнение требований по радиационной безопасности;
   * своевременное информирование врача-рентгенолога и администрации в случае возникновения нестандартных ситуаций;
   * регистрация рентгенологического исследования в рабочем журнале, включая расчет эффективной дозы пациента.
     1. Во всех случаях нахождения персонала в процедурной применение средств индивидуальной защиты обязательно. Не допускается нахождение в процедурной лиц, не имеющих прямого отношения к рентгенологическому исследованию, в том числе нескольких пациентов одновременно.
     2. При проведении рентгеновских исследований вне рентгеновского кабинета с помощью переносных и передвижных медицинских рентгеновских аппаратов персонал располагается за ширмой или на максимально возможном расстоянии от медицинского рентгеновского аппарата и использует средства индивидуальной защиты.
     3. При выполнении интервенционных исследований медицинский персонал, работающий в процедурной, приказом администрации медицинской организации относятся к группе А персонала.
     4. При проведении интервенционных исследований, а также других сложных рентгенорадиологических исследований в рентгенооперационной (рентгеноэндоскопия, исследование детей, пациентов в тяжелом состоянии) весь присутствующий персонал должны использовать индивидуальные средства защиты (фартук, жилет с юбкой, очки с просвинцованными стеклами и боковой защитой, шапочки). Необходимо избегать попадания рук в прямой пучок излучения.
     5. В случае возникновения нештатных (аварийных) ситуаций персонал действуют в соответствии с инструкцией по ликвидации аварий (раздел 10.25-10.31 Правил).
     6. Рентгеновские изображения, получаемые в результате рентгенологического исследования, должны быть требуемого качества, способствующего диагностике и лечению пациента и исключающего необходимость проведения повторных исследований и тем самым увеличения дозы пациента без клинической необходимости. Результаты исследований должны сохраняться и быть доступными для лечащего врача на всех этапах лечения.
     7. При всех видах рентгенологических исследований размеры поля облучения должны быть возможно меньшими, а время проведения – возможно более коротким (без увеличения мощности дозы), но не снижающими качества исследования. Обязательна точная коллимация, исключающая облучение частей тела, ненужных для получения диагностической информации.
     8. Во время исследования персонал обязан соблюдать длительность перерывов между включениями анодного напряжения в соответствии с паспортом на аппарат, следить за выбором оптимальных физико-технических режимов исследования (анодное напряжение, анодный ток, экспозиция, толщина фильтров, размер диафрагмы, компрессия, расстояние фокус-кожа и др.), проводить пальпацию дистанционными инструментами (дистинкторы и др.) и использовать передвижные и индивидуальные средства радиационной защиты в необходимом объеме и номенклатуре.
     9. Для всех проводимых рентгенодиагностических процедур у пациентов определяют эффективные дозы. При проведении интервенционных исследований дополнительно определяют кожные дозы.
     10. Персоналу следует соблюдать требования эксплуатационной документации на рентгеновское оборудование и избегать возможных методических и технических ошибок при проведении рентгенологического исследования, которые приводят к повторным исследованиям и, соответственно, необоснованному увеличению дозы.
     11. При проведении специальных рентгенологических исследований, сопровождающихся более высокими уровнями облучения, должны использоваться все возможные средства снижения дозы у персонала и пациентов, включая средства защиты, сокращение времени исследования, нахождение персонала в местах с низким уровнем облучения и др.
     12. В случае необходимости оказания больному скорой или неотложной помощи рентгенологические исследования производятся в соответствии с указаниями врача, оказывающего помощь, с обязательной регистрацией этих указаний в медицинской документации и с соблюдением установленных санитарно-эпидемиологических требований.
   1. **Рентгенотерапевтические процедуры.**
      1. Рентгенотерапевтические процедуры проводятся только при наличии клинических показаний по назначению лечащего врача (лучевого терапевта) и с согласия больного.
      2. При проведении рентгенотерапевтических процедур должны выполняться следующие условия:
   * соблюдаться точность укладки и ее воспроизведение в последующих сеансах облучения;
   * в планируемый объем мишени пучком рентгеновского излучения подается предписанная поглощенная доза излучения в зависимости от цели облучения;
   * облучение нормальных тканей удерживается на разумно достижимом низком уровне при использовании всех возможных средств защиты здоровых органов;
   * лечебные процедуры в отношении беременных женщин, сопровождающиеся облучением области живота или таза, не проводятся без веских клинических показаний;
   * любая терапевтическая процедура для беременных женщин планируется так, чтобы свести к минимуму дозу, получаемую зародышем или плодом;
   * соблюдение последовательности всех этапов, составляющих технологический процесс лучевого лечения пациента, с использованием необходимого оборудования и применением средств защиты.
3. **Обеспечение радиационной безопасности персонала**
   1. Основой радиационной безопасности персонала рентгеновских кабинетов являются:
   * непревышение предела дозы для персонала;
   * оптимизация радиационной защиты.
   1. В случае совместительства персонала предел дозы действует для суммарной лучевой нагрузки, полученной на всех местах работы. Доза регистрируется по фактическому месту работы.
   2. Радиационная безопасность персонала обеспечивается:
   * проектным решением стационарной защиты, планировкой и распределением по назначению помещений;
   * конструкцией аппаратов для лучевой и радионуклидной диагностики;
   * использованием стационарных, передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты;
   * выбором оптимальных условий проведения рентгеновских и радионуклидных исследований;
   * осуществлением радиационного контроля.
   1. К работам с ИИИ (персонал группы А) допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие документ о соответствующей профессиональной подготовке, прошедшие инструктаж и проверку знаний правил безопасности, действующих в организации документов и инструкций. Персонал, непосредственно работающий на оборудовании, должен обладать надлежащей квалификацией и пройти обучение правилам эксплуатации оборудования с наличием необходимого подтверждающего документа. Подготовка и повышение квалификации специалистов, участвующих в проведении диагностических и терапевтических рентгенорадиологических процедур, осуществляется учреждениями, имеющими лицензию на последипломную образовательную деятельность по соответствующим программам, не реже 1 раза в 5 лет.
   2. Ответственный за РБ, за радиационный контроль, персонал группы А должны проходить обучение по вопросам обеспечения радиационной безопасности не реже 1 раза в 5 лет в объеме не менее 72 часов в лицензированной организации.
   3. Администрация медицинской организации обеспечивает проведение предварительных (при поступлении на работу) и ежегодных периодических медицинских осмотров персонала группы А. К работе допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний для работы с источниками ионизирующих излучений.
   4. При выявлении отклонений в состоянии здоровья, препятствующих продолжению работы в рентгеновском кабинете, вопрос о временном или постоянном переводе этих лиц на другую работу решается администрацией медицинской организации индивидуально в установленном порядке.
   5. Беременные женщины освобождаются от непосредственной работы с рентгеновской аппаратурой с момента установления факта беременности и желания женщины ее сохранить на весь период беременности и грудного вскармливания ребёнка.
   6. Система инструктажа с проверкой знаний по технике безопасности и радиационной безопасности включает:
   * вводный инструктаж - при поступлении на работу;
   * первичный инструктаж - на рабочем месте;
   * повторный инструктаж - не реже двух раз в год;
   * внеплановый инструктаж - при изменении характера работ (смене оборудования рентгеновского кабинета, методики исследования или лечения и т.п.) и после радиационной аварии.
   1. Регистрация проведенного инструктажа персонала проводится в специальных журналах в установленном порядке.
   2. Количество персонала группы А в медицинской организации должно быть достаточным для обеспечения проведения работ с ИИИ в соответствии с графиком работы организации, а также с учетом отсутствия персонала, например, в период отпуска, болезни.
   3. Лица, проходящие стажировку и специализацию в рентгеновском кабинете, а также учащиеся высших и средних специальных учебных заведений медицинского профиля допускаются к работе только после прохождения вводного и первичного инструктажа по технике безопасности и РБ. Для студентов и учащихся, проходящих обучение с использованием рентгеновского излучения (старше 16 лет), годовые дозы не должны превышать значений, установленных для персонала группы Б ((таблица 3.1 НРБ 99/2020).
   4. Во время работы с источниками излучения в помещении должны находиться только те работники, которые заняты в конкретном технологическом процессе в данном помещении.
   5. Лица, осуществляющие техническое обслуживание и контроль рентгеновских аппаратов, относятся к персоналу группы А. Они должны использовать средства индивидуальной защиты и носить индивидуальные дозиметры.
   6. Персонал рентгеновского кабинета обязан знать и строго соблюдать настоящие Правила, требования к эксплуатации технологического оборудования, правила охраны труда, техники безопасности, радиационной безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии. О нарушениях в работе рентгеновского аппарата, неисправности средств защиты, нарушении пожарной безопасности и в случае аварии персонал обязан немедленно доложить администрации медицинской организации. За несоблюдение регламента проведения рентгенологических исследований, нарушение установленных санитарно-эпидемиологических требований и правил безопасности юридические, должностные лица и администрация организации привлекаются к ответственности в соответствии с действующим законодательством.
   7. Не допускается проведение работ с ИИИ, не предусмотренных эксплуатационной документацией на аппарат, должностными инструкциями, инструкциями по технике безопасности, радиационной безопасности и другими регламентирующими документами. Проведение работ с ИИИ проводится только по утвержденным в установленном порядке методикам.
   8. Не допускается работа персонала рентгеновского кабинета группы А без средств индивидуального дозиметрического контроля. Регистрация индивидуальных доз персонала проводится по установленной форме. Индивидуальный дозиметрический контроль лиц, периодически участвующий в проведении специальных ретгенорадиологических исследований (хирурги, анестезиологи, средний медицинский персонал и др.) проводится также как для персонала группы А.
   9. Для обеспечения непревышения достигнутого в организации уровня РБ персонала и его дальнейшего снижения администрация медицинской организации в соответствии с ОСПОРБ-99/2020 устанавливает контрольные уровни мощности дозы на рабочем месте и индивидуальной дозы персонала.
   10. Во время проведения исследования или сеанса рентгенотерапии персонал из комнаты управления через смотровое окно или иную систему наблюдает за состоянием пациента, подавая ему необходимые указания через переговорное устройство.
   11. Технология интервенционных рентгенологических процедур предъявляет специальные требования к расположению рентгеновского излучателя и персонала во время ее проведения. Для снижения уровней облучения персонала следует:
   * рентгеновскую трубку располагать под процедурным столом, если прямой пучок излучения распространяется вертикально (перпендикулярно телу пациента);
   * врачу-хирургу следует стоять со стороны УРИ, а не со стороны рентгеновской трубки, если прямой пучок излучения распространяется горизонтально (боковая проекция) или диагонально;
   * использовать дополнительные средства защиты (подвесные экраны, боковые ширмы, защитные шторки), если выполняются длительные рентгенологические процедуры.
   * Во время проведения серийной рентгеносъемки всему персоналу необходимо выходить за пределы операционной или отходить за защитную ширму
   1. При проведении рентгеностоматологических внутриротовых исследований персоналу запрещается удерживать своей рукой приемник излучения в полости рта пациента. Рекомендуется использование позиционирующих устройств для удержания приемника излучения в полости рта.
4. **Обеспечение радиационной безопасности пациентов**
   1. Для обеспечения радиационной безопасности пациентов, подвергающихся медицинским рентгенологическим процедурам, должны соблюдаться следующие принципы:
   * обоснование проведения рентгенологических процедур;
   * оптимизация радиационной защиты пациентов.
   1. Для обеспечения безопасности пациентов следует также соблюдать технические меры ограничительного характера, учитывающие особенности защиты детей и беременных женщин, а также особенности защиты при рентгенотерапии.
   2. **Обоснование проведения рентгенодиагностических процедур**
      1. Принцип обоснования при проведении рентгенодиагностических процедур реализуется с учетом следующих требований:
   * проведение рентгенодиагностических процедур только по клиническим показаниям;
   * риск здоровью пациента при отказе от рентгенологической процедуры заведомо превышает риск от облучения при его проведении;
   * выбор наиболее щадящих методов рентгенологических процедур;
   * предпочтение альтернативных (нерадиационных) методов диагностики, если их эффективность не уступает радиационным методам или достаточна для уточнения или постановки конкретного диагноза.
     1. Принцип обоснования при проведении рентгенотерапевтических процедур реализуется с учетом следующих требований:
   * использование метода только в случаях, когда ожидаемая эффективность лечения превосходит эффективность альтернативных (нерадиационных) методов;
   * риск отказа от рентгенотерапии заведомо превышает риск от облучения при ее проведении.
     1. Обоснование рентгенодиагностического исследования или рентгенотерапевтической процедуры у конкретного пациента осуществляется лечащим врачом. Для исследований, сопровождающихся высокой дозой излучения, то есть терапевтических и сложных диагностических или интервенционных процедур, а также при планировании исследований для детей и беременных женщин, должно осуществляется индивидуальное обоснование с участием врача-рентгенолога. При индивидуальном обосновании учитываются следующие обстоятельства:
   * необходимость и срочность применения рентгенологической процедуры в конкретных обстоятельствах;
   * объем требуемой диагностической информации, возможность ее получения нерадиационными методами;
   * характеристика предполагаемого облучения, ожидаемая доза и информация о предыдущих радиологических процедурах и полученных дозах;
   * индивидуальное состояние здоровья пациента.
     1. Все рентгенорадиологические исследования проводятся только по назначению лечащего врача при наличии клинических показаний у пациента с учётом альтернативных методов диагностики. Обоснование назначения исследования фиксируется в медицинской карте пациента и записывается в направлении на исследование. Лечащий врач несет ответственность за соблюдение принципа обоснования при направлении пациента на исследование. Профилактические рентгеновские исследования также проводятся только по назначению лечащего врача с соблюдением установленной периодичности исследований для различных контингентов лиц.
     2. Лечащий врач, направляющий пациентов на рентгенорадиологическое исследование по клиническим показаниям, и врач-рентгенолог или радиолог, выполняющий рентгенорадиологическое исследование, должны быть осведомлены о показаниях и противопоказаниях проводимого исследования, а также о возможной дозе облучения пациента и связанном с облучением риске здоровью пациента и должны учитывать эти сведения при назначении и проведении исследования
     3. При необоснованных направлениях на рентгенорадиологические исследования (отсутствие предварительного диагноза, несоответствие назначенной процедуры предварительному диагнозу, дублирование ранее проведенного исследования и пр.) врач-рентгенолог или радиолог вправе отказать пациенту в проведении исследования, проинформировав об этом лечащего врача и зафиксировав отказ в медицинской карте пациента.
     4. Все рентгенорадиологические исследования проводятся с согласия пациента или его законного представителя, которому предварительно разъясняют пользу от предложенной процедуры и связанный с ней риск для здоровья, информируют об имеющихся альтернативных методах диагностики. В случае недееспособности пациента требуется согласие его законных представителей или проведение исследования оформляется решением консилиума врачей.
     5. Пациент или его законный представитель имеет право отказаться от медицинской рентгенологической процедуры или предпочесть альтернативные (нерадиационные) методы исследования, за исключением профилактических исследований, проводимых в целях выявления заболеваний, опасных в эпидемиологическом отношении.
     6. При отсутствии обоснования направления пациента на рентгенологическое исследование (отсутствие первичного диагноза и др.) врач-рентгенолог вправе отказать пациенту или его законному представителю в проведении рентгенологического исследования, проинформировав об этом лечащего врача и зафиксировав отказ в истории болезни (амбулаторной карте). Запрещается проведение рентгенологического исследования, если в направлении на исследование вместо предварительного диагноза указано иное обоснование, например, «Обследование».
     7. С целью предотвращения необоснованного повторного облучения пациентов на всех этапах медицинского обследования учитываются результаты ранее проведенных рентгенологических процедур и дозы излучения, полученные при этом в течение года. При направлении больного на рентгенологическую процедуру, консультацию или стационарное лечение, при переводе больного из одной медицинской организации в другую результаты рентгенологических исследований (описание, снимки, цифровые носители информации, дозы) передаются вместе с соответствующей медицинской документацией.
     8. При переводе пациента или его обращении в другую медицинскую организацию произведенные в одной медицинской организации рентгенологические процедуры не повторяются. Повторные исследования назначаются только при изменении течения болезни или появлении нового заболевания, а также при необходимости получения расширенной информации о состоянии здоровья пациента с учетом принципа обоснования.
   1. **Оптимизация радиационной защиты пациентов**
      1. Целью оптимизации защиты пациента при медицинских рентгенологических процедурах является обеспечение наибольшего превышения выгоды для здоровья пациента от диагностики или лечения по сравнению с вредом от облучения с учетом социальных и экономических факторов. При диагностической либо интервенционной процедуре доза должна быть минимально возможной, необходимой для достижения цели медицинской процедуры.
      2. Оптимизация не всегда влечет за собой снижение дозы излучения у пациентов, так как приоритетом является получение надежной диагностической информации или достижение терапевтического эффекта, соответственно.
      3. Оптимизация защиты от облучения при проведении рентгенологической процедуры включает выбор наиболее эффективных и наименее дозообразующих технологий и оборудования для диагностики или терапии, а также решение практических вопросов обеспечения качества и радиационной безопасности.
      4. Оптимизация защиты пациента в рентгеновской диагностике осуществляется следующими методами:
   * разработкой и выбором диагностических протоколов, обеспечивающих выполнение поставленной диагностической задачи при наименьшей ожидаемой дозе пациента;
   * контролем доз облучения пациентов
   * своевременным техническим и сервисным обслуживанием высокотехнологического оборудования;
   * поддержкой состояния и режимов работы оборудования в соответствии с технической спецификацией;
   * выполнением программы обеспечения качества диагностических исследований.
   * установкой оптимального режима сбора и обработки данных на диагностической аппаратуре.
   1. **Референтные диагностические уровни**
      1. Оптимизация защиты пациентов при проведении рентгеновских и радионуклидных исследований, согласно ОСПОРБ-99/2020, осуществляется с помощью референтных диагностических уровней (РДУ). РДУ служат критерием для оценки того, не является ли уровень облучения пациента существенно бóльшим или меньшим, чем нужно для получения необходимой диагностической информации. РДУ не являются пределами доз облучения. РДУ устанавливаются с учетом местной медицинской практики и характеристик доступного оборудования.
      2. РДУ устанавливаются и применяются на практике к измеренным и/или полученным на основе измерений расчетным дозиметрическим величинам: произведению дозы на площадь, произведению дозы на длину (для компьютерной томографии), входной дозе излучения на поверхности тела пациента или эффективной дозе. Если полученные значения этих величин превышают установленное значение РДУ для данной рентгенологической процедуры, необходимо пересмотреть режим проведения исследования и степень защиты пациента и принять меры по их оптимизации. РДУ служат средством достижения показателей современной образцовой практики и пересматриваются по мере совершенствования соответствующей технологии и методик.
      3. Превышение РДУ при исследовании конкретных пациентов не является нарушением требований радиационной защиты. Однако неоднократные и существенные превышения РДУ могут указывать на наличие существенных недостатков в проведении данного вида исследования, что требует расследование причин и коррекция режимов исследования и/или защиты пациента.
      4. РДУ не применяются для защиты от детерминированных эффектов излучения.
      5. Сбор, обработку и проверку информации по индивидуальным дозам пациентов, необходимой для установления РДУ осуществляет персонал медицинских организаций или организации, аккредитованные в установленном порядке.
   2. **Ограничительные меры**
      1. Использование флюорографических методов с использованием аналоговых приемников допускается только для диагностических исследований легких.
      2. Для снижения вероятности возникновения эритемы и других последствий для кожи пациента вследствие проведения интервенционных исследований следует сопоставить параметры проведения исследования и полученное произведение дозы на площадь с контрольными значениями, приведенными в таблице 3 Правил.
      3. При превышении контрольных значений в ходе проведения интервенционного исследования необходимо:
   * сообщить пациенту и его лечащему врачу о возможных лучевых реакциях на коже;
   * наблюдать за состоянием кожи пациента в течение 2-х недель и при необходимости применять средства медикаментозной профилактики и лечения.

Таблица 3.

Контрольные параметры для предотвращения возникновения детерминированных эффектов в коже пациента

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Параметр | Контрольное значение |
| 1 | Время просвечивания | >60 мин |
| 2 | Произведение дозы на площадь | >500 Гр·см2  (>300 Гр·см2 для терапевтических кардио логических и нейрологических исследований) |
| 3 | Накопленная доза в опорной точке | >5 Гр |
| 4 | Максимальная поглощенная доза в коже (измеренное значение) | >3 Гр |

* + 1. При проведении рентгеновских исследований должно осуществляться экранирование частей тела пациента за пределами области исследования, если это не мешает его проведению. С этой целью используются средства индивидуальной защиты (Приложения 5 и 7 к Правилам).
  1. **Исследование и лечение женщин в детородном возрасте**
     1. При направлении женщин в детородном возрасте на рентгенологическую процедуру лечащий врач и врач-рентгенолог должны уточнить состояние пациентки на предмет возможной беременности с целью выбора времени его проведения. Рентгенологические процедуры желудочно-кишечного тракта, урографию, рентгенографию тазобедренного сустава и другие исследования, связанные с лучевой нагрузкой на гонады, рекомендуется проводить в течение первой декады менструального цикла за исключением процедур, осуществляемых при оказании скорой и неотложной помощи.
     2. Назначение беременных женщин на рентгенологическую процедуру производится только по клиническим показаниям при минимально возможном облучении плода. Исследования проводят во вторую половину беременности, за исключением случаев, когда решается вопрос о прерывании беременности или необходимости оказания скорой или неотложной помощи.
     3. Риск отказа от проведения диагностического рентгенологического исследования беременной женщины, как правило, выше радиационного риска для развития эмбриона/плода. Диагностические рентгенологические исследования беременных проводят с использованием всех возможных технических средств и способов радиационной защиты.
     4. Беременные женщины должны быть информированы врачом-рентгенологом о пользе планируемого рентгенологического исследования и о связанном с ними радиационном риске, имеющихся альтернативных методах диагностики для принятия сознательного решения о проведении рентгенологического исследования, отказе или выборе альтернативного (нерадиационного) вида исследования. Согласие пациентки на проведение рентгенологического исследования документируется.
     5. Беременных женщин не разрешается привлекать в качестве добровольцев к участию в медико-биологических исследованиях с использованием ионизирующего излучения. Они не допускаются также к уходу или помощи больным во время проведения рентгенологических процедур (поддерживание ребенка или тяжелобольного родственника).
     6. При планировании интервенционных рентгенорадиологических исследований беременных женщин необходимо учитывать увеличение риска для развития эмбриона/плода и здоровья детей.
     7. При ожидаемой дозе у эмбриона/плода более 100 мГр беременную женщину информируют о возможных радиационных последствиях, включая риск нарушения развития плода и развития рака у ребенка в отдаленный период. После получения указанной информации беременная женщина письменно выражает свое решение о проведении интервенционной рентгенологической или рентгенотерапевтической процедуры.
  2. **Исследование и лечение детей**
     1. Рентгеновские и радионуклидные исследования детей проводят по показаниям, определенным национальными стандартами диагностики и лечения, по направлению лечащего врача, после того, как исчерпаны возможности нелучевых методов диагностики, сопоставлены польза и радиационный риск планируемого исследования, получено согласие родителей ребёнка, подтвержденное их информированным согласием.
     2. Родители детей-пациентов должны быть информированы врачом-рентгенологом о пользе планируемых рентгенологических процедур и о связанном с ними радиационном риске, а также о возможных альтернативных (нерадиационных) методах исследования для принятия родителями сознательного решения о проведении рентгенологических процедур, отказе от них или предпочтении альтернативных методов. Радиационный риск для здоровья и развития ребенка не должен превышать риск, связанный с отказом от проведения диагностической рентгенологической процедуры.
     3. Рентгенологические процедуры детей в возрасте до 12 лет выполняются с участием персонала отделения, из которого поступил ребёнок, либо родственников не моложе 18 лет, исключая беременных женщин. Лиц, присутствующих при проведении рентгенологических процедур, предварительно инструктируют по вопросам безопасности и обеспечивают средствами индивидуальной защиты.
     4. Лицам, помогающим в проведении рентгенологических процедур детей, следует сопровождать пациента к месту выполнения исследования, поддерживать и наблюдать за ним во время его проведения. При рентгенологических процедурах детей младшего возраста применяются иммобилизирующие приспособления, исключающие необходимость в помощи персонала.
     5. Рентгенологические процедуры детей проводятся с использованием средств индивидуальной защиты детей (Приложения №№ 5 и 7 Правил). При исследовании детей младшего возраста необходимо оставлять незащищенной только область исследования.
     6. Запрещается привлечение детей в качестве добровольцев для участия в медико-биологических исследованиях с использованием ионизирующего излучения.
  3. **Рентгенотерапевтические процедуры (рентгенотерапия)**
     1. При проведении рентгенотерапевтических процедур наряду с требованиями пункта 6.5 Правил должны соблюдаться следующие дополнительные условия защиты пациента:
  + обеспечение радиационной безопасности с помощью системы защитных мероприятий и программы контроля качества рентгенотерапевтических процедур, используемых в медицинской организации;
  + соблюдение точности укладки и ее воспроизведение в последующих сеансах, для чего кабинеты должны быть оснащены необходимыми фантомами;
  + использование защитных приспособлений для экранирования наиболее радиочувствительных органов от рассеянного излучения;
  + недопущение облучения частей тела, не предусмотренных при дозиметрическом планировании, принятие всех возможных мер для предотвращения возникновения лучевых осложнений;
  + регистрация дозы в органе-мишени и прилегающих органах в индивидуальном листе учета доз медицинского облучения, являющемся приложением к истории болезни пациента;
  + информирование пациента о радиационных рисках, связанных с лечением рентгеновским излучением;
  + для снижения вероятности возникновения кожной эритемы и других последствий для кожи пациента необходимо наблюдать за состоянием кожи пациента в местах входа пучка рентгеновского излучения в течение двух недель и при необходимости применять терапевтические меры.

1. **Обеспечение радиационной безопасности населения** 
   1. При проведении медицинских рентгенорадиологических процедур наряду с пациентами облучению подвергаются следующие группы населения, не получающие прямой выгоды от проведения лучевой диагностики:
   * лица, помогающие в уходе за пациентами;
   * лица, проходящие медицинские обследования в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур;
   * добровольцы, участвующие в медико-биологических исследованиях.
   1. Обеспечение радиационной безопасности категорий лиц, указанных в пункте 9.1, основано на следующих принципах:
   * непревышение основного предела дозы для населения (таблица 3.1 НРБ-99/2020),
   * оптимизация радиационной защиты.
   1. Медицинские профилактические обследования групп лиц с использованием ионизирующего излучения должны быть специально обоснованы. Решение о проведении профилактических рентгенологических обследований определенных групп лиц принимается уполномоченным органом исполнительной власти:
   * отсутствуют специфические альтернативные (нерадиационные) методы или они обладают заведомо более низкой эффективностью при диагностике данного заболевания;
   * риск здоровью людей при отказе от профилактического рентгенологического обследования заведомо превышает риск от облучения при его проведении;
   * профилактические исследования способствуют повышению эффективности лечения и/или снижают количество заболевших лиц.
   1. Профилактические рентгенологические исследования органов грудной клетки проводятся на рентгенофлюорографических аппаратах с использованием цифровых приемников изображения.
   2. Не подлежат профилактическим рентгенологическим исследованиям дети до достижения 14 лет и беременные женщины, а также пациенты и юноши призывного возраста, если они уже прошли профилактическое рентгенологическое исследование в течение года.
   3. При проведении профилактического рентгенологического обследования групп лиц с использованием ионизирующего излучения должна быть оптимизирована радиационная защита, и годовая эффективная доза излучения у участников ограничивается 1 мЗв.
   4. **Лица, осуществляющие уход за пациентами** 
      1. Лица, осуществляющие уход за пациентами в медицинской организации (за исключением персонала), при оказании помощи (поддержке) пациентам (например, престарелым, тяжелобольным или детям) во время проведения медицинских рентгенологических исследований могут подвергаться облучению.
      2. Лица, оказывающие помощь пациентам (тяжелобольным, детям и другим), не являющиеся персоналом рентгенорадиологических отделений, при выполнении медицинских рентгенологических процедур, не должны подвергаться облучению в дозе, превышающей 5 мЗв в год.
      3. Оптимизация радиационной защиты лиц, осуществляющих уход за пациентами в медицинской организации, включает: инструктаж и снабжение средствами индивидуальной защиты от излучения; применение методов, позволяющих избежать или уменьшить необходимость в поддержке пациентов (например, назначение седативных средств для длительных процедур); исключение из их числа детей и беременных женщин; выбор положения и защитных средств таким образом, чтобы облучение было на возможно достижимом низком уровне.
      4. Для лиц, многократно оказывающих помощь пациентам (тяжелобольным, детям и другим) при выполнении медицинских рентгенологических процедур, необходимо соблюдение ограничения облучения до 5 мЗв в год. До разработки специальной дозиметрической методики соблюдение ограничения облучения контролируется методом индивидуального дозиметрического контроля (пп. 10.12-10.20 Правил).
   5. **Проведение медицинских рентгенологических исследований в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур**
      1. Проведение медицинских рентгенологических исследований в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур требуют специального обоснования.
      2. Запрещается проведение медицинских рентгенологических исследований при заключении договоров о страховании здоровья.
      3. Если медицинские исследования с использованием рентгеновского излучения в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур в порядке исключения признаны обоснованными в установленном порядке, то при их проведении должна быть оптимизирована защита и годовая эффективная доза ограничена 1 мЗв.
      4. Соблюдение дозового ограничения 1 мЗв в год обеспечивается соответствующим планированием медицинских рентгенологических исследований с использованием методических указаний по контролю эффективных доз пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований.
   6. **Лица, добровольно участвующие в медико-биологических исследованиях**
      1. Медико-биологические исследования на добровольцах с использованием рентгеновского излучения требуют специального обоснования. Проведение исследований методом рентгеноскопии не допускается.
      2. Проведение медико-биологических исследований на добровольцах с использованием рентгеновского излучения разрешается федеральным органом исполнительной власти в сфере здравоохранения после рассмотрения связанных с ними научных и этических вопросов.
      3. Если медико-биологическое исследование на добровольцах с использованием рентгеновского излучения признано обоснованным в установленном порядке, то при его проведении должна быть оптимизирована защита, и годовая эффективная доза ограничена 1 мЗв.
      4. Соблюдение дозового ограничения 1 мЗв в год обеспечивается соответствующим планированием исследований с использованием методических указаний по контролю эффективных доз пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований.
2. **Производственный контроль**
   1. Производственный контроль за соблюдением санитарных правил (далее - производственный контроль) проводится юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями независимо от их подчиненности и формы собственности, осуществляющими медицинские рентгенологические процедуры с диагностической, профилактической, терапевтической или исследовательской целями
   2. Целью производственного контроля является обеспечение безопасности от воздействия радиационных и нерадиационных факторов, а также получение информации о дозах облучения персонала и пациентов для последующего анализа и проведения необходимых мероприятий по оптимизации их защиты.
   3. Производственный контроль включает:
   * Участие в разработке медико-технических заданий на проектирование и реконструкцию рентгеновских отделений и кабинетов.
   * Выполнение контроля за проектированием, строительством, реконструкцией и эксплуатацией рентгеновских кабинетов (отделений).
   * Наличие официально изданных санитарных правил, методов и методик контроля радиационных и нерадиационных факторов.
   * Организацию и проведение мероприятий по техническому совершенствованию службы лучевой диагностики, в том числе коррекцию заявок на аппаратуру и оборудование, расходные материалы.
   * Организацию и контроль медицинских осмотров, профессиональной подготовки и переподготовки лиц, работа которых связана с рентгеновским излучением
   * Выполнение (организацию) радиационного контроля
   * Выполнение (организацию) периодического контроля эксплуатационных параметров рентгеновского оборудования.
   * Выполнение (организацию) контроля за нерадиационными факторами.
   * Предотвращение и ликвидацию радиационных аварий
   * Выполнение (организацию) программ обеспечения качества
   1. Порядок проведения производственного контроля определяется с учетом особенностей и условий работ, выполняемых в кабинете (отделении) лучевой диагностики, должен являться составляющей частью программы производственного контроля медицинской организации.
   2. Производственный контроль обеспечения радиационной безопасности в рентгенорадиологических отделениях осуществляет служба радиационной безопасности (РБ) (ответственное лицо) медицинской организации или организация, аккредитованная для соответствующего вида деятельности в установленном порядке. Штаты и техническое оснащение службы РБ устанавливает администрация медицинской организации с учетом объема и характера работ с ИИИ.
   3. Порядок проведения производственного контроля за обеспечением радиационной безопасности при эксплуатации источников ионизирующего излучения разрабатывается с учетом:
   * видов и объема радиационного контроля;
   * перечня дозиметрической аппаратуры;
   * перечня контролируемых помещений и точки измерений;
   * перечня радиологических показателей контроля;
   * перечня нерадиационных нормируемых факторов.

**Радиационный контроль**

* 1. Целью радиационного контроля является получение информации об индивидуальных и коллективных дозах у персонала и пациентов, а также о показателях, характеризующих радиационную обстановку в помещениях отделений лучевой диагностики, на рабочих местах персонала, в смежных помещениях и на территории медицинской организации, с целью проверки их соответствия требованиям санитарного законодательства. Все виды радиационного контроля проводится аккредитованными организациями по утвержденным методикам.
  2. Радиационный контроль включает:
  + измерение мощности дозы рентгеновского излучения на рабочих местах медицинских работников (персонал группы А и Б), в помещениях и на территориях, смежных с процедурной рентгеновского кабинета (Приложение № 8 к Правилам). Проводится планово (1 раз в 2 года) и внепланово (при изменении условий эксплуатации помещений или рентгеновского оборудования);
  + индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы А. Проводится постоянно с регистрацией результатов измерений не реже, чем один раз в квартал;
  + индивидуальный дозиметрический контроль медицинского персонала группы А или Б, периодически участвующего (хирурги, анестезиологи и другие) в проведении специальных медицинских рентгенологических исследований;
  + измерение радиационного выхода рентгеновского аппарата для целей определения дозы, полученной пациентами;
  + контроль эффективной дозы пациентов. Проводится постоянно при каждом медицинском рентгенологическом исследовании с регистрацией полученных эффективных доз в соответствии с действующими методическими документами;
  + контроль технического состояния и защитной эффективности передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты. Проводится один раз в два года.
  1. Состав, объем, периодичность, конкретные точки радиационного контроля и контрольные уровни устанавливает организация по согласованию с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
  2. Радиационный контроль проводится как в плановом порядке, так и внепланово в случаях изменения установленных технологических процессов с оповещением органов, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, при наличии подозрений на нарушения технологии работы с ИИИ и при аварийных ситуациях.
  3. При проведении радиационного, в том числе дозиметрического, контроля используют средства измерений, пригодные для соответствующих измерений, с основной погрешностью не более 30% при доверительной вероятности 0,95, внесенные в государственный реестр средств измерений и имеющие действующее свидетельство о поверке.

**Контроль индивидуальных доз медицинских работников (персонала группы А или Б)**

* 1. Индивидуальные дозы медицинских работников рентгеновских кабинетов (персонала группы А), а также медицинских работников (хирурги, анестезиологи, медицинские сестры и другой персонал группы А или Б), периодически участвующих в проведении медицинских рентгенологических исследований, измеряют с помощью индивидуальных дозиметров, калиброванных в единицах индивидуального эквивалента дозы (Нр(10)). Измерения проводят в соответствии c утвержденными методиками со сменой дозиметров и регистрацией результатов измерений не реже, чем один раз в квартал.
  2. У медицинских работников, проводящих интервенционные рентгенологические исследования, кроме эффективной дозы определяют:
  + эквивалентную дозу в хрусталике глаза с помощью дозиметров, калиброванных в единицах Нр (3);
  + эквивалентную дозу в коже кистей рук с помощью дозиметров, калиброванных в единицах Нр (0,07).
  1. Следует контролировать облучение кожи кистей рук, когда ожидается, что максимальная доза на кожу рук может в десять и более раз превышать эффективную дозу, а также при первичном установлении уровней облучения медицинских работников и освоении новых методик или режимов проведения интервенционных рентгенологических исследований.
  2. Медицинские работники, выполняющие интервенционные рентгенологические исследования, из-за близкого расположения к источнику излучения и наличия средств индивидуальной защиты подвергаются неравномерному облучению, что накладывает особенности на проведение у них индивидуального дозиметрического контроля (ИДК). Для корректной оценки значения эффективной дозы члены рентгенохирургической бригады должны носить два индивидуальных дозиметра: один – над защитным фартуком на воротнике халата или на шапочке, другой – на груди под защитным фартуком.
  3. При выполнении интервенционных рентгенологических исследований проводится оперативный контроль уровней облучения медицинских работников. Для оценки дозы за одну процедуру нормированные значения дозы рассеянного излучения в местах расположения медицинских работников умножают на значение произведения дозы на площадь за процедуру. В дальнейшем эти значения используют для оптимизации условий проведения интервенционных рентгенологических процедур.
  4. Полученное по результатам ИДК значение годовой эффективной дозы сравнивают с основными пределами дозы для лиц соответствующих категорий и с контрольными уровнями дозы. В случае превышения основного предела дозы излучения ситуация расследуется и нарушение устраняется.
  5. Квартальные и годовые дозы персонала фиксируются в карточке учета (базе данных) индивидуальных доз. Копия карточки хранится в медицинской организации в течение 50 лет после увольнения персонала. В случае изменения места работы карточка учета доз работника передается на новое место работы. Данные о дозах у прикомандированных лиц сообщаются по месту работы. Работнику предоставляется полная информация о полученных им дозах профессионального облучения (в соответствии с подпунктом 3.13.7 ОСПОРБ-99/2020).
  6. В случае совместительства персонала предел дозы действует для суммарной лучевой нагрузки, полученной на всех местах работы. Доза должна регистрироваться по каждому фактическому месту работы с занесением в индивидуальную карточку учета доз.
  7. Ежегодно в утвержденные сроки администрация медицинской организации предоставляет в установленном порядке сведения о дозах у персонала рентгеновских кабинетов в условиях нормальной эксплуатации и при радиационной аварии в соответствии с формами федерального государственного статистического наблюдения за индивидуальными дозами граждан 1-ДОЗ «Сведения о дозах облучения лиц из персонала в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующих излучений» и 2-ДОЗ «Сведения о дозах облучения лиц из персонала в условиях радиационной аварии или планируемого повышенного облучения, а также лиц из населения, подвергшегося аварийному облучению» (ЕСКИД).

**Контроль доз облучения пациентов**

* 1. При проведении медицинских рентгенорадиологических исследований у пациентов должны определяться эффективные дозы на основе измеряемых величин с использованием поверенных средств измерений по утвержденным методикам:
  + при рентгенорадиологических рентгенографических процедурах по результатам измерения произведения дозы на площадь, входной дозы или значения радиационного выхода рентгеновского аппарата и значения мАс;
  + при рентгеноскопии по результатам измерения произведения дозы на площадь;
  + при интервенционных рентгенорадиологических исследованиях, по результатам измерения произведения дозы на площадь; а также максимальные поглощенные дозы в коже, если измеренное произведение дозы на площадь выше значения, указанного в таблице 2;
  + при компьютерно-томографических исследованиях, по результатам измерения произведения дозы на длину сканирования;
  1. Эффективная доза пациента заносится в «Лист учёта доз пациента при рентгенорадиологических исследованиях», который вклеивается в медицинскую карту пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях, медицинскую карту стационарного больного или историю развития ребенка, и регистрируется в «Журнале учета рентгенорадиологических исследований». Данная информация сохраняется в медицинских организациях в течение установленного срока хранения медицинской документации. Допускается вести учет доз пациентов с использованием электронных систем документооборота.
  2. При выписке пациента из медицинской организации, оказывающей медицинскую помощь в стационарных условиях, результаты проведенных медицинских рентгенорадиологических исследований заносятся в выписку из истории болезни с указанием эффективной дозы, которая переносится в лист учета доз медицинской карты амбулаторного больного или историю развития ребёнка. Данные об эффективных дозах пациентов, обследованных в медицинских организациях, оказывающих специализированные виды помощи (противотуберкулезный диспансер и другие), передаются в медицинскую организацию по месту жительства для занесения в лист учёта доз медицинской карты амбулаторного больного или историю развития ребёнка. Результаты измерений (расчетов) и описания использованного дозиметрического оборудования и методик предоставляются по запросам органов, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
  3. Сведения об эффективных дозах пациентов, определенных по утвержденным методикам, ежегодно представляются администрацией медицинской организации по статистической медицинской форме 3-ДОЗ «Сведения о дозах облучения пациентов при проведении медицинских рентгенорадиологических исследований» (ЕСКИД) в установленном порядке.

**Предотвращение и ликвидация радиационных аварий в рентгеновской диагностике**

* 1. Аварийная ситуация при проведении рентгенорадиологических исследований может быть вызвана неисправностью оборудования, неправильными действиями персонала, стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению персонала или населения выше основного предела годовой дозы, установленного Правилами, либо к облучению пациентов дозой, значительно отличающейся от величины, предписанной врачом или ожидаемой по предварительной оценке с учетом стандартных условий проведения указанной процедуры. К аварийным ситуациям может также привести не узаконенное установленным порядком обращение (хранение, эксплуатация и другое) с медицинскими рентгеновскими аппаратами.
  2. Необходимо предпринимать все надлежащие меры для снижения вероятности и масштабов аварийной ситуации (облучения персонала и пациентов) с учетом социальных и экономических факторов. Основные усилия по предупреждению аварий должны быть сконцентрированы на аппаратах для рентгенотерапии, интервенционных исследований и компьютерной томографии с возможностью болюсного контрастирования как потенциальных источниках высоких доз у пациентов и персонала.
  3. Для предотвращения аварийных ситуаций должны предприниматься следующие профилактические мероприятия:
  + проверка исправности используемого оборудования и правильности применяемых методик (часть программы контроля качества);
  + повышение квалификации и обучение персонала распознаванию потенциальных нарушений в работе оборудования и технологии проведения процедур;
  + разработка инструкции по ликвидации радиационных аварий и плана мероприятий по защите персонала и населения, согласованных с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор;
  + разбор и детальный анализ имевших ранее место радиационных аварий и действий персонала по их ликвидации;
  + контроль знаний персонала, в том числе в вопросах ликвидации аварийных и нештатных ситуаций.
  1. Рентгеновские кабинеты должны быть обеспечены средствами по ликвидации последствий аварийных и нештатных ситуаций и оказанию первой помощи:
  + инструкцией по действиям персонала в случае возникновения радиационных аварий и нештатных ситуаций, утвержденной администрацией учреждения (ОСПОРБ-99/2020);
  + комплектом оборудования для ликвидации пожара (огнетушитель и др.);
  + комплектом для оказания первой помощи.
  1. Инструкции должны содержать следующие положения:
  + характеристику возможных аварийных ситуаций;
  + порядок ликвидации аварийной ситуации и перечень мер по защите персонала при выполнении аварийных работ;
  + систему лечебно-профилактических мероприятий в случае переоблучения персонала или пациента;
  + перечень и порядок действий при нерадиационной аварийной ситуации (пожар, удар электрическим током и другие);
  + план мероприятий по защите пациентов и персонала при аварийных ситуациях (ОСПОРБ-99/2020);
  + порядок информирования о возникновении и протекании радиационной аварии и нештатной ситуации;
  + план подготовки и обучения персонала действиям в аварийных ситуациях.
  1. В случае аварийного облучения пациента или персонала должны быть приняты все необходимые и возможные меры для смягчения его последствий и извлечения уроков, чтобы уменьшить вероятность подобных событий в будущем.
  2. Расследование случаев аварийного облучения включает следующие действия:
  + информирование администрации медицинской организации, органа, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, лечащего врача и пациента о происшедшем случае аварийного облучения (ОСПОРБ-99/2020);
  + оценка дозы, полученной пациентом и другими облученными лицами, ее распределение в теле, запись результатов в картах учета доз и регистрационном журнале;
  + определение причин аварийного облучения и разработка мер по устранению недостатков для предупреждения повторения подобных случаев;
  + устранение выявленных недостатков, находящихся в сфере ответственности медицинской организации;
  + составление письменного отчета о расследовании случая аварийного облучения, содержащего информацию по всем подпунктам пункта 10.31 Правил, а также иную информацию, запрашиваемую органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, здравоохранения или правоохранительными органами. Предоставление информации в радиационно-гигиенический паспорт и в форму №2-ДОЗ «Сведения о дозах облучения лиц из персонала в условиях радиационной аварии или планируемого повышенного облучения» в соответствии с Правилами.

**Обеспечение качества**

* 1. Программа обеспечения качества является обязательной частью производственного радиационного контроля в медицинской организации.
  2. Программа обеспечения качества рентгеновских исследований направлена на то, чтобы работа оборудования и методики выполнения исследований удовлетворяли установленным медико-техническим требованиям, и включает в себя:
  + контроль обоснованности назначения исследования (на основании истории болезни пациента, клинических показаний, результатов предшествующих диагностических исследований и противопоказаний);
  + наличие инструкций проведения исследований, их регистрации, включая данные о дозах пациентов;
  + подготовку пациента (идентификация, информирование о процедуре, и подготовке к ней);
  + выбор оптимального режима проведения рентгеновских исследований как компромисс между хорошим качеством изображения и низкими дозами облучения у пациентов;
  + контроль методик проведения диагностической процедуры (протоколов сбора и обработки данных, оптимизации исследования, оценки дозы излучения у пациентов);
  + контроль качества работы оборудования; характеристики оборудования и их поддержание на установленных технической документацией уровнях, контроль эксплуатационных параметров;
  + анализ полученных данных: протокол обработки данных, характеристики оборудования, точность и полнота данных;
  + оценку качества изображения в рентгенодиагностике и качества лечения в рентгенотерапии;
  + подготовка и повышение квалификации персонала;
  + обучение и повышение квалификации персонала по вопросам радиационной безопасности;
  + мероприятия по устранению выявленных нарушений;
  + совершенствование ПОК на основе анализа её текущего выполнения.
  1. Ответственным за разработку и выполнение программы обеспечения качества является администрация медицинской организации.
  2. Обеспечение качества диагностики поддерживается наличием штата квалифицированного персонала всех необходимых специальностей, их регулярной переподготовкой, обучением новым технологиям и повышением квалификации в области радиационной безопасности.

**Приложение 1**

**МИНИМАЛЬНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕДИЦИНСКИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕНТГЕНОВСКИХ АППАРАТОВ, КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРИЕМОЧНЫХ И ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемый параметр или характеристика\* | Тип рентгеновского аппарата | | | | | | Периодичность контроля | | |
| Стационарные и передвижные аппараты:  -общедиагностические;  -хирургические;  -ангиографические;  -урологические и др. | Флюорографический | Маммографический | Дентальный | Компьютерный томограф | Остеоденситометр | Персонал кабинета | Аккредитованная испытательная лаборатория | Обслуживающая организация |
| 1 | Наличие сигнализации при суммарном времени облучения, превышающем 5 мин (рентгеноскопия) | + |  |  |  |  |  | При каждом исследовании | 1 раз в 2 года | Согласно техническому регламенту, изложенному в технической документации на аппарат |
| 2 | Фильтрация пучка рентгеновского излучения | + | + | + | + | + | + | - | 1 раз в 2 года |
| 3 | Качество излучения (слой половинного ослабления) | + | + | + | + | + | + | - | 1 раз в 2 года |
| 4 | Воспроизводимость либо повторяемость дозы излучения | + | + | + | + | + | + | - | 1 раз в 2 года |
| 5 | Точность установки анодного напряжения | + | + | + | + | + | + | - | 1 раз в 2 года |
| 6 | Точность установки длительности экспозиции или количества электричества | + | + | + | + |  |  | - | 1 раз в 2 года |
| 7 | Линейность изменения дозы излучения при изменении длительности экспозиции, либо тока, либо количества электричества произведения тока на время | + | + | + | + | + | + | - | 1 раз в 2 года |
| 8 | Совпадение светового и рентгеновского полей излучения | + | + |  |  |  |  | - | 1 раз в 2 года |
| 9 | Радиационная защита рентгеновского излучателя (утечки излучения) | + | + | + | + |  | + | - | 1 раз в 2 года |
| 10 | Радиационный выход рентгеновского излучателя | + | + | + | + |  |  | - | 1 раз в 2 года |
| 11 | Ширина единичного среза и шаг сканирования |  |  |  |  | + |  | - | 1 раз в 2 года |
| 12 | Точность позиционирования стола пациента |  |  |  |  | + |  | - | 1 раз в 2 года |
| 13 | Геометрическая эффективность для оценки коллимации аппарата |  |  |  |  | + |  | - | 1 раз в 2 года |
| 12 | Компьютерный томографический индекс дозы и произведение дозы на длину сканирования |  |  |  |  | + |  | - | 1 раз в 2 года |
| 13 | Наличие средств определения дозы у пациентов | + | + | + | + | + | + | - | 1 раз в 2 года |
|  | Однородность изображения |  |  |  |  | + |  | - | 1 раз в 2 года |
| 14 | Пространственная разрешающая способность | +\*\* (цифровой или с УРИ) | + (цифровой) | + (цифровой) | +  (цифровой) | + |  | - | 1 раз в 2 года |
|  | Среднее число КТ-единиц |  |  |  |  | + |  | - | 1 раз в 2 года |  |
| 15 | Контрастная чувствительность | +\*\* (цифровой или с УРИ) | +  (цифровой) | + (цифровой) | +  (цифровой) |  |  | - | 1 раз в 2 года |  |
| 16 | Сигнализация включения анодного напряжения: | + | + | + | + | + | + | При каждом исследовании | 1 раз в 2 года |  |

*Примечание:* \* в пользовательском режиме аппарата должен быть доступ ко всем протоколам проведения исследований, необходимым для контроля перечисленных параметров.

\*\*режим работы аппарата рентгеноскопия и/или рентгенография (в том числе импульсная) с возможностью получения аналогового или цифрового изображения (в том числе, с применением CR систем) на экране ТВ системы и/или мониторе АРМ

**Приложение 2**

**ТРЕБОВАНИЯ К ВЫДАЧЕ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ НА УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Для оценки соответствия требованиям санитарных правил условий работы с ИИИ в целях дальнейшей выдачи санитарно-эпидемиологического заключения представляются следующие документы:

1. Проектная документация на размещение рентгенорадиологического оборудования.
2. Техническая документация на ИИИ (технический паспорт производителя и руководство по эксплуатации на русском языке).
3. Регистрационное удостоверение на рентгеновское оборудование.
4. Акты монтажных работ и ввода в эксплуатацию рентгенорадиологического оборудования; лицензия организации, осуществляющей монтаж и ввод в эксплуатацию; акты освидетельствования скрытых работ.
5. Приказ руководителя организации о назначении ответственных лиц за обеспечение радиационной безопасностии за радиационный контроль.
6. Приказ руководителя организации об отнесении персонала к группе А и Б и допуске к работам с ИИИ.
7. Документы об обучении по вопросам радиационной безопасности лица, ответственного за радиационную безопасность (РБ) и производственный радиационный контроль (ПРК) на специализированных курсах по вопросам радиационной безопасности за последние 5 лет.
8. Документы об обучении по вопросам радиационной безопасности персонала подразделения лучевой диагностики, работающего с ИИИ.
9. Результаты медицинского осмотра персонала в специализированной медицинской организации, имеющей лицензию на проведение профосмотров, за последний год и наличие медицинского допуска к работам с ИИИ.
10. Инструкция по РБ при проведении работ с ИИИ, утвержденная администрацией организации.
11. Инструкция по действию персонала в аварийных ситуациях, утвержденная администрацией организации и согласованная с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
12. Положение о порядке проведения производственного контроля за радиационной безопасностью, контрольные уровни, карта-схема точек радиационного контроля, согласованные с органами, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
13. Перечень возможных радиационных аварий и план мероприятий по защите персонала при их ликвидации, утвержденный администрацией организации и согласованный с органами, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор .
14. Документы, подтверждающие организацию индивидуального дозиметрического контроля персонала группы А. Карточки учета индивидуальных доз облучения персонала.
15. Должностные инструкции сотрудников подразделения.
16. Свидетельства о поверке средств радиационного контроля.
17. Протоколы проверки защитной эффективности средств индивидуальной радиационной защиты, выполненные организацией, аккредитованной в установленном порядке.
18. Результаты испытаний электрической безопасности, выполненные организацией, аккредитованной в установленном порядке
19. Протоколы проверки вентиляции (общей и местной): контроля кратности воздухообмена и других параметров нерадиационных факторов в рентгеновском кабинете (параметров микроклимата, освещенность и др.), выполненные аккредитованной лабораторией.
20. Перечень методик работ с ИИИ.
21. Журналы инструктажа по радиационной безопасности, общего дозиметрического контроля, индивидуального дозиметрического контроля. .

**Приложение 3**

**СОСТАВ И ПЛОЩАДИ ПОМЕЩЕНИЙ РЕНТГЕНОВСКИХ КАБИНЕТОВ**

Таблица 1

**Площадь процедурной с разными рентгеновскими аппаратами**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Рентгеновский аппарат | Площадь, кв. м (не менее) | |
| предусматривается использование каталки | не предусматривается использование каталки |
| Рентгенодиагностический комплекс (РДК) с полным набором штативов (ПСШ, стол снимков, стойка снимков, штатив снимков) | 45 | 40 |
| РДК с ПСШ, стойкой снимков, штативом снимков | 34 | 26 |
| РДК с ПСШ и универсальной стойкой-штативом, рентгенодиагностический аппарат с цифровой обработкой изображения | 34 | 26 |
| РДК с ПСШ, имеющим дистанционное управление | 24 | 16 |
| Аппарат для рентгенодиагностики методом рентгенографии (стол снимков, стойка для снимков, штатив снимков) | 16 | 16 |
| Аппарат для рентгенодиагностики с универсальной стойкой-штативом | 24 | 14 |
| Аппарат для близкодистанционной рентгенотерапии | 24 | 16 |
| Аппарат для дальнедистанционной рентгенотерапии | 24 | 20 |
| Аппарат для маммографии |  | 6 |
| Аппарат для остеоденситометрии |  | 8 |

Таблица 2

**Состав и площади помещений рентгенодиагностического кабинета**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование помещения | Площадь, кв. м (не менее) |
| 1 | 2 |
| Общие помещения отделения (кабинета) | |
| 1 | 2 |
| 1. Кабинет заведующего отделением | 12 |
| 2. Комната персонала | 10 (+3,5 кв. м на каждого дополнительного сотрудника) |
| 3. Комната просмотра результатов (снимков) | 6 |
| 4. Кабина для приготовления бария | 3 |
| 5. Ожидальная | 6 |
| 6. Материальная | 8 |
| 7. Кладовая запасных частей | 6 |
| 8. Кладовая предметов уборки | 3 |
| 9. Помещение временного хранения рентгеновской пленки (не более 100 кг) | 6 |
| 10. Комната личной гигиены персонала | 3 |
| 11. Уборные для персонала и пациентов | 3 на одну кабину |
| 12. Компьютерная | 12 |
| 13. Инженерная | 12 |
| Кабинет рентгенодиагностики | |
| 1.Флюорографический кабинет для массовых обследований |  |
| - процедурная | 14 |
| - раздевальная | 6 |
| - ожидальная | 6 |
| - фотолаборатория <2> | 6 |
| - комната персонала | 9 |
| 2. Флюорографический кабинет для диагностических снимков |  |
| - процедурная | 14 |
| - комната управления (при отсутствии защитной кабины) | 6 |
| - фотолаборатория <2> | 6 |
| - кабина для раздевания <1> | 3 |
| - кабинет врача (для аппаратов с цифровой обработкой изображения) | 9 |
| 3.Кабинет рентгенодиагностики методом рентгеноскопии и рентгенографии (1, 2 и 3 р.м.) |  |
| - процедурная 1 | по табл. 1 |
| - процедурная 2 | по табл. 1 |
| - комната управления | 6 |
| - кабина для раздевания <1> | 3 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - кабинет врача | 9 |
| 4.Кабинет рентгенодиагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта (1 р.м.) |  |
| - процедурная | по [табл. 1](#Par938) |
| - комната управления | 6 |
| - фотолаборатория | 8 |
| - уборная для пациентов | 3 |
| - кабина для раздевания с кушеткой <1> | 4 |
| - кабинет врача | 9 |
| 5.Кабинет рентгенодиагностики методом рентгенографии и/или томографии (1, 2 и 3 р.м.) |  |
| - процедурная 1 | по [табл. 1](#Par938) |
| - комната управления | 6 |
| - кабина для раздевания <1> | 3 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - комната персонала | 9 |
| 6.Кабинет рентгенодиагностики заболеваний молочной железы методом маммографии |  |
| - процедурная | 6 |
| - процедурная спец. методов  (при необходимости) | 8 |
| - кабина для раздевания <1> | 3 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - кабинет врача | 9 |
| 7.Кабинет рентгенодиагностики заболеваний мочеполовой системы (урологический) |  |
| - процедурная со сливом | по [табл. 1](#Par938) |
| - комната управления | 6 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - кабина для раздевания с кушеткой <1> | 4 |
| - кабинет врача | 9 |
| 8. Кабинет (бокс) рентгенодиагностики инфекционных отделений |  |
| - тамбур при входе в бокс (шлюз при входе в бокс) | 1,5 |
| - ожидальная | 6 |
| - уборная при ожидальной | 3 |
| - процедурная | по [табл. 1](#Par938) |
| - комната управления | 6 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - кабинет врача | 9 |
| 9.Рентгеностоматологический кабинет с дентальным аппаратом для интраоральной рентгенографии, работающим с пленочным приемником изображения, без стоматологической установки  - процедурная  - фотолаборатория | 6  6 |
| 10.Рентгеностоматологический кабинет с дентальным аппаратом для интраоральной рентгенографии, работающим с высокочувствительным пленочным приемником изображения, не требующим проявки в лаборатории и/или цифровым приемником изображения, в том числе с радиовизиографом (без стоматологической установки)  - процедурная | 8 |
| 11.Рентгеностоматологический кабинет с панорамным ренгеновским аппаратом с функцией (без функции) конусно-лучевой компьютерной томографии  - процедурная  - комната управления (может отсутствовать при использовании аппаратов, укомплектованных средствами защиты рабочих мест персонала)  - фотолаборатория <2> | 8  6  8 |
| 12.Кабинет топометрии (планирования лучевой терапии) |  |
| - процедурная | по [табл. 1](#Par938) |
| - комната управления | 6 |
| - кабина для приготовления бария | 3 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - кабинет врача | 9 |
| - уборная | 3 |
| Рентгенооперационный блок | |
| 1. Блок диагностики заболеваний сердца и сосудов |  |
| - рентгенооперационная | 48 |
| - комната управления | 8 |
| - предоперационная | 6 |
| - стерилизационная <1> | 8 |
| - комната временного пребывания больного после исследования <1> | 8 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - кабинет врача | 9 |
| 2.Блок для диагностики заболеваний легких и средостения |  |
| - рентгенооперационная | 32 |
| - комната управления | 8 |
| - предоперационная | 6 |
| - стерилизационная <1> | 6 |
| - цитологической диагностики <1> | 6 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - комната просмотра снимков <1> | 6 |
| - кабинет врача | 9 |
| - комната медсестер <1> | 13 |
| - комната личной гигиены персонала <1> | 4 |
| - комната хранения грязного белья <1> | 4 |
| 3. Блок диагностики заболеваний урогенитальной системы |  |
| - рентгенооперационная | 26 |
| - комната управления | 6 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - кабинет врача | 9 |
| - комната приготовления контрастных средств <1> | 5 |
| - уборная для пациентов | 3 |
| 4. Блок диагностики заболеваний репродуктивных органов (молочной железы) |  |
| - рентгенооперационная | 8 |
| - комната управления | 4 |
| - фотолаборатория <2> | 6 |
| - кабинет врача | 9 |
| Кабинет рентгеновской компьютерной томографии | |
| 1. Кабинет РКТ для исследования головы |  |
| - процедурная | 18 |
| - комната управления | 7 |
| - генераторная/компьютерная | 8 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - кабинет врача | 9 |
| 2. Кабинет РКТ для рутинного исследования |  |
| - процедурная | 22 |
| - комната управления | 8 |
| - генераторная/компьютерная | 8 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - кабинет врача | 9 |
| - кабина для раздевания | 4 |
| - просмотровая | 6 |
| 3.Кабинет РКТ для рентгенохирургических исследований |  |
| - процедурная | 36 |
| - предоперационная | 7 |
| - комната управления | 10 |
| - генераторная/компьютерная | 8 |
| - фотолаборатория <2> | 8 |
| - кабинет врача | 9 |
| - просмотровая | 10 |
| - комната приготовления контрастных средств | 5 |
| - уборная для пациентов | 3 |
| - комната медперсонала | 12 |
| - комната инженеров | 12 |

--------------------------------

<1> Необязательно.

<2> Не нужны при использовании аппаратов для цифровой рентгенографии и флюорографии.

Таблица 3

**Состав и площадь помещений кабинета рентгенотерапии**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование помещения | Площадь, кв. м (не менее) |
| 1. Кабинет близкодистанционной рентгенотерапии |  |
| - процедурная с 2 - 3 излучателями | 16 |
| - процедурная с 1 излучателем | 12 |
| - комната управления | 9 |
| - кабинет врача (смотровая) | 10 |
| - ожидальная | 6 |
| 2. Кабинет дальнедистанционной рентгенотерапии |  |
| - процедурная | 20 |
| - комната управления | 9 |
| - кабинет врача (смотровая) | 10 |
| - ожидальная | 6 |

Примечание. Использование помещений меньшей площади или сокращенного набора помещений возможно в случаях, когда применяемое оборудование, организация работ, численность персонала и др. обеспечивают соблюдение общегигиенических требований (микроклимат, бактериальная обсемененность, санитарно-эпидемиологический режим и т.д.).

**Приложение 4**

**ИНФОРМАЦИЯ, КОТОРАЯ ДОЛЖНА БЫТЬ ПРИВЕДЕНА В КОНТРОЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ЖУРНАЛЕ\***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата, время | Замечания персонала и решение по дальнейшей эксплуатации | Вид неисправности, способ устранения | Возможность и условия эксплуатации | Подпись техника, дата |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

*Примечание:* \*Первые два столбца журнала заполняются персоналом рентгеновского кабинета, остальные – специалистом, осуществляющим сервисное обслуживание установленной в кабинете аппаратуры.

**Приложение 5**

**НОМЕНКЛАТУРА ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Средство радиационной защиты\* | Вид рентгенорадиологического исследования/процедуры | | | | | | | | |
| Флюорография | Рентгеноскопия | Рентгенография | Урография | Маммография, денситометрия | Интервенционные исследования | Рентгеностоматология | Рентгенотерапия | РКТ |
| Большая защитная ширма/флюорография\*\* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1\*\*\* |  |  |
| Малая защитная ширма |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  |  |  |
| Фартук защитный односторонний |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  | 1 |  |
| Фартук защитный двусторонний |  |  |  | 1 |  | 1 |  |  |  |
| Фартук защитный стоматологический |  |  |  |  |  |  | 1\*\*\* |  |  |
| Воротник защитный | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1\*\*\* |  | 1 |
| Жилет защитный с юбкой защитной |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| Передник для защиты гонад или юбка защитная | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1\*\*\* |  |  |
| Пластины ограничительные |  | 1 | 1 | 1 |  | 1 |  | 1 |  |
| Шапочка защитная |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  |  |  |
| Очки защитные |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  |  |  |
| Перчатки защитные |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  |  |  |
| Набор защитных пластин |  |  | 1 | 1 |  | 1 |  | 1 |  |

*Примечание: \**в зависимости от принятой медицинской технологии разрешается применять другие средства радиационной защиты. В кабинете рентгеновской компьютерной томографии для защиты пациента применяются специальные конструкции. В детских медицинских организациях должен быть комплект детских средств защиты. При работе с дентальными рентгеновскими аппаратами с высокочувствительными приемниками изображения допускается использование рентгенозащитных штор вместо ширмы.

\*\* для флюорографических аппаратов без рентгенозащитной кабины.

\*\*\*из расчета на 1 рентгеновский аппарат.

**Приложение 6**

**ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРВИЧНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Таблица 1

**Свинцовые эквиваленты защиты (мм) в зависимости от кратности ослабления К рентгеновского излучения**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| К,  отн. ед. | В диагностическом диапазоне напряжений на рентгеновской трубке (общая фильтрация 3-5 мм Al) | | | | 200 кВ,  фильтрация  3 мм Al | 250 кВ,  фильтрация  0,5 мм Cu |
| 50 кВ | 75 кВ | 100 кВ | 150 кВ |
| Толщина защиты из свинца, мм | | | | | |
| 3 | 0,03 | 0,05 | 0,09 | 0,18 | 0,15 | 0,25 |
| 5 | 0,05 | 0,09 | 0,15 | 0,28 | 0,25 | 0,42 |
| 10 | 0,08 | 0,15 | 0,27 | 0,43 | 0,45 | 0,74 |
| 30 | 0,14 | 0,29 | 0,53 | 0,72 | 0,88 | 1,45 |
| 50 | 0,16 | 0,37 | 0,67 | 0,87 | 1,12 | 1,86 |
| 100 | 0,21 | 0,48 | 0,89 | 1,09 | 1,49 | 2,48 |
| 300 | 0,28 | 0,68 | 1,28 | 1,49 | 2,15 | 3,56 |
| 500 | 0,32 | 0,78 | 1,48 | 1,69 | 2,47 | 4,09 |
| 1000 | 0,37 | 0,92 | 1,74 | 1,98 | 2,91 | 4,83 |
| 3000 | 0,47 | 1,15 | 2,17 | 2,46 | 3,63 | 6,02 |
| 5000 | 0,51 | 1,26 | 2,37 | 2,70 | 3,96 | 6,57 |
| 10000 | 0,58 | 1,40 | 2,65 | 3,04 | 4,42 | 7,34 |
| 30000 | 0,68 | 1,64 | 3,09 | 3,59 | 5,15 | 8,55 |
| 50000 | 0,73 | 1,75 | 3,29 | 3,85 | 5,50 | 9,11 |
| 100000 | 0,80 | 1,90 | 3,57 | 4,21 | 5,96 | 9,88 |
| 300000 | 0,92 | 2,13 | 4,01 | 4,80 | 6,69 | 11,1 |
| 500 000 | 0,97 | 2,24 | 4,21 | 5,08 | 7,03 | 11,7 |
| 1 000 000 | 1,05 | 2,39 | 4,49 | 5,46 | 7,49 | 12,4 |
| 3 000 000 | 1,17 | 2,62 | 4,93 | 6,06 | 8,23 | 13,7 |
| 5 000 000 | 1,22 | 2,73 | 5,13 | 6,35 | 8,57 | 14,2 |
| 10 000 000 | 1,30 | 2,88 | 5,41 | 6,73 | 9,03 | 15,0 |
| 30 000 000 | 1,42 | 3,12 | 5,85 | 7,35 | 9,77 | 16,2 |
| 100 000 000 | 1,56 | 3,38 | 6,33 | 8,03 | 10,6 | 17,5 |
| 300 000 000 | 1,68 | 3,61 | 6,77 | 8,65 | 11,3 | 18,8 |
| 1000000000 | 1,82 | 3,87 | 7,25 | 9,33 | 12,1 | 20,1 |

Таблица 2

**Свинцовые эквиваленты строительных материалов, используемых для защиты от рентгеновского излучения\***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал | Плотность, г см-3 | Толщина свинца, мм | Эквивалентная толщина материала (мм) в диагностическом диапазоне напряжений на рентгеновской трубке  (общая фильтрация 3-5 мм Al) | | | | | | 200 кВ,  фильтрация 2 мм Al | 250 кВ,  фильтрация 0,5 мм Cu |
| 50 кВ | 75 кВ | 100 кВ | 150 кВ | | |
| Сталь | 7,4 | 0,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | | | 3,2 | 3,4 |
| 0,4 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 3,8 | | | 7,6 | 8 |
| 0,6 | 3,5 | 4,0 | 4,1 | 7 | | | 13 | 12 |
| 0,8 | 5 | 5 | 6 | 10 | | | 27 | 20 |
| 1 | 6 | 7 | 7 | 13 | | | 40 | 28 |
| 2 | 11 | 15 | 14 | 30 | | | 55 | 35 |
| 6 | 30 | 47 | 44 | 82 | | | 80 | 48 |
| 8 | 40 | 63 | 58 | 106 | | | 108 | 60 |
| 10 | 49 | 79 | 73 | 129 | | | 140 | 75 |
|  | | | | | | | | | | |
| Бетон | 2,4 | 0,2 | 24 | 20 | 20 | 18 | | | 85 | 60 |
| 0,5 | 54 | 45 | 41 | 54 | | | 150 | 95 |
| 1 | 101 | 88 | 70 | 106 | | | 210 | 125 |
| 2 | 197 | 182 | 129 | 188 | | | 275 | 150 |
| 3 | 295 | 278 | 190 | 255 | | | 400 | 210 |
| 4 | 392 | 376 | 252 | 315 | | | 540 | 260 |
| 6 | 587 | 570 | 379 | 429 | | | 670 | 300 |
| 8 | 782 | 765 | 507 | 539 | | | 85 | 60 |
| 10 | 977 | 959 | 634 | 648 | | | 150 | 95 |
|  | | | | | | | | | | |
| Кирпич полнотелый | 1,7 | 0,2 | 31 | 301 | 26 | 282 | | - | | - |
| 0,5 | 71 | 691 | 55 | 712 | | 76 | | 68 |
| 1 | 124 | 1251 | 92 | 1272 | | 130 | | 120 |
| 2 | 222 | 2321 | 154 | 2172 | | 230 | | 190 |
| 3 | 318 | 3391 | 213 | 2982 | | 310 | | 250 |
| 4 | 414 | 4451 | 272 | 3762 | | 370 | | 300 |
| 6 | 605 | 6571 | 388 | 5312 | | 490 | | 390 |
| 8 | 796 | 8691 | 505 | 6862 | | 600 | | 470 |
| 10 | 987 | 10811 | 622 | 8402 | | - | | 540 |
|  | | | | | | | | | | |
| Гипсокартон | 0,71 | 0,05 | 16 | 16 | 16 | 12 | | | - | - |
| 0,1 | 33 | 32 | 31 | 25 | | | - | - |
| 0,2 | 67 | 62 | 60 | 54 | | | 62 | 60 |
| 0,4 | 130 | 117 | 110 | 121 | | | 110 | 105 |
| 0,6 | 185 | 168 | 155 | 189 | | | 155 | 145 |
| 0,8 | 236 | 216 | 196 | 253 | | | 200 | 180 |
| 1 | 285 | 263 | 235 | 314 | | | 240 | 220 |
| 2 | 516 | 491 | 414 | 567 | | | - | - |
|  | | | | | | | | | | |
| Пенобетон | 0,63 | 0,2 | 84 | - | 66 | 82 | | | 92 | 77 |
| 0,4 | 180 | - | 120 | 160 | | | 145 | 135 |
| 0,6 | 280 | - | 170 | 230 | | | 200 | 180 |
| 0,8 | 380 | - | 220 | 280 | | | 260 | 230 |
| 1,0 | 480 | - | 270 | 340 | | | 310 | 270 |
| 1,2 | - | - | 310 | 400 | | | 360 | 310 |
| 1,4 | - | - | 350 | 450 | | | 410 | 340 |
| 1,6 | - | - | 390 | 500 | | | 450 | 380 |
| 1,8 | - | - | 430 | 560 | | | 500 | 410 |
| 2,0 | - | - | 470 | 600 | | | 530 | 440 |
|  | | | | | | | | | | |
| СРБ  (тяжелый бетон) | 2,7 | 1 | 20 | 21 | 24 | 28 | | | - | - |
| 2 | 40 | 42 | 48 | 48 | | | - | - |
| 3 | 60 | 62 | 70 | 70 | | | - | - |
| 4 | 80 | 80 | 94 | 94 | | | - | - |
| 6 | - | - | - | 132 | | | - | - |
| 8 | - | - | - | 172 | | | - | - |
|  | | | | | | | | | | |
| Дерево | 0,55 | 0,05 | 131 | 120 | 90 | | 72 | - | | - |
| 0,1 | 238 | 202 | 156 | | 132 | - | | - |
| 0,2 | 407 | 322 | 254 | | 233 | - | | - |
| 0,4 | 660 | 494 | 390 | | 397 | - | | - |
| 0,6 | 867 | 633 | 495 | | 532 | - | | - |
| 0,8 | 1054 | 759 | 584 | | 651 | - | | - |
| 1 | 1231 | 879 | 667 | | 758 | - | | - |
| 2 | 2065 | 1454 | 1034 | | 1196 | - | | - |
|  | | | | | | | | | | |
| Барито-бетонная штукатурка | 2,7 | 0,2 | 7 | 3 | 4 | 5 | | - | | - |
| 0,5 | 14 | 6 | 7 | 11 | | - | | - |
| 1 | 23 | 11 | 12 | 20 | | 25 | | 23 |
| 2 | 42 | 21 | 21 | 35 | | 50 | | 42 |
| 3 | 63 | 31 | 30 | 47 | | 75 | | 60 |
| 4 | 86 | 41 | 40 | 59 | | 100 | | 75 |
| 6 | 135 | 63 | 59 | 80 | | 150 | | 105 |
| 8 | 186 | 85 | 78 | 101 | | 200 | | 135 |
| 10 | 239 | 107 | 98 | 122 | | - | | - |
|  | | | | | | | | | | |
| Листовое стекло | 2,6 | 0.05 | 6,9 | 7,2 | 6,4 | 4,7 | | - | | - |
| 0.1 | 14 | 14 | 13 | 10 | | - | | - |
| 0.2 | 28 | 26 | 24 | 21 | | - | | - |
| 0.4 | 54 | 47 | 43 | 45 | | - | | - |
| 0.6 | 76 | 66 | 59 | 68 | | - | | - |
| 0.8 | 96 | 84 | 74 | 89 | | - | | - |
| 1 | 116 | 102 | 87 | 108 | | - | | - |
| 2 | 208 | 191 | 149 | 189 | | - | | - |

*Примечание:* \*При определении свинцового эквивалента материалов для значений анодных напряжений, не указанных в таблице, можно использовать метод линейной интерполяции. При отличии плотности применяемого материала от близкого по составу, материала, указанного в таблице, эквивалентную толщину применяемого материала увеличивают или уменьшают пропорционально его плотности.

1) При напряжении на рентгеновской трубке 70 кВ

2) При напряжении на рентгеновской трубке 125 кВ.

Таблица 3

**Материал рентгенозащитный из просвинцованного пластика ППС-73**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Тип | Размер, мм | Поверхностная плотность, кг/м2 | Свинцовый эквивалент, мм |
| Рулонный  Плиты  Плиты | ПЛ-1  ПП-1  ПП-2 | 7000 х 900 х 2,5  700 х 500 х 10  1000 х 500 х 10 | 7  28  28 | 0,32  1,2  1,2 |

Таблица 4

**Стекла рентгеновские защитные марок ТФ 5 и ТФ 105 ГОСТ 9541-75**

|  |  |
| --- | --- |
| Толщина стекла, мм | Свинцовый эквивалент (мм)  при напряжении 180-200 кВ (не менее) |
| 10  15  20  25  50 | 2,5  4,0  5,0  6,5  13,5 |

Таблица 5

**«Просвинцованная резина»**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип Я-1002 и Я-1002Т | | | | | |
| Толщина пластины, мм | 1,0-1,4 | 1,5-1,9 | 2,0-2,9 | 3,0-3,5 | 3,6-4,0 |
| Свинцовый эквивалент, мм | >0,25 | >0,35 | > 0,5 | >0,75 | > 1,0 |
| Тип 1697 | | | | | |
| Толщина пластины, мм | 1,0-1,2 | 1,2-1,4 | 1,5-1,9 | 2,0-2,9 | 3,0-3,5 |
| Свинцовый эквивалент, мм | >0,25 | >0,35 | > 0,5 | >0,75 | > 1,0 |

Таблица 6

**Номинальные значения радиационного выхода R** **на расстоянии 1 м от фокуса рентгеновской трубки**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Анодное напряжение,\* кВ | 40 | 50 | 70 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| R, мГр·м2/(мА·мин) \*\* | 2,0 | 3,0 | 5,6 | 6,3 | 9 | 18 | 25 | 20 |

*Примечание:* \*анодное напряжение постоянное, фильтр - 2 мм Аl, для 250 кВ - 0,5 мм Сu;

\*\*в таблице указаны значения радиационного выхода при пульсациях анодного напряжения менее 4% (частотное преобразование). Для трехфазных 6-вентильных аппаратов эти значения надо уменьшить в 1,3 раза.

**Приложение 7**

**Назначение и минимальное значение свинцового эквивалента передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Назначение | Минимальное значение свинцового эквивалента,  мм Pb |
| ***Передвижные средства радиационной защиты*** | | |
| Большая защитная ширма персонала (одно-, двух-, трехстворчатая и др.) | для защиты от излучения всего тела человека | 1,0 |
| Малая защитная ширма врача (пациента) | для защиты нижней части тела | 1,0 |
| Экран защитный поворотный | для защиты отдельных частей тела в положении стоя, сидя или лежа | 0,5 |
| Экран защитный передвижной | для защиты всего тела; может применяться взамен большой защитной ширмы | 1,0 |
| Защитная штора | для защиты всего тела; может применяться взамен большой защитной ширмы | 0,25 |
| ***Индивидуальные средства радиационной защиты*** | | |
| Фартук защитный односторонний тяжелый | для защиты тела спереди от горла до голеней (на 10 см ниже колен) | 0,35 |
| Фартук защитный односторонний легкий | для защиты тела спереди от горла до голеней (на 10 см ниже колен) | 0,25 |
| Фартук защитный двусторонний  передняя поверхность  - тяжелый  - легкий  вся остальная поверхность  - тяжелый  - легкий | для защиты тела спереди от горла до голеней (на 10 см ниже колен), включая плечи и ключицы, а сзади от лопаток, включая кости таза, ягодицы, и сбоку до бедер (не менее чем на 10 см ниже пояса | 0,35  0,25  0,25  0,15 |
| Фартук защитный стоматологический | для защиты щитовидной железы, передней части тела, включая гонады, кости таза при стоматологических исследованиях или исследовании черепа | 0,25 |
| Накидка защитная (пелерина) | для защиты плечевого пояса и верхней части грудной клетки | 0,35 |
| Воротник защитный  - тяжелый  - легкий | для защиты щитовидной железы и области шеи; должен применяться также совместно с фартуками и жилетами, имеющими вырез в области шеи | 0,35  0,25 |
| Жилет защитный:  передняя поверхность  - тяжелый  - легкий  остальная поверхность  - тяжелый  - легкий | для защиты спереди и сзади органов грудной клетки от плеч до поясницы | 0,35  0,25  0,25  0,15 |
| Юбка защитная  - тяжелая  - легкая | для защиты со всех сторон области гонад и костей таза, должна иметь длину не менее 35 см (для взрослых) | 0,5  0,35 |
| Передник для защиты гонад  -тяжелый  - легкий | для защиты половых органов со стороны пучка излучения | 0,5  0,35 |
| Шапочка защитная (вся поверхность) | для защиты области головы | 0,25 |
| Очки защитные | для защиты глаз | 0,25 |
| Перчатки защитные  - тяжелые  - легкие | для защиты кистей рук и запястий, нижней половины предплечья | 0,25  0,15 |
| Защитные пластины (в виде наборов различной формы) | для защиты отдельных участков тела | 0,1-0,5 |
| Подгузник, пеленка, пеленка с отверстием | для защиты различных частей тела и групп органов ребенка, а также всего тела за исключением области исследования | 0,35 |
| Рентгенозащитные средства для использования в рентгенохирургических кабинетах (многослойные рентгенозащитные фартуки со специализированным креплением для облегчения ношения и др.) | для защиты тела спереди и сзади | 1,0 |

**Приложение 8**

**Расчет стационарной защиты**

1. Значения допустимой мощности эффективной дозы ДМЭД (мкЗв/ч) в помещениях и на территориях различного назначения рассчитываются, исходя из основных пределов годовой дозы для соответствующих категорий облучаемых лиц (таблица 3.1 НРБ-99/2020) и максимально возможной продолжительности их пребывания там, по формуле:

 , мкЗв/ч, (1)

где: *ПД* – основной предел годовой эффективной дозы для соответствующей категории лиц (таблица 3.1 НРБ-99/2020), мЗв/год;

*tc*– продолжительность односменной работы на рентгеновском аппарате персонала группы А в течение года;

*n*–коэффициент сменности, учитывающий возможность двухсменной работы и связанную с этим увеличенную продолжительность облучения персонала группы Б и населения, отн. ед.;

*T*– коэффициент занятости помещения или территории для соответствующих категорий облучаемых лиц, учитывающий максимально возможную продолжительность их пребывания в этих местах, отн. ед.;

103– множитель перевода мЗв в мкЗв.

2. В таблице 1 Приложения 8 к Правилам приведены значения ДМЭД для различных помещений и территорий для отделений рентгеновской диагностики, в зависимости от значений коэффициентов занятости *Т*, сменности *n* и продолжительности работы с учетом сменности *tc⋅n*. Для персонала группы А отделений рентгеновской диагностики было принято *tc* = 1500 ч/год (30-часовая рабочая неделя). Приведенные значения ДМЭД используются для целей расчета защиты и радиационного контроля.

Таблица 1

**Допустимая мощность эффективной дозы (ДМЭД) и номинальные значения параметров *Т, n* и *tс⋅n* в помещениях кабинетов отделений рентгеновской диагностики, в других помещениях и на прилегающей территории**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № пп | Помещение, территория | ДМЭД, мкЗв/ч | T, отн. ед. | n, отн. ед | tc⋅n,  час |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Помещения постоянного пребывания персонала группы А (процедурная, комната управления, комната приготовления бария, фотолаборатория, кабинет врача-рентгенолога, предоперационная и другие) | 13 | 1 | 1 | 1500 |
| 2 | Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета, имеющие постоянные рабочие места персонала группы Б | 2,5 | 1 | 1,3 | 2000 |
| 3 | Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета без постоянных рабочих мест (холл, гардероб, лестничная площадка, коридор, комната отдыха, уборная, кладовая и другие) | 10 | 0,25 | 1,3 | 2000 |
| 4 | Помещения эпизодического пребывания персонала группы Б(технический этаж, подвал, чердак и другие) | 40 | 0,06 | 1,3 | 2000 |
| 5 | Палаты стационара, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета | 1,3 | 0,25 | 2 | 3000 |
| 6 | Территория, прилегающая к наружным стенам процедурной рентгеновского кабинета | 2,8[[27]](#footnote-27) | 0,12 | 2 | 3000 |
| 7 | Жилые и служебные помещения зданий, расположенных на территории, прилегающей к наружным стенам процедурной рентгеновского кабинета, жилые помещения, смежные состоматологическим кабинетом или процедурной рентгеновского стоматологического кабинета, внутренние поверхности стен (перекрытий) стоматологического или рентгеностоматологического кабинета, отделяющих их от жилых помещений | 0,3 | 1 | 2 | 3000 |

3. Расчет стационарной защиты рентгеновского кабинета при его проектировании основан на определении требуемой кратности ослабления *K* мощности поглощенной дозы в воздухе рентгеновского излучения в точке расчета в отсутствие защиты до такого значения проектной мощности дозы за защитой, которая обеспечивает не превышение ДМЭД. Кратность ослабления *K* защиты вычисляется по формуле:

, отн. ед., (2)

где: *k1* – коэффициент перехода от поглощенной дозы в воздухе к эффективной дозе, принимаемый равным 0,5 Зв/Гр;

*k2* –коэффициент запаса на проектирование, равный 2;

*R* - радиационный выход рентгеновского аппарата, мГр⋅м2/(мА⋅мин);

*W*–номинальная рабочая нагрузка рентгеновского аппарата, (мА∙мин)/нед;

*N* - коэффициент направленности излучения, отн. ед.;

30 - значение нормированного времени работы рентгеновского аппарата в неделю при односменной работе персонала группы А (30 - часовая рабочая неделя), ч/нед;

*r* - расстояние от фокуса рентгеновской трубки до точки расчета, м;

103 – множитель перевода мГр в мкГр.

4. Значения радиационного выхода *R* в зависимости от напряжения на рентгеновской трубке имеются в технической документации на рентгеновский аппарат или в протоколе контроля эксплуатационных параметров. При их отсутствии используют номинальные значения *R*, приведенные в таблице 6 Приложения 6.

5. Значения номинальной рабочей нагрузки *W* и анодного напряжения *U*, используемых для расчета стационарной защиты рентгеновских кабинетов, в зависимости от типа и назначения рентгеновского аппарата приведены в таблице 2 Приложения 8.

6. Коэффициент направленности *N* учитывает направления распространения рентгеновского излучения (первичного пучка и рассеянного излучения) при работе аппарата. В направлении распространения первичного пучка рентгеновского излучения аппарата с неподвижным источником излучения для получения изображения значение *N* принимается равным 1. Для аппаратов с подвижным источником излучения для получения изображенгия (рентгеновский компьютерный томограф, стоматологический аппарат для панорамных снимков и др.) значение *N* принимается равным 0,1 для направлений сканирующего пучка излучения (в плоскости вращения излучателя). Для рассеянного излучения обоих типов аппаратов значение *N* принимается равным 0,05.

Таблица 2

**Номинальные значения рабочей нагрузки *W* и анодного напряжения *U* для расчета стационарной защиты рентгеновских кабинетов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № пп | Рентгеновская аппаратура\* | Рабочая нагрузка *W*, (мА⋅мин)/  в неделю | Анодное напряжение, кВ |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Флюорографический аппарат с люминесцентным экраном и оптическим переносом изображения, пленочный или цифровой | 1000 | 100 |
| 2 | Флюорографический аппарат со сканирующей линейкой | 1000 | 100 |
| 3 | Флюорографический малодозовый аппарат с УРИ1, ПЗС2- матрицей и цифровой обработкой изображения | 70 | 100 |
| 4 | Рентгенодиагностический аппарат общего назначения, пленочный или цифровой | 1000 | 100 |
| 5 | Рентгеновские аппараты для интервенционных процедур | 1000 | 100 |
| 6. | Ангиографический аппарат, хирургический передвижной аппарат с УРИ | 300 | 100 |
| 7 | Рентгеновский компьютерный томограф:  до 8 линеек детекторов  от 8 до 320 линеек детекторов | 2000  7000 | 140  140 |
| 8 | Палатный рентгеновский аппарат | 100 | 90 |
| 9 | Рентгеноурологический аппарат | 400 | 90 |
| 10 | Рентгеновский аппарат для литотрипсии | 200 | 90 |
| 11 | Маммографический аппарат пленочный или цифровой | 300 | 35 |
| 12 | Рентгеновский аппарат для планирования лучевой терапии (симулятор) | 200 | 100 |
| 13 | Аппарат для близкодистанционной рентгенотерапии | 3000 | 100 |
| 14 | Аппарат для дальнедистанционной рентгенотерапии | 3000 | 300 |
| 15 | Остеоденситометр для всего тела | 200 | Номинальное |
| 16 | Дентальный аппарат для внутриротовых снимков с пленочным приемником | 200 | 70 |
| 17 | Дентальный аппарат для внутриротовыхснимков цифровой (радиовизиограф) | 40 | 70 |
| 18 | Дентальный аппарат для панорамных снимков | 200 | 90 |
| 19 | Дентальный рентгеновский компьютерный томограф | 200 | 120 |
| 20 | Микрофокусный рентгеновский аппарат | 10 | 150 |

*Примечание*: \*для аппаратов, не вошедших в таблицу 2 Приложения 4 к Правилам, W рассчитывается по значению фактической экспозиции при стандартизированных значениях анодного напряжения. Для рентгеновских аппаратов, в которых максимальное анодное напряжение ниже указанного в таблице 2 Приложения 4 к Правилам, при расчетах и измерениях необходимо использовать максимальное напряжение, указанное в технической документации на аппарат;

1усилитель рентгеновского изображения;

2прибор с зарядовой связью.

7. Расстояние от фокуса рентгеновской трубки до точки расчета определяется по проектной документации на рентгеновский кабинет. За точки расчета защиты принимаются точки, расположенные на минимальном расстоянии от фокуса на высоте 1 м от пола в защищаемом помещении:

а) над и под процедурной;

б) смежно по горизонтали - на расстоянии 10 см от стены.

На территории учреждения за точки расчета принимают точки, расположенные на расстоянии 10 см от наружной стены помещения процедурной на высоте 1 м, а при наличии окон – до 2 м от отмостки здания. В помещении рентгено-стоматологического кабинета, расположенного смежно с жилым помещением, за точки расчета принимаются точки, расположенные:

* на высоте 1 м от пола, вплотную к внутренним поверхностям стен кабинета, размещенного смежно по горизонтали с жилыми помещениями;
* на уровне пола или потолка кабинета, при расположении жилого помещения, соответственно, под или над кабинетом.

8. На основании рассчитанных значений кратности ослабления определяют необходимые значения свинцовых эквивалентов элементов стационарной защиты. В таблице 1 Приложения 4 к Правилам представлены значения свинцовых эквивалентов в зависимости от значения кратности ослабления в диапазоне напряжений на рентгеновской трубке от 50 до 250 кВ.

9. Средства защиты, поставляемые в виде готовых изделий (защитные двери, защитные смотровые окна, ширмы, ставни, жалюзи и др.), должны обеспечивать кратность ослабления излучения, не менее предусмотренной расчетом защиты, содержащимся в технологической части проекта рентгеновского кабинета.

10. Для изготовления стационарной защиты используют материалы, обладающие необходимыми конструкционными и защитными характеристиками, отвечающие санитарно-гигиеническим требованиям. Защитные характеристики (свинцовые эквиваленты) основных строительных и специальных защитных материалов приведены в таблицах 1-5 Приложения 4 к Правилам. При применении материалов, не перечисленных в таблицах 1-5 Приложения 6 к Правилам, необходимо иметь документы, подтверждающие их защитные свойства. Защитные характеристики материалов определяют в аккредитованных организациях с использованием контрольных образцов.

11. Организации, проектирующие и изготавливающие средства радиационной защиты, включая радиационно-защитные материалы, должны иметь соответствующие лицензии на деятельность с генерирующими ИИИ, выданные органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

12. Расчет защиты для двух или более медицинских рентгеновских аппаратов одного или различного назначения, установленных в одной процедурной, проводится с учетом суммарной рабочей нагрузки всех аппаратов по формуле (3):

, (3)

где *i* – индекс аппарата, а остальные обозначения даны в пояснениях к формуле (2) в данном приложении. Необходимая толщина защитных ограждений определяется по значению свинцового эквивалента, соответствующего наибольшему номинальному анодному напряжению из всех аппаратов. Эти же требования предъявляются при расчете защиты комнаты управления, смежной с процедурной.

13. В процедурной рентгеновского кабинета, где пол расположен непосредственно над грунтом или потолок находится непосредственно под крышей (если она не используется), защита от излучения в этих направлениях не предусматривается.

14. Коммуникации через стены и перекрытия помещений рентгеновских кабинетов (воздуховод, водопровод, электрический кабель) оснащают защитой, обеспечивающей безопасность персонала. Коммуникации рекомендуется размещать вне зоны прямого пучка излучения.

**Приложение 9**

**Температура, кратность воздухообмена и освещенность в помещениях отделения рентгеновской диагностики, рентгеновской терапии и рентгеноперационных**

Таблица 1.

Расчетная и допустимая температура воздуха\*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ пп | Наименование помещений | Расчетная темпера-тура воз-духа, tоС | Допустимая тем-пература воздуха, tоС | |
| мини-мальная | макси-мальная |
| 1 | Рентгеноперационные, процедурные ангиографии, наркозные, предоперационные | 21 | 21 | 24 |
| 2 | Кабинеты врачей, комнаты персонала | 20 | 20 | 27 |
| 3 | Кабинеты лучевой диагностики, радиотерапии | 21 | 21 | 26 |
| 4 | Комнаты управления рентгеновских кабинетов и радиологических отделений, фотолаборатории | 18 | 18 | 26 |
| 5 | Кладовые, технические помещения (компрессорные, насосные и т.п.), мастерские по ремонту аппаратуры, архивы | 18 | 18 | 30 |
| 6 | Санузлы, туалеты, душевые | 20 | 20 | 27 |

*Примечание:* \*В помещениях для работы персонала, не указанных в таблице, параметры микроклимата принимаются по действующим нормативам согласно категории работ.

Таблица 2.

Кратность воздухообмена

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №№ пп | Наименование помещений | Кратность воздухообмена в час | |
| приток | вытяжка |
| 1 | Кабинеты врачей, лаборантов, административные помещения с постоянными рабочими местами | 60м3 на чел. | по балансу через коридор |
| 2 | Комнаты персонала и др. помещения без постоянных рабочих мест | из коридора | 1 |
| 3 | Процедурные рентгенодиагностических, флюорографических кабинетов, фотолаборатория | 3 | 4 |
| 4 | Кабины для раздевания при рентгенодиагностических кабинетах | 3 | - |
| 5 | Комнаты управления рентгенодиагностических и рентгенотерапевтических кабинетов | 3 | 4 |
| 6 | Туалет, санузел, душевая |  | 50 м3 на 1 унитаз и 20м3 на 1 писсуар, 75м3 на 1 душевую сетку |
| 7 | Клизменная, помещения хранения предметов уборки | - | 5 |
| 8 | Помещения хранения чистых материалов, переносной аппаратуры, архивы | - | 1 |
| 9 | Процедурные радиотерапии | 8 | 10 |
| 10 | Рентгенотоматологические кабинеты | 2 | 3 |
| Рентгеноперационный блок | | | |
| 11 | Рентгенооперационная | 12 | 10 |
| 12 | Комната управления | 3 | 4 |
| 13 | Малая операционная | 10 | 5 |
| 14 | Предоперационная, стреилизационная, микроскопная | 3 | 3 |
| 15 | Комната для раздевания, комната временного пребывания больного, комната личной гигиены | 3 | 1,5 |
| 16 | Кабинет врача, комната просмотра снимков, комната медсестер | - | 1,5 |
| 17 | Кладовая, материальная | - | - |
| 18 | Уборная для пациентов | - | 50 м3 |

Таблица 3.

Освещенность рабочих мест

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№ пп | Наименование помещений | Освещенность, лк |
|
| 1 | Рентгеноперационные | 500 |
| 2 | Процедурные рентгенодиагностических и рентгенотерапевтических кабинетов, компьютерной томографии | 400\* |
| 3 | Предоперационные, кабинеты врачей, медсестер, комнаты персонала, комнаты управления рентгеновских кабинетов, процедурные флюорографии, архивы, технические помещения | 300 |
| 4 | Комнаты персонала | 100 |
| 5 | Кабины для раздевания при рентгенодиагностических кабинетах, кладовые, санузлы, уборные, душевые, фотолаборатории | 75 |

*Примечание:* \*следует предусмотреть ступенчатое снижение освещенности до 50 лк во время исследования

**Приложение 10**

**Форма журнала регистрации инструктажа на рабочем месте**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Фамилия, инициалы инструктиуемого | Профессия, должность инструктируемого | Инструктаж: первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый | Номер инструкции или ее наименование | Фамилия, инициалы, должность инструкти-рующего | Подпись | | Допуск к работе произвел | |
| Инструктирующего | Инструктируемого | Фамилия, инициалы, должность | Подпись |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Приложение 11**

**Карточка учета индивидуальных доз персонала**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(наименование организации, подразделение) (дата заполнения)

Карточка учета индивидуальных доз №\_\_\_\_\_\_

1.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2.\_\_\_\_\_\_\_\_ 3.\_\_\_\_\_

фамилия, имя, отчество год рождения пол

4.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

должность, домашний адрес, телефон

Стаж работы в радиационно-опасных условиях\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Суммарная доза излучения на момент заполнения карты\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Характер  работы | Квартальные дозы, мЗв | | | | Суммарная годовая доза, мЗв | Примечания\* | Подписи | |
| I | II | III | IV | Личная | Ответственного за РБ |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Примечание:* \* эффективная доза или доза на органы.

**Приложение 12**

**Лист учета доз пациента при рентгенологических исследованиях\***

Ф.И.О.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№  п/п | Дата | Вид исследования | Количество и вид процедур | Эффективная доза за исследование, мЗв | Примечание |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

*Примечание:* \*лист вклеивается в пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях, медицинскую карту стационарного больного или историю развития ребенка

**Глава 2. Обеспечение радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики**

1. **Область применения**
   1. Настоящие санитарные правила и нормативы (далее - Правила) устанавливают требования по обеспечению радиационной безопасности персонала, пациентов и населения при изготовлении и обращении с открытыми радионуклидными источниками (ОРИ) в составе радиофармпрепаратов (РФП) при подготовке и проведении медицинских диагностических исследований с введением РФП в организм пациентов и регистрацией его временного и пространственного распределения методами однофотонной эмиссионной сцинтиграфии и томографии, а также методом позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ), в том числе сочетанных с компьютерной томографией или магнитно-резонансной томографии.
   2. Правила распространяются на проектирование, размещение, сооружение, эксплуатацию, реконструкцию и вывод из эксплуатации радиационных объектов, использующих ОРИ в составе медицинской организации; на монтаж, ремонт и наладку радиодиагностической аппаратуры и оборудования; планирование и проведение диагностических процедур с применением РФП; на обращение с радиоактивными отходами; на проектирование, конструирование, изготовление и эксплуатацию средств радиационной защиты, а также на проведение радиационного контроля .
   3. Соблюдение Правил является обязательным для граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, деятельность которых связана с изготовлением и использованием в медицинских целях ОРИ.
   4. Требованиями Правил должны руководствоваться администрация и работники медицинских организаций, осуществляющих радионуклидную диагностику пациентов, проектные и строительные организации, осуществляющие проектирование, реконструкцию и строительство этих объектов; органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор; органы исполнительной власти, осуществляющие контроль, надзор и экспертизу в области обеспечения радиационной безопасности в медицинских организациях.
   5. Требования Правил не распространяются на ядерные установки любых типов немедицинского назначения, лучевую терапию открытыми и закрытыми радионуклидными источниками, радионуклидную диагностику *in vitro*, т.е. работы с наборами реагентов для радиоиммунологического анализа.
2. **Общие требования к размещению, проектированию, санитарно-техническому оснащению.**
   1. **Общие положения и определения**
      1. Радионуклидная диагностика объединяет диагностические исследования in vivo, которые проводятся с введением в организм пациента открытых радионуклидных источников (ОРИ) – фармацевтических препаратов, меченных радионуклидом-меткой (РФП), и лабораторные исследования биологических проб в пробирке - in vitro с использованием меченых препаратов. Исследования методом in vitro не подвергают пациента облучению.
      2. Диагностические исследования in vivo подразделяются на однофотонную радионуклидную диагностику и позитронную эмиссионную томографию, они основаны на введении в организм пациента минимальных количеств РФП с последующей регистрацией его распределения в теле пациента аппаратурными методами.
      3. Использование ОРИ в медицинских целях подразумевают необходимость однотипных мер радиационной защиты при проведении радионуклидных исследований in vivo, которые сформулированы в данной главе.
      4. В радионуклидной диагностике in vivo распределение меченого препарата – РФП в теле пациента регистрируется методами радиометрии (ренография, определение функции щитовидной железы), или планарной сцинтиграфии с использованием гамма-камеры, или трехмерное (томогорафическое) изображение получают на однофотонном эмиссионном компьютерном томографие (ОФЭКТ), или позитронном эмиссионном томографе (ПЭТ). Часто ОФЭКТ и ПЭТ сканеры совмещают в одном аппарате с рентгеновским компьютерным томографом: ОФЭКТ/КТ, ПЭТ/КТ, что позволяет за одно исследование получить информацию о патологических функциональных или метаболических нарушениях и привязать их к анатомическим особенностям тела пациента.
      5. В однофотонной радионуклидной диагностике используются радионуклиды, которые должны обладать коротким периодом полураспада (от нескольких часов до нескольких суток); гамма-излучением с необходимым для внешней регистрации диапазоном энергий 100-400 кэВ, минимальным выходом и малой энергией корпускулярного излучения (бета- и пр.), что позволяет уменьшить бесполезное для диагностики облучение органов и тканей. Характеристики радионуклидов, наиболее часто используемых в однофотонной радионуклидной диагностике представлены в Таблице 1 Приложения 1.
      6. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) является видом радионуклидной диагностики, в котором в качестве радиоактивной метки используются позитрон излучающие радионуклиды (ПИРн). Пары противоположно направленных фотонов с энергией 511 кэВ, возникающих при взаимодействии (аннигиляции) позитронов с электронами в теле пациента регистрируются позитронным эмиссионным томографом (ПЭТ-сканером) и, используя специальное программное обеспечение, восстанавливают на компьютере картину распределения РФП в теле пациента. Характеристики радионуклидов, наиболее часто используемых в ПЭТ диагностике представлены в Таблице 2 Приложения 1.
      7. ПИР для медицинских целей получают на циклотроне или ином ускорителе заряженных частиц, облучая специальные мишени потоком протонов, дейтронов или других частиц. В некоторых случаях подразделение ПЭТ-диагностики совмещенно с блоком наработки РФП, такой медицинский центр позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ-центр) состоит из блока (подразделения) наработки РФП, и подразделения ПЭТ диагностики. Блок наработки РФП состоит из циклотрона, радиохимической лаборатории синтеза РФП, лаборатории контроля качества и группы вспомогательных помещений для работ, не связанных с радиационным фактором.
      8. Блок наработки РФП может работать только для диагностического отделения своей медицинской организации или производить РФП для поставки в другие отделения ПЭТ диагностики, которые оборудовании ПЭТ сканером и имеют разрешения на выполнение радионуклидной диагностики в соответствии с действующим законодательством РФ. Отдельные организации по производству ПИР и меченых ими РФП для поставки в самостоятельные отделения ПЭТ диагностики могут работать, не имея собственного диагностического отделения.
      9. Радионуклидные диагностические процедуры проводятся только в тех медицинских организациях, которые имеют:

* разрешение на осуществление медицинской деятельности с использованием источников ионизирующего излучения (ИИИ), выданное в порядке, установленном Правительством Российской Федерации;
* специализированное подразделение радионуклидной диагностики, оснащенное радиодиагностической аппаратурой и укомплектованное квалифицированными специалистами;
* санитарно-эпидемиологическое заключение территориального органа, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, о соответствии условий работы с ИИИ (открытыми, закрытыми, генерирующими) санитарным нормам и правилам;
* лицензию на осуществление деятельности по производству лекарственных средств (в случае производства и поставок РФП в сторонние организации) или осуществление фармацевтической деятельности (в случае изготовления РФП только для собственных нужд).

Список документов, предъявляемых подразделением радионуклидной диагностики для получения санитарно-эпидемиологического заключения, представлен в Приложении 2 к настоящим Правилам.

* + 1. Для проведения процедур ядерной медицины используют радиофармпрепараты (РФП), применение которых разрешено в соответствии с федеральным Законом «Об обращении лекарственных средств» № 61-ФЗ от 12.04.2020 и приказом «[Об утверждении Правил организации производства и контроля качества лекарственных средств»](garantf1://70351198.0) № 916 Министерства промышленности и торговли РФ от 14 июня 2013 г., или которые изготовлены непосредственно в медицинской организации в соответствии с «Порядком изготовления радиофармацевтических лекарственных препаратов непосредственно в медицинских организациях», утвержденным приказом Минздрава России № 211н от 27.04.2015.
    2. Все РФП, используемые в радионуклидной диагностике, относятся к открытым радионуклидным источникам (ОРИ). Условия их использования должны соответствовать требованиям ОСПОРБ-99/2020 к работам с открытыми источниками ионизирующего излучения.
    3. При работах с ОРИ устанавливают класс работ для каждого помещения, где проводятся работы с ОРИ. Класс работ должен быть обоснован в проектной, документации в зависимости от группы радиационной опасности радионуклида и его активности на рабочем месте. Группа радиационной опасности радионуклида устанавливается в соответствии с его минимально значимой активности (МЗА), приведенной в приложении 4 НРБ-99/2020. Классом работ определяются требования к обеспечению радиационной безопасности помещений, в которых проводятся работы с ОРИ.
    4. В радионуклидной диагностике преимущественно используются радионуклиды групп опасностей «В» (МЗА - 1·106 и 1·107 Бк)·и «Г» (МЗА равно и больше 1·108 Бк). Короткоживущие радионуклиды с периодом полураспада менее 24 ч, отсутствующие в Приложении 4 НРБ-99/2020, относятся к группе «Г».
    5. Класс работ с ОРИ устанавливается по максимальной суммарной активности радионуклидов на рабочем месте, приведенной к активности радионуклидов группы А в соответствии с п. 3.8 ОСПОРБ-99/2020. Выделяют три класса работ:
* I класс – приведенная активность более 108 Бк;
* II класс – приведенная активность более 105 до 108 Бк;
* III класс – приведенная активность более 103 до 105 Бк.

В помещениях, где находятся пациенты с введенным РФП класс работ устанавливается по суммарной активности всех ИИИ, находящихся одновременно в данном помещении, включая активность в теле пациентов.

* + 1. Категория потенциальной опасности радиационного объекта определяется при проектировании путём оценки возможного радиационного воздействия на население и персонал при различных сценариях радиационной аварии, и согласовывается с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор. Медицинские организации, предоставляющие услуги радионуклидной диагностики, как правило, относятся к IV (наименьшей) категории опасности объектов, когда последствия возможной радиационной аварии ограничиваются помещениями, где проводятся работы с источниками излучения.
    2. При проведении работ возможно воздействие на персонал следующих вредных радиационных факторов:

В подразделениях радионуклидной диагностики:

* повышенный уровень внешнего гамма- и бета-излучений в рабочих помещениях;
* рентгеновское излучение при работе ОФЭКТ/КТ или ПЭТ/КТ-сканера;
* возможное наличие радиоактивных загрязнений на рабочих поверхностях и повышенное содержание радиоактивных аэрозолей и радиоактивных газов в воздухе рабочих помещений в случаях использования методик с ингаляционным введением РФП;
* внутреннее облучение в случае попадания в организм радионуклидов и РФП.

В бункере циклотрона:

* выведенный из ускорителя первичный пучок высокоэнергетических заряженных частиц;
* вторичные электроны, протоны и нейтроны, возникающие при взаимодействии первичных пучков высокоэнергетических заряженных частиц с ядрами веществ конструкционных элементов ускорителя, радиационной защиты;
* другие виды ионизирующего излучения (альфа-частицы, дейтроны и другие продукты ядерных реакций), возникающего при взаимодействии протонов, ионов и нейтронов с ядрами веществ окружающей среды;
* гамма-излучение, снимаемое и неснимаемое радиоактивное загрязнение рабочей камеры ускорителя (помещения ускорителя), возникающее в результате активации конструкционных элементов под действием первичного пучка заряженных частиц (например, протонов), а также под действием вторичных протонов и нейтронов;
* радиоактивные газы и аэрозоли, образующиеся при облучении компонентов воздуха и вещества, поступающие в него из облучаемых конструкционных элементов, а также из активированной воды, охлаждающей узлы ускорителя;
* неиспользуемое рентгеновское излучение от высоковольтной электронной аппаратуры ускорителя.

В блоке наработки РФП:

* повышенный уровень внешнего гамма, характеристического и тормозного рентгеновского излучения от мишеней, радионуклидных генераторов, модулей синтеза РФП, фасовок и упаковок с РФП, от радиоактивных отходов (РАО) и излучения позитронов;
* возможное радиоактивное загрязнение рабочих поверхностей;
* повышенное содержание радиоактивных аэрозолей и радиоактивных газов в воздухе рабочих помещений.

Уровни других опасных и вредных производственных факторов не должны превышать предельно-допустимых величин, указанных в соответствующих действующих нормативных документах.

* 1. **Требования к проектированию и планировке помещений**
     1. Разработку проектной документации на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт подразделений ядерной медицины (однофотонной радионуклидной и ПЭТ диагностики, производство ПИР и синтез РФП на их основе) должны выполнять организации, имеющие лицензии и разрешения (допуски), предусмотренные законодательством Российской Федерации.
     2. Подготовка проектной документации осуществляется на основании медико-технического и/или технического задания заказчика, в котором приводятся следующие сведения:
* планируемое количество пациентов за год и примерное распределение пациентов по методам диагностики/лечения;
* планируемые методики проведения процедур, технология проведения работ, места образования радиоактивных отходов;
* годовое количество и перечень используемых радионуклидов, радиофармпрепаратов и генераторов радионуклидов;
* максимальные активности радионуклидов на рабочем месте;
* планируемое аппаратурное, технологическое и диагностическое оснащение;
* перечень необходимых помещений с оценкой их площади;
* требования к обеспечению радиационной безопасности, включая: радиационную защиту пациентов и персонала, технологию сбора, хранения и удаления радиоактивных отходов, методы радиационного контроля, вентиляцию и прочие сведения, которые заказчик считает важными при разработке проектной документации;
* штатное расписание и прочие сведения, нужные заказчику.
  + 1. Проектная документация на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт подразделений ядерной медицины должна содержать обоснование мер безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации, а также прогноз последствий и меры реагирования при нештатных и аварийных радиационных ситуациях в соответствии с действующими нормативными документами, включая настоящие Правила. Размещение отделения ядерной медицины, рассмотрение и утверждение проектной документации должно проводиться в соответствии с действующим законодательством.
    2. Запрещается размещать подразделения ядерной медицины в жилых зданиях, в любых других неподготовленных нежилых помещениях, в детских учреждениях, за исключением детских медицинских организаций, где по профилю медицинской деятельности требуется проведение радионуклидной диагностики детей.
    3. Подразделение ядерной медицины размещают в изолированной части здания или в отдельно расположенном здании/сооружении в составе медицинской организации, отделяя потоки радиологических пациентов от других посетителей медицинской организации. Допускается объединение разных подразделений лучевой диагностики и терапии в единое радиологическое отделение (корпус), включающее возможность проведения всех рентгенорадиологических процедур.
    4. При наличии в медицинской организации самостоятельных структурных подразделений радионуклидной диагностики in vivo, in vitro, ПЭТ с использованием открытых и закрытых радионуклидных источников допускается совместное использование помещений для приемки РФП, генераторов радионуклидов, открытых и закрытых радионуклидных источников, их временного хранения и выдачи для работы, а также общего хранилища твердых и жидких радиоактивных отходов.
    5. Проектирование помещений подразделений ядерной медицины должно быть нацелено на максимально возможное разделение потоков перемещения источников излучения, пациентов, персонала и радиоактивных отходов (РАО), а также на минимальную протяженность маршрутов перемещения РФП и радиоактивных отходов по коридорам. Для приёма транспортных упаковок РФП и генераторов радионуклидов следует предусмотреть отдельный вход в здание; маршрут их перемещения внутри здания должен быть минимальным и изолированным от потоков передвижения пациентов.
    6. Вновь организуемое подразделение радионуклидной диагностики рекомендуется размещать на нижнем этаже здания с отдельными входами для пациентов, персонала и приёма радионуклидных источников.
    7. В подразделении, расположенном в отдельном здании или имеющем отдельный вход, для персонала и пациентов следует предусмотреть гардеробы для верхней одежды персонала и пациентов, гардероб для сменной рабочей одежды персонала, в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиям к медицинским организациям.
    8. При проектировании новых или реконструкции, капитальном ремонте существующих помещений в проектной документации необходимо привести годовой баланс активностей для всего подразделения радионуклидной диагностики, а для каждого помещения указать:
* используемые радионуклиды;
* максимальную активность на рабочем месте, схему их нахождения в помещении;
* вид и характер работ;
* класс работ.
  + 1. Помещения подразделений радионуклидной диагностики проектируют компактными блоками, выделяя контролируемую зону с блоком радионуклидного обеспечения (помещения 2 и 3 классов вместе с подсобными помещениями, необходимыми согласно технологическому процессу) и неконтролируемую зону помещений общего назначения. Размещение блоков планируется таким образом, чтобы изолировать контролируемую зону от проникновения посторонних лиц и не допустить распространения радионуклидов за её пределы. К контролируемой зоне относят помещения, в которых требуются или могут потребоваться специальные меры радиационной защиты и предотвращения распространения радиоактивного загрязнения в нормальных рабочих условиях, где необходимо контролировать и ограничивать уровни потенциального облучения персонала и пациентов. Размещение блоков планируется таким образом, чтобы изолировать контролируемую зону от посторонних лиц, ограничить доступ пациентов с введенным радиофармпрепаратом из контролируемой зоны в блок общих помещений. В зависимости от назначения отделения (однофотонная радионуклидная или ПЭТ диагностика) состав помещений контролируемой зоны несколько различается.

Проектирование радиационной защиты, систем вентиляции, электроснабжения, канализации должно учитывать зонирование помещений.

* + 1. Томографы, совмещенные с КТ (ОФЭКТ/КТ и ПЭТ/КТ), рассматриваются как устройства, генерирующие рентгеновское излучение. Помещения для размещения таких томографов должны соответствовать требованиям данных Правил, а также действующего санитарно-гигиенического законодательства.
    2. Между контролируемой и неконтролируемой зонами размещается санпропускник или саншлюз. В нем предусматривают место для переодевания, места для хранения средств индивидуальной защиты, грязной и чистой спецодеждыдушевую установку, умывальник с раковиной, место для хранения аварийного комплекта; приборы радиационного контроля.
    3. Вокруг помещений подразделений ядерной медицины или отдельного радиологического корпуса, установление санитарно-защитной зоны не предусматривается. Минимальные расстояния до других объектов (жилых или рабочих) рассчитывают при проектировании на основании допустимой мощности эффективной дозы согласно Приложению 3 настоящих Правил и требованиям ОСПОРБ-99/2020.
    4. В подразделениях радионуклидной диагностики *in vivo* проводятся работы, как правило, II и III классов. Общий блок этих помещений оборудуют в соответствии с требованиями, предъявляемыми к работам II класса. В составе этих помещений должен быть санпропускник или саншлюз. Помещения для работ II класса должны быть оборудованы вытяжными шкафами или боксами.
    5. Высота помещений для работы с радиоактивными веществами и площадь в расчете на одного работающего определяются требованиями строительных норм и правил, а также санитарно-гигиеническим требованиям к медицинским организациям. Высота помещений вновь создаваемого подразделения ядерной медицины должна составлять не менее 2,6 м, коридора – не менее 2,2 м до подвесного потолка и обеспечивать функционирование технического оснащения в соответствии с требованиями, изложенными в технической документации на оборудование.
    6. Площадь помещений для II класса работ с ОРИ должна быть не менее 10 м2, свободное пространство помещения за вычетом элементов оборудования и мебели – не менее 5 м 2 на одного работающего. При проектировании следует учитывать возможные перспективы расширения производства РФП и диагностических исследований.
    7. Для приема маломобильных пациентов на инвалидных колясках необходимо предусмотреть входной пандус, достаточную ширину коридоров, ширину дверных проемов - не менее 120 см (для существующих медицинских организаций – не менее 110 см). Если медико-технологическим заданием предусмотрен прием лежачих больных дополнительно необходимо обеспечить зону размещения каталки для пациента – не менее 1,5 х 2,5 м; дополнительную площадь при необходимости ввоза каталки в диагностический кабинет, помещение ожидания исследования – 6 м2.
    8. Пациенты и сопровождающие их лица ожидают приема врача или процедуры в помещении приемной, где также размещена регистратура. Доступ пациентов в отделение ограничен. Пациенты проходят к врачу или на процедуру по вызову медперсонала (по громкой связи или в сопровождении медсестры). Рядом с приемной располагают туалет для ожидающих посетителей.

**Особые требования к проектированию подразделений ПЭТ-центра**

* + 1. ПЭТ-центр может изготавливать РФП, меченные ПИР, для использования только в своей медицинской организации, или, имея лицензию на производство меченых лекарственных препаратов, может поставлять их в другие медицинские организации, в которых имеются отделения ПЭТ диагностики, оборудованные ПЭТ-сканером (ПЭТ/КТ-сканером). Самостоятельное производство РФП, меченных ПИР, создают для обеспечения близко расположенных отделений ПЭТ диагностики.
    2. Некоторые ПИР получают при использовании радионуклидных генераторов путем элюирования из относительно долгоживущего материнского радионуклида. Полученый ПИР используется непосредственно для введения пациентам, или РФП изготовливается с применением лиофилизатов в отделении ПЭТ-диагностики.
    3. Блок наработки РФП ПЭТ-центра размещают на первом этаже изолированной части здания либо в отдельном корпусе, проектируя двумя компактно расположенными зонами:
* неконтролируемая зона свободного доступа, где расположены помещения для кабинетной работы и отдыха персонала, кладовые нерадиоактивных материалов, реактивов, спецодежды;
* контролируемая зона, включает помещения радионуклидного производства (бункер циклотрона, пультовая и вспомогательные помещения); радиохимическую лабораторию с подсобными помещениями для приёма и хранения реактивов, подготовки к синтезу, упаковки готовой продукции и прочих нужд, прописанных в технологии процесса синтеза РФП; подразделение контроля качества РФП, помещения временного хранения РАО. В Приложении 4 к настоящим Правилам представлен перечень рекомендуемых помещений блока радионуклидного обеспечения и их площадь. Конкретный состав помещений уточняется исходя из условий размещения объекта и задания на проектирование.
  + 1. Подразделения ПЭТ-центра устанавливают в стационарном положении для постоянной эксплуатации в медицинской организации, либо в мобильном исполнении на базе шасси транспортных средств или как перевозимые блоки модульной конструкции. Транспортируемые подразделения ПЭТ эксплуатируют только при установке в стационарном положении при условии обеспечения требований радиационной безопасности для персонала, пациентов и населения в месте размещения в соответствии с настоящими Правилами. Перемещение мобильного подразделения допускается при отсутствии в нем открытых и закрытых радионуклидных источников ионизирующего излучения и при выключенных генерирующих источниках.
    2. Организации по производству РФП для ПЭТ-диагностики, которые не осуществляют с ними медицинскую деятельность, могут быть размещены на отдельном земельном участке, предоставленном в порядке и на условиях, установленных законодательством Российской Федерации для размещения радиационных источников.
    3. При проектировании помещений ПЭТ-центра, организаций по наработке ПИРн и РФП, подразделений ПЭТ-диагностики необходимо обеспечить:
* соответствие требованиям санитарных норм и правил в отношении радиационной безопасности и производства/изготовления лекарственных средств;
* автоматизированный и/или дистанционный контроль за технологическими операциями производства ПИРн и синтеза РФП на их основе со звуковой и световой сигнализацией о нарушениях технологического процесса;
* соблюдение требований НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020 в отношении сбросов и выбросов образующихся радиоактивных жидкостей, аэрозолей и газов;
* блокировки на входе в бункер циклотрона и в процедурную с ПЭТ/КТ-сканером;
* систему радиационного контроля на всех этапах производства ПИРн и обращения с ними;
* системы раздельной вентиляции помещений, соответствующие классам работ с открытыми радиоактивными источниками в них.
  + 1. Доступ пациентов и персонала других структурных подразделений медицинской организации в помещения ПЭТ-центра закрыт за исключением приемной-регистратуры, где осуществляются запись на процедуру, ожидание пациентами вызова на процедуру или на консультацию к врачу. В ПЭТ-центре проектируют отдельные входы для персонала и амбулаторных пациентов; гардеробы верхней, рабочей и чистой одежды располагаются так, чтобы исключить пересечение потоков персонала в уличной и рабочей одежде. По возможности ПЭТ-центр должен соединяться со стационаром медицинской организации отапливаемым в зимнее время переходом с вентиляцией, естественным и искусственным освещением.
    2. Между контролируемой и неконтролируемой зонами блока наработки РФП размещается санпропускник, разделенный на "чистую" и "грязную" зоны. В состав санпропускника входят места для переодевания, для хранения средств индивидуальной защиты, пункт радиометрического контроля кожных покровов и спецодежды, умывальники, душевая, кладовые грязной и чистой спецодежды. Планировка санпропускника должна исключать возможность пересечения потоков персонала в личной и специальной одежде, и возможность прохода из помещений зоны свободного доступа в помещения контролируемой зоны, минуя санпропускник или саншлюз, за исключением доступа к аварийному выходу. Кладовые использованной грязной спецодежды (не загрязненной РВ) и чистой спецодежды располагаются в блоке общих помещений.
    3. Целесообразно в целях обеспечения радиационной безопасности размещать циклотрон (ускоритель) ниже нулевой отметки (в подвале или цокольном этаже), обеспечивая технические мероприятия от затопления грунтовыми и талыми водами, предотвращения неустранимой сырости и усиления гидроизоляции от протечек с верхних этажей. Допускается размещение циклотрона выше первого этажа при соблюдении соответствующих норм радиационной безопасности и строительства.
    4. Помещение управления циклотроном (пультовую) располагают в непосредственной близости от него. На пульте управления циклотрона (ускорителя) должна отображаться информация о параметрах режима его работы, об уровнях мощности дозы в помещении циклотрона, о состоянии систем вентиляции, состоянии блокирующих устройств. Помещение пультовой обеспечивается внешней и внутренней телефонной связью. Информация об уровнях мощности дозы в помещении циклотрона и на рабочих местах персонала радиохимической лаборатории также может выводиться на экраны пульта радиационного контроля, который размещен в другом помещении.
    5. Для координации работы и оперативного оповещения сотрудников ПЭТ-центра, между помещениями блока наработки РФП следует предусмотреть двухстороннюю переговорную связь.
    6. Доступ в помещения блока наработки РФП должен быть исключен для посторонних лиц. Помещения блока наработки РФП закрывают на ключ, когда работы в них не проводятся. На наружных сторонах дверей помещают знак радиационной опасности. Внутренние двери рекомендуется оборудовать смотровыми стеклами.
    7. Размещение циклотрона зависит от его конструкции, мощности, рекомендаций и гарантий производителя. Циклотрон размещают в бункере с бетонными стенами и потолочным перекрытием, толщина которых рассчитывается при проектировании, или в каньоне с лабиринтной схемой входа (далее обобщенно используется термин "бункер"), которые обеспечивают выполнение требований НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и учитывают рекомендации производителя циклотрона. Самозащищенный ускоритель (циклотрон) допускается размещать без бункера с соблюдением требований радиационной безопасности и рекомендаций фирмы-разработчика.
    8. Для снижения наведенной активности в помещении циклотрона должны быть реализованы необходимые конструкторские и проектные решения, в том числе использование специальных марок бетона, минимизация использования железной арматуры, локальная защита вокруг мишени.
    9. Бункер циклотрона является зоной строгого контроля, где пребывание персонала при работающем оборудовании не допускается. Входная защитная дверь в бункер циклотрона должна иметь не менее двух автономных систем блокировки (по мощности дозы внутри и по включению высокого напряжения на циклотроне). Защитные устройства должны обеспечивать запрет на включение циклотрона при открытой двери и при нахождении человека в помещении циклотрона, открывание двери при работе циклотрона и при мощности дозы в бункере, превышающей допустимый контрольный уровень.
    10. Бункер циклотрона и радиохимическую лабораторию проектируют на минимально возможном расстоянии друг от друга. Указанные помещения должны быть связаны скрытыми каналами для размещения линий газовых и жидкостных трубопроводов, пневмопочты и других коммуникаций. Помещение, через которое проходят каналы радионуклидов, является зоной строгого контроля, оборудуется дополнительной защитой.
    11. Помещения радиохимической лаборатории и лаборатории контроля качества должны соответствовать требованиям действующего законодательства. Помещения постоянного пребывания персонала должны иметь дневное освещение. Все рабочие помещения блока наработки РФП обеспечиваются аварийным и эвакуационным освещением.
    12. В зависимости от ассортимента и количества синтезируемых РФП в радиохимической лаборатории проектируется и монтируется один или несколько "горячих" боксов и (или) несколько мини-боксов для ПЭТ-радиохимии. Для фасовки готового продукта используется диспенсер для автоматического приготовления требуемых дозировок РФП.
    13. Допускается применение комбинированного оборудования, совмещающего наработку изотопов и синтез РФП на их основе при условии соблюдения мер радиационной безопасности персонала.
    14. Помещения с оборудованием и лабораторными принадлежностями для подготовки синтеза РФП и контроля качества синтезированных РФП размещаются рядом с радиохимической лабораторией.
    15. Транспортировку защитных контейнеров с фасованными РФП из радиохимической лаборатории в фасовочную или процедурную блока ПЭТ диагностики планируют по кратчайшему маршруту, используя, в том числе, передаточные окна между смежными помещениями и/или специальный подъемник между помещениями разных этажей.
    16. Для выдачи синтезированных в ПЭТ-центре РФП в сторонние организации для получения генераторов и для удаления твердых отходов после распада радионуклидов следует предусмотреть отдельный выход из здания со стальной дверью и под охранной сигнализацией, к которому должен быть обеспечен удобный подъезд с асфальтовым покрытием для специальных грузовых автомашин. Этим выходом в штатном режиме работы не пользуются персонал, пациенты и посторонние лица; одновременно он является запасным аварийным выходом.
    17. Запрещено размещение подразделения ПЭТ-диагностики в подвальных этажах зданий, за исключением помещений хранилища радиоактивных веществ и РАО. Рекомендуемый набор помещений подразделения ПЭТ-диагностики приведен в Приложении 5 к настоящим Правилам. Список и площади помещений уточняются при проектировании в каждом конкретном случае.
    18. В подразделении ПЭТ-диагностики к контролируемой зоне относятся все рабочие помещения, в которых проводятся работы с РФП (фасовка, процедуры введения РФП пациентам, временное хранение РФП и РАО) и где находятся пациенты с введенным РФП. Вход персонала в контролируемую зону осуществляется через санпропускник. Рекомендуется проектировать расширенный санузел для персонала, оборудованный душем, умывальником, местом хранения средств индивидуальной дезактивации.
    19. При необходимости проведения экспериментальных работ на лабораторных животных виварий для их содержания располагается в изолированной части здания или в отдельном корпусе.
    20. При отсутствии выделенного блока радионуклидных исследований на экспериментальных животных допускается проводить доклинические испытания на животных в помещении подразделения ПЭТ-диагностики при соблюдении следующих условий:
* отсутствие пересечения потоков людей и животных;
* проведение испытаний в строго определенные дни и часы и только на специально указанном оборудовании;

проведение после испытаний тщательной уборки, соответствующей санитарно-эпидемическим требованиям.

* 1. **Требования к вентиляции и санитарно-техническому оснащению.**
     1. Помещения подразделения ядерной медицины оборудуют автономной принудительной приточно-вытяжной вентиляцией, которая всегда формирует поток воздуха из менее загрязненных радионуклидами помещений к более загрязненным.
     2. Вентиляция подразделения ядерной медицины должна иметь раздельные системы для помещений, где ведутся работы с радиоактивными веществами, блока общих и вспомогательных помещений и спецвентиляции вытяжных шкафов и местных отсосов.
     3. Воздух в системе вентиляции блока радионуклидного обеспечения не должен подвергаться рециркуляции и попадать в общие и менее загрязненные помещения.
     4. В рабочих помещениях подразделения ядерной медицины вентиляция работает непрерывно в течение времени работы и/или хранения радиоактивных веществ. Вентиляция проектируется и эксплуатируется как автономная приточно-вытяжная с подачей воздуха в верхнюю зону и его удалением из двух зон - 2/3 объема из верхней и 1/3 из нижней зоны помещения (в общих помещениях - только из верхней зоны) при кратности воздухообмена по притоку 3, по вытяжке 4.
     5. Вытяжные шкафы должны обеспечивать скорость движения воздуха в рабочих проемах 1,5 м/с с допускаемым кратковременным снижением скорости прокачиваемого воздуха в открываемых проемах до 0,5 м/с.
     6. Воздух из вытяжных шкафов и помещений допускается удалять во внешнюю среду без очистки, в том числе без использования сменных волоконных фильтров, если суммарный выброс радионуклидов за год не превышает установленного для радиационного объекта допустимого значения выброса.
     7. Вентиляция помещений, не связанных с применением радиоактивных веществ, а также блока общих и технических помещений, выполняется в соответствии с действующими строительными нормами и санитарными правилами, регламентирующими санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность.
     8. Диагностические кабинеты с гамма-камерой и томографом оборудуют дополнительно кондиционерами для обеспечения оптимального для [оборудования](http://ru.wikipedia.org/wiki/Оборудование) микроклимата и [комфортного](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Комфорт&action=edit&redlink=1) для пациента (по температуре, влажности и чистоте воздуха), в других рабочих помещениях параметры среды поддерживаются в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями к медицинским организациям и методиками проведения исследований.
     9. Эксплуатация (обслуживание) механической приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования осуществляется ответственным лицом организации или другой специализированной организацией. Работы по проверке эффективности работы, техническому обслуживанию, очистке и дезинфекции систем механической приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования проводятся не реже одного раза в год и подтверждаются протоколом проверки.
     10. Полы и стены помещений II и III классов подразделений радионуклидной диагностики и терапии выполняются из влагостойких, слабо сорбирующих материалов, стойких к дезактивации; покрытия должны иметь гладкую поверхность, без дефектов. Края покрытий полов должны быть подняты и заделаны заподлицо со стенами. При наличии трапов полы должны иметь уклоны, полотна дверей и переплеты окон должны иметь простейшие профили.

Требования к отделке помещений блока общего назначения должны соответствовать действующему законодательству.

* + 1. Оборудование, в том числе отопительные приборы, рабочая мебель должны иметь гладкую поверхность, простую конструкцию и слабосорбирующие покрытия, облегчающие удаление радиоактивных загрязнений.
    2. Технологические раковины должны быть изготовлены из коррозионностойких легко дезактивируемых материалов, конструкция и глубина моек должна исключать возможность разбрызгивания, краны для воды оборудуются смесителями, которые регулируются при помощи педального, локтевого или бесконтактного устройства. У каждой раковины устанавливается электросушилка для рук или диспенсеры для одноразовых бумажных полотенец.
    3. Протяженность дренажных труб, ведущих от сливных раковин к основной сточной трубе, проектируется минимально возможной. Дренажи и стоки должны быть доступны для периодического радиационного контроля.
    4. Туалеты для пациентов и для персонала проектируются раздельными. Туалет для пациентов с введенным РФП, который они должны посетить перед проведением исследования, располагается поблизости от помещения ожидания. Туалеты оборудуются педальным или принудительным автоматическим сливом. Краны для воды, подаваемой к раковинам, оборудуются смесителями, которые регулируются при помощи педального, локтевого или бесконтактного устройства. У каждой раковины устанавливается электросушилка для рук или диспенсер бумажных полотенец и контейнер для их сбора.
    5. Кладовые для хранения уборочного инвентаря контролируемой зоны оборудуют водопроводом и металлическими раковинами, соединенными с хозяйственно-бытовой канализацией.
    6. Оборудование, инструменты, инвентарь, предназначенный для уборки помещений, и мебель должны быть закреплены за помещениями каждого класса (зоны) и соответственно маркированы. Передача их из помещений одного класса (зоны) в другие запрещается: в исключительных случаях она может быть разрешена только после производственного радиационного контроля с обязательной заменой маркировки.

**Дополнительные требования к вентиляции и санитарно-техническому оснащению для подразделения наработки РФП в ПЭТ-центре**

* + 1. Средства вентиляции помещений ПЭТ-центра должны предусматривать следующие раздельные системы:
* приточно-вытяжной спецвентиляции с механическим побуждением в бункере циклотрона и, при необходимости, с кондиционированием приточного воздуха.;
* спецвентиляции от горячих камер, защитных боксов и/или мини-боксов, вытяжных шкафов, местных отсосов;
* вентиляции "чистых" помещений радиохимической лаборатории с обеспечением требуемых микробиологических характеристик ;
* вентиляции "контролируемых" помещений блока наработки РФП;
* вентиляции вспомогательных помещений блока радионуклидного обеспечения;
* вентиляции "контролируемых" помещений подразделения ПЭТ-диагностики (процедурные ПЭТ-диагностики, фасовочные, процедурные введения РФП, помещения для пациентов перед и после ПЭТ-исследования и туалеты для пациентов с введенным РФП);
* система вентиляции общих и вспомогательных помещений, включая технические помещения, рабочие кабинеты коридоры.
  + 1. Вентиляция циклотрона, "горячих" камер, защитных боксов, вытяжных шкафов включается во время выполнения работы в них. Удаляемый воздух перед выбросом в атмосферу очищают на аэрозольных фильтрах, установленных в непосредственной близости от камер, боксов и шкафов. Тип и количество фильтров определяются на стадии проектирования.
  1. **Радиационная защита в отделениях радионуклидной диагностики *in vivo***
     1. Радиационную защиту от всех видов ионизирующего излучения проектируют таким образом, чтобы суммарные годовые эффективные дозы облучения не превышали 20 мЗв/год для персонала группы «А», 5 мЗв/год для персонала группы «Б» и 1 мЗв/год для лиц из населения. При этом используют системы стационарных (оборудование, стены и перекрытия помещений) и нестационарных (мобильная радиационная защита, контейнеры, экраны) защитных барьеров.
     2. Стационарная радиационная защита должна обеспечивать непревышение допустимых мощностей эффективной дозы (ДМЭД) в помещениях отделения ядерной медицины и на прилегающей территории с учетом назначения рабочих и смежных помещений, категории облучаемых лиц и длительности облучения, радиационных характеристик радионуклидных источников, их активности и размещения. Расчет стационарной защиты выполняют исходя из значений проектной мощности эффективной дозы в контрольных точках, которые принимают равными значениям ДМЭД с коэффициентом запаса не менее 2. Допустимые мощности эффективной дозы для стандартной продолжительности постоянного или временного пребывания персонала в помещениях и населения на прилегающей территории приведены в Приложении 3 к настоящим Правилам. Расчет стационарной защиты от радионуклидных источников представлен в Приложении 6 к настоящим Правилам.
     3. При использовании совмещенных томографов ОФЭКТ/КТ и ПЭТ/КТ в расчете стационарной защиты необходимо учитывать одновременное воздействие гамма-излучения от РФП и рентгеновского излучения от КТ. Расчет защиты выполняют для каждого типа источников исходя из значений проектной мощности дозы, уменьшенной вдвое. В качестве проектного значения принимают наибольшую толщину строительного материала, полученную для излучения радионуклидных источников или для рентгеновского излучения КТ.
     4. Помещение, где пациенты с введенным РФП ожидают исследования, оборудуют креслами и/или кроватями. Пациенты с введенным РФП являются источниками облучения других пациентов и медицинского персонала. При проектировании рассчитывается защита места ожидания сканирования от излучения от других пациентов таким образом, чтобы мощность дозы гамма-излучения от других пациентов, находящихся в этом же помещении, не превышала 12 мкЗв/ч в месте расположения каждого пациента. Для снижения дозы пациенту увеличивают расстояние и применяют стационарную и/или передвижную защиту между пациентами. Допускается конструировать/устраивать персональные (для каждого пациента) помещения, совмещающие функции введения РФП и ожидания исследования.
     5. Конструкция защитного сейфа для хранения радионуклидных источников должна обеспечивать минимальное облучение персонала от соседних источников излучения при помещении или извлечении нужного источника. Дверцы секций должны легко открываться и иметь отчетливую маркировку с указанием наименования источника, его активности и даты производства. Допустимо применение сейфов без дополнительной свинцовой защиты при хранении РФП в защитных контейнерах при условии непревышения в помещении допустимой мощности эффективной дозы для помещений временного пребывания персонала (Приложение 3).
     6. Толщина защитного оборудования рабочих мест персонала (защитные шкафы, боксы, экраны, свинцовые домики) при процедурах синтеза, фасовки, подготовки шприцов для инъекций рассчитывается по тем же принципам, что стационарная защита. Толщина защиты фасовочного шкафа для работы с ПИР, как правило, должна составлять не менее 50 мм, защитное смотровое стекло не менее 40 мм в свинцовом эквиваленте. При работах с гамма-излучающими нуклидами используемыми при диагностике (например, 99mTc, 67Ga, 123I) толщина защиты должна быть не менее 5 мм в свинцовом эквиваленте. Защитные средства должны иметь маркировку, предусмотренную технической документацией, с обязательным указанием значений свинцового эквивалента.

Толщину защиты контейнеров для сбора радиоактивных отходов оценивают на основании количества возможных отходов и энергии излучения используемых радионуклидов.

* + 1. Перемещение радионуклидных источников (шприцы, флаконы, фантомы и т.п.) производится таким образом, чтобы исключить аварийное загрязнение рабочих помещений. При перемещении между помещениями используют защитные контейнеры, передаточные окна и/или специальные подъёмники для транспортировки контейнеров с РФП, при необходимости передвижные тележки.

**Отдельные требования к радиационной защите в отделении однофотонной эмиссионной радионуклидной диагностики**

* + 1. При работах с гамма-излучающими радионуклидами (99mTc, 67Ga, 123I), персонал использует защитные фартуки, воротники и другие средства индивидуальной защиты. Толщина свинцового эквивалента фартука должна быть не ниже 0,35 мм.
  1. **Требования к выводу из эксплуатации**
     1. Вывод из эксплуатации отделения ядерной медицины начинают после распада КЖ радионуклидов, при этом должны быть предусмотрены мероприятия по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения на всех этапах работы, которые включают:
* перепись всех наличных радионуклидных и генерирущих источников, которые необходимо списать или сдать на захоронение;
* подготовку необходимого оборудования для проведения демонтажных работ;
* методы и средства дезактивации демонтируемого оборудования;
* порядок сбора, хранения и утилизации радиоактивных отходов;
* перечень и описание мер радиационной защиты, которые будут применяться во время работ по выводу оборудования из эксплуатации;
* дезактивацию оборудования и помещений от ИИИ;
* порядок проведения радиационного контроля;
* оценку ожидаемых индивидуальных доз и коллективных доз облучения персонала и населения.
  + 1. Долгоживущие радионуклидные источники, используемые в медицинском оборудовании, при выводе из эксплуатации, при возможности, могут быть возвращены поставщику или сданы на временное хранение как радиоактивные отходы в соответствии с требованиями ОСПОРБ-99/2020 в части обращения с радиоактивными отходами. Следует предотвращать распространение неконтролируемого загрязнения на персонал и незагрязненные области. В целях обеспечения радиационной безопасности необходимо иметь комплект защитных средств на случай радиационной аварии.
    2. Транспортирование ИИИ и радиоактивных отходов за пределы организации следует осуществлять в соответствии с действующим законодательством в части обеспечения радиационной безопасности при транспортировании радиоактивных материалов (веществ).
    3. Работы по выводу из эксплуатации должны завершаться проведением заключительного радиационного обследования, выполненного аккредитованной лабораторией. Результаты работ по выводу из эксплуатации оформляются в виде отчета с приложением протоколов радиационного обследования, доз облучения участников работ, документов, подтверждающих перевод КЖ радионуклидов в отходы категории А или Б, передачу ИИИ и радиоактивных отходов другой организации.

1. **Требования к получению, хранению и учету источников ионизирующего излучения и радиоактивных отходов.**
   1. **Учет движения ИИИ в отделении радионуклидной диагностики** 
      1. Получение, использование, хранение и учет ИИИ должны соответствовать требованиям ОСПОРБ-99/2020 (раздел 3.5).
      2. Администрация медицинской организации отвечает за сохранность источников излучения и обеспечивает такие условия получения, хранения, использования и списания с учета всех источников излучения, при которых исключается возможность их утраты или бесконтрольного использования.
      3. Лицо, назначенное приказом по организации ответственным за учет и хранение ИИИ, осуществляет регулирование их приема, хранения, передачи для последующего использования и списания.
      4. Поставка всех ИИИ осуществляется по заявке, согласованной с органом, уполномоченным на осуществление федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора (см. Приложение 7 к настоящим Правилам). Все поступившие источники излучения подлежат учету в соответствующих журналах учёта. Допускается электронная форма регистрации с защитой информации от несанкционированных изменений.
      5. РФП учитываются по радионуклиду, наименованию препарата, серии и номеру фасовки, активности на дату и время изготовления, указанные в паспорте. Все поступившие в подразделение РФП учитываются в журнале учёта РФП (или в нескольких журналах для каждого радионуклида, Приложение 8 к настоящим Правилам), а сопроводительные документы передаются в бухгалтерию для оприходования. Журналы учёта ведутся ответственным лицом, назначенным приказом по медицинской организации.
      6. Генераторы короткоживущих радионуклидов учитываются по их наименованиям и заводским номерам с указанием активности дочернего радионуклида на дату, указанную в паспорте. Поставка и списание генераторов радионуклидов сопровождается записями в приходно-расходном журнале ОРИ (Приложение 8 Правил). Изготовление РФП с использованием наборов реагентов (лиофилизатов) и элюата, полученного на месте из радионуклидного генератора или поступившего в готовом виде из сторонней организации, выполняется в соответствии с «Порядком изготовления радиофармацевтических лекарственных препаратов непосредственно в медицинских организациях» (Приказ Минздрава России № 211н от 27.04.2015 г.). Изготовленные на месте РФП учитывают в «Журнале изготовления РФП». Активность элюата, полученного из генератора, и изготовленного РФП измеряют с помощью радиометра-дозкалибратора, после чего вычисляют объёмные активности .
      7. Расход готовленного РФП учитывается в журнале фасовкиРФП (Приложение 9 Правил). Для учета ИИИ в журнал заносят активность радионуклида в РФП на момент ее фасовки и рассчитанную активность на момент паспортной активности
      8. Устройства, генерирующие ионизирующее излучение в составе ОФЭКТ/КТ, ПЭТ/КТ учитываются по наименованиям, заводским номерам и году выпуска.
      9. Закрытые радионуклидные источники, в том числе входящие в состав приборов (изделий, установок), а также эталоны/фантомы для калибровки оборудования, учитываются в журнале учета закрытых радионуклидных источников по наименованиям и заводским номерам с указанием радионуклида, активности на дату паспортизации и номера каждого источника излучения, входящего в комплект (Приложение 10 к настоящим Правилам). Их перечень вносится в санитарно-эпидемиологическое заключение.
      10. Радионуклидные источники, не находящиеся в работе, должны быть помещены в хранилище либо в специально предназначенный для хранения источника защитный отсек оборудования с условиями, обеспечивающими их сохранность и защиту персонала, и исключающими доступ к ним посторонних лиц.
      11. РФП, поступающие в медицинскую организацию в готовом виде или изготовленные на месте, выдаются для работы ответственным лицом из мест хранения (изготовления) по требованиям с письменного разрешения руководителя организации или лица, им уполномоченного. Требование на выдачу фасовки радиофармпрепарата заполняется по мере рабочей необходимости (Приложение 11 к настоящим Правилам).
      12. Передача ИИИ внутри организации оформляется документально. Процедуры учета изготовленной продукции, передачи между подразделениями, использование РФП для диагностики пациентов, списания не использованной активности после радиоактивного распада, перечень учетной документации и ответственные лица на каждом этапе производства и использования РФП утверждаются приказом руководителя медицинской организации.
      13. Остаток неиспользованного в течение рабочего дня РФП регистрируется в журнале учёта РФП и передаётся в помещение временного хранения до следующего использования или для выдержки на распад и последующего списания, о чём делается запись в журнале учёта радиоактивных отходов (Приложение 12 к настоящим Правилам).
      14. Расходование и списание радионуклидов из открытых источников оформляется внутренним актом, составляемым ответственным лицом и непосредственным исполнителем работ (процедурная медсестра, медицинский физик и т.п.). Акт утверждается руководителем учреждения или лицом, уполномоченным приказом по медицинской организации (см. Приложение 13 настоящих Правил). Одновременно делают запись в журнале учёта радиоактивных отходов (Приложение 12 к настоящим Правилам).
      15. Введение пациенту РФП сопровождается записью в журнале введения РФП пациентам (Приложение 14 к настоящим Правилам), удостоверяемой подписями врача, проводящего данное исследование, и медсестры, которая ввела РФП пациенту. Для учета ИИИ в журнал заносят активность радионуклида в РФП на момент введения ее пациенту и рассчитанную активность на момент паспортной активности.

Одновременно заполняется «Протокол исследования», в котором указывается Ф.И.О. пациента, его пол, возраст, вес, рост, клиническая информация о пациенте, вид исследования, используемый РФП, измеренная активность в приготовленном для введения шприце и время измерения, активность шприца после введения пациенту и время измерения, все записи подтверждают подписи врача, проводящего данное исследование, и медсестры, которая ввела РФП пациенту. Форма протокола исследования приведена в Приложении 15 Правил.

* + 1. После введения РФП пациенту заполненный «Протокол исследования» передается в пультовую, где оператор, проводящий диагностическое сканирование, заполняет часть протокола, касающуюся процедуры сканирования, рассчитывает и записывает эффективную дозу от РФП, от КТ (в случае использования совмещенного ОФЭКТ/КТ или ПЭТ/КТ), подписывает протокол. Дозу пациента от РФП и КТ-сканирования оценивают согласно утвержденным методикам. Общую эффективную дозу пациента за совмещенного ОФЭКТ/КТ или ПЭТ/КТ исследование определяют, как сумму доз от РФП и КТ-сканирования.

Протоколы исследований хранятся в подразделении в течение не менее 5 лет.

* + 1. В соответствии с «Протоколом исследования» назначенное лицо заполняет "Журнал учета пациентов, прошедших исследование". В журнале отображают следующие сведения: Ф.И.О. пациента, возраст, номер протокола исследования, дата проведения исследования, наименование РФП, вводимый объем и фактическая введенная активность, эффективная доза, полученная пациентом от введенного РФП и доза рентгеновского излучения в случае использования ОФЭКТ/КТ или ПЭТ/КТ.
    2. Учетными документами радиационных источников в подразделении диагностики являются:
* паспорта на поставленные открытые и закрытые радионуклидные источники;
* заявки на поставку РФП;
* приходные накладные на полученные радионуклидные источники из сторонних организаций;
* журналы учета ЗРИ;
* акты о списании ЗРИ;
* акты и паспорта на РАО, сданные на захоронение;
* журнал учета радионуклидных генераторов;
* протоколы исследований;
* журнал учета РФП;
* журнал введения РФП пациентам;
* журнал учета пациентов, прошедших исследование;
* журнал учета РАО;
* акты инвентаризации ИИИ.

Учетные записи в журналы учета вносятся в день проведения операций с РВ и РАО.

**Дополнительные требования к контролю и учету ИИИ в подразделении наработки РФП в ПЭТ-центре**

* + 1. При производстве радионуклидов и меченных ими РФП учет готовой продукции проводится по установленным в организации формам первичной документации: технологический регламент по изготовлению РФП с указанием всех технологий, используемых материалов, оборудования и условий при изготовлении, а также спецификацией на готовый РФП; нормативная документация, в которой указаны процедуры и критерии для оценки качества РФП; инструкция по медицинскому применению препарата. Лица, ответственные за учет и контроль ИИИ, вносят записи в приходно-расходный журнал учета производства и выдачи РФП подразделения радионуклидного обеспечения (см. Приложение 16 к настоящим Правилам).
    2. На синтезированый РФП, передаваемый потребителю, оформляется паспорт, в котором указываются номер, серия препарата, его активность, объем, дата и время изготовления, а также результаты контроля качества РФП (радионуклидная, радиохимическая и химическая чистота в %, величина pH).
    3. Подразделение ПЭТ диагностики представляет заявку на РФП, требуемую активность, вид фасовки (общая фасовка РФП для дальнейшей расфасовки на отделении или в виде поименных дозировок для конкретных пациентов в шприцах), дату и время поставки препарата. Заявка (заказ) подписывается ответственным лицом, утвержденным руководителем организации в соответствии с установленным в организации порядком.
    4. Ответственное лицо в подразделении наработки РФП в ответ на полученную заявку фиксирует данные о фактически переданной активности РФП, прилагает паспорт фасовки РФП, передает фасовку РФП ответственному лицу из диагностического подразделения. Информация о переданном продукте заносится в журнал учета производства и выдачи РФП блока наработки РФП.
    5. Поставка синтезированных РФП допускается в организации, которые имеют разрешительные документы на работу с ОРИ. Поставка РФП сторонней организацией производится согласно заявке получателя, оформленной в установленном порядке в соответствии с Приложением 2 ОСПОРБ-99/2020. График поставок ультракороткоживущих РФП согласовывается с территориальными органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор по месту нахождения, как поставщика, так и получателя продукции.
    6. На изготовленный РФП, передаваемый в отдел контроля качества, оформляется протокол отбора пробы, содержащий следующие данные: наименование препарата, номер, серия (фасовка), объем и активность пробы на время паспортизации. Данные и результаты анализов качества в отделе контроля качества фиксируются в журнале учета анализируемых проб, а также хранятся в виде протоколов.
    7. Учетными документами радиационных источников в подразделении наработки РФП являются:
* паспорта на поставленные открытые и закрытые радионуклидные источники;
* заявки на поставку радионуклидных источников из сторонних организаций;
* приходные накладные на полученные радионуклидные источники из сторонних организаций;
* заявки на изготовление РФП;
* протоколы наработки радионуклида;
* технологические протоколы или другая документацию на производство РФП, согласно технологическому регламенту;
* аналитические паспорта, подтверждающие качество РФП;
* журнал и протоколы отбора проб готового РФП для анализа;
* акты приемки-передачи;
* требования на выдачу радионуклидных источников;
* журнал учета радионуклидных генераторов;
* журнал учета РФП;
* акты о списании ЗРИ;
* акты и паспорта на РАО, переданные на захоронение;
* журнал учета РАО;
* акты инвентаризации ИИИ.
  1. **Обращение с радиоактивными отходами**

**Требования к сбору, хранению, удалению и учету радиоактивных отходов**

* + 1. Проведение работ с радиофармпрепаратами приводит к образованию твердых (ТРО) и жидких радиоактивных отходов, относящихся к классу Г. В отделениях радионуклидной диагностики образуются отходы с короткоживующими (КЖ) радионуклидами с периодом полураспада менее 15 суток, а также отходы, содержащие долгоживущие радионуклиды с периодом полураспада более 15 суток (например, детали и узлы циклотрона с наведенной радиоактивностью, элементы покрытия стен бункера циклотрона, использованные генераторы, отработанные сменные фильтры системы спецвентиляции, отслужившие свой срок эталонные и калибровочные источники).
    2. К радиоактивным отходам относятся не подлежащие дальнейшему использованию материалы и предметы, у которых удельная активность превышает значения, указанные в Приложении 5 к ОСПОРБ-99/2020. Для смеси радионуклидов – если сумма отношений удельных активностей к их предельным значениям из Приложения 5 к ОСПОРБ-99/2020 больше 1.
    3. При отсутствии радиационных аварий и соблюдении установленных технологий работы с открытыми радионуклидными источниками в подразделениях радионуклидной диагностики к отходам, которые на момент образования могут быть отнесены к твёрдым радиоактивным отходам (ТРО), относятся:
* использованные перчатки после работы с РВ;
* ватные тампоны, марлевые подушечки, кровоостанавливающие повязки, использованные при инъекции РФП;
* использованные при инъекции РФП одноразовые шприцы, одноразовые системы для внутривенного введения;
* одноразовые простыни, которые используются во время сканирования;
* опорожненные флаконы от радиофармпрепаратов;
* использованная фильтровальная бумага;
* использованные радионуклидные генераторы;
* спецодежда разового использования;
* сменная лабораторная посуда и радиоактивно загрязненные инструменты;
* радиоактивно загрязненные детали и узлы, заменяемые при ремонте защитных боксов и другого оборудования;
* биоматериал с введенным РФП.
  + 1. Биоматериал содержащий РФП после выдержки до распада КЖР и радиационного контроля уничтожается как медицинские отходы класса Б. Срок хранения биоматериала не должен превышать пяти суток в случае, если не обеспечены условия хранения (выдержки) в холодильных установках или соответствующих растворах.
    2. ТРО с УКЖ и КЖ радионуклидами собирают в специальные контейнеры со сменными полиэтиленовыми мешками. Контейнеры для сбора ТРО устанавливаются во всех помещениях, где проводятся работы или присутствуют пациенты с введенным РФП. При работе с различными радионуклидами сбор радиоактивных отходов производят, объединяя их по близким периодам полураспада в одном контейнере, для удобства последующего хранения и списания. В процедурных введения РФП предусматривают отдельный сбор и обеззараживание отходов класса Б (иглы шприцов, капельниц, тампоны) загрязненных кровью пациентов. Сбор отходов класса Б осуществляется в мешки желтого цвета или имеющие желтую маркировку. Если в медицинской организации есть система централизованного обеззараживания отходов класса Б, то допускается сбор использованных шприцев в неразобранном виде с предварительным отделением игл в общие емкости. Мешки с ТРО, включая обеззараженные ТРО класса Б, из рабочего помещения выносят в помещение временного хранения РАО за радиационную защиту (ячейка сейфа или блок из свинцовых кирпичей). Туда же помещают неизрасходованные остатки РФП в закрытых флаконах.
    3. Каждый пакет с суточными РАО маркируется этикеткой с указанием радионуклида, даты поступления на хранение и запланированной даты удаления в качестве неактивных отходов после выдержки до распада. Рекомендуется не реже одного раза в неделю (например, в понедельник утром) производить освобождение временного хранилища от ТРО с УКЖ и КЖ радионуклидами и после обязательного радиационного контроля отходов проводить их списание.
    4. Образование, передача радиоактивных отходов на временное хранение и списание и должны быть оформлены в журнале учета радиоактивных отходов (см. Приложение 12 к настоящим Правилам). При списании отходов как неактивных после выдержки на радиоактивный распад оформляется соответствующий акт (см. Приложение 13 к настоящим Правилам), а при передаче отходов специализированной организации оформляются акт и паспорт на партию радиоактивных отходов по установленной форме.
    5. В хранилище радиоактивных отходов все ТРО сортируют по виду радионуклида и по категории активности, закладывают в пластикатовые мешки и помещают за радиационной защитой. На каждом мешке должна быть этикетка с указанием радионуклидов и даты поступления на хранение.
    6. Помещение временного хранения ТРО должно быть оборудовано в соответствии с требованиями, предъявляемыми к помещениям для работ II класса. В хранилище ТРО выделяют зоны для раздельного хранения РАО, содержащих короткоживущие и долгоживущие радионуклиды, обеспечив их достаточной радиационной защитой. Отработавшие закрытые радиационные источники хранятся в заводских упаковках.
    7. Короткоживущие РАО, выдерживают до уменьшения мощности дозы ниже 1 мкЗв/ч на расстоянии 0,1 м от поверхности пакета, после радиометрического контроля переводятся актом в отходы класса А или Б с удалением метки радиационной опасности. Срок хранения биоматериала не должен превышать пяти суток в случае, если в хранилище не обеспечены условия хранения (выдержки) в холодильных установках или соответствующих растворах.
    8. Твердые радиоактивные отходы с периодом полураспада радионуклидов свыше 15 суток (например, отработанные фольги циклотрона) и при невозможности выдержки их на распад до уровня, выводящего их из категории радиоактивных отходов в течение одного года, подлежат передаче в специализированные организации. Такие ТРО сортируются по категориям активности, закладывают в пластикатовые мешки и помещают в специальное место помещения временного хранения РАО. Каждый мешок снабжают этикеткой с указанием радионуклида или наименованием отходов, если радионуклидный состав не известен, даты поступления на хранение, измеренной мощностью дозы на расстоянии 0,1 м и следующей даты радиационного контроля. Так как среди продуктов активации есть быстро распадающиеся радионуклиды (период полураспада от 3 часов до 44 дней) и долгоживущие радионуклиды (период полураспада до 10 - 13 лет), требуется провести несколько измерений, например, с интервалом один месяц, чтобы определить требования к обращению с ними.
    9. Использованные радионуклидные генераторы, загрязненное оборудование и свинцовые транспортные контейнеры от РФП должны складироваться отдельно в хранилище РАО. После выдержки на распад генераторы передаются фирме-изготовителю. Вывод их из-под радиационного контроля оформляется актом списания. Контейнеры и оборудование после выдержки на распад и заключительного радиационного контроля возвращают на рабочие места для дальнейшего использования.
    10. Технологические растворы, использованные для дезинфекции и дезактивации "горячих" боксов и фасовочных шкафов, собирают в специальные пластиковые емкости и хранят закрытыми для выдержки на распад в специальном отсеке бокса, а при его отсутствии в специальном металлическом шкафу. После радиационного контроля они могут быть удалены в хозяйственно-бытовую канализацию.
    11. Жидкие отходы от сливных раковин и туалетов в подразделении радионуклидной диагностики допускается выводить в хозяйственно-бытовую канализацию при условии, что годовая эффективная доза у критической группы населения не превышает 0,1 мЗв. Оценку дозы проводят на этапе проектирования отделения.
    12. Для КЖ радионуклидов, для которых установлены критерии отнесения к жидким радиоактивным отходам (ЖРО) в Приложении 5 ОСПОРБ-99/2020 (см. также Приложение 1 настоящих Правил), концентрация радионуклидов в жидких отходах медицинской организации не должна превышать значений этих критериев. При работах с несколькими радионуклидами сумма отношений удельных активностей радионуклидов в жидких отходах к критериям их отнесения к ЖРО, не должна превышать 1.
    13. Все отходы, которые образуются в помещениях отделений ядерной медицины, считаются потенциально опасными и могут быть утилизированы только после подтверждения отсутствия радиоактивного загрязнения путем проведения радиометрического контроля.

**Особенности хранения радиоактивных отходов в блоке наработки РФП в ПЭТ-центре**

* + 1. Допускается хранение в бункере циклотрона ТРО, образовавшихся при эксплуатации циклотрона, при обеспечении надлежащих защитных и организационных мер. Нерадиоактивные отходы должны собираться отдельно от радиоактивных отходов в другом помещении.

1. **Организации работ и обеспечение радиационной безопасности персонала в подразделениях ядерной медицины**
   1. **Общие требования к организации работ** 
      1. Организация и проведение работ в подразделениях ядерной медицины должны обеспечивать получение достоверной диагностической информации или планируемого терапевтического эффекта при одновременном исключении избыточного (неоправданного) облучения пациентов, а также защиту персонала от профессионального внешнего и внутреннего облучения.
      2. Работа с РФП разрешается только в тех помещениях и с теми радионуклидами и активностями, которые указаны в санитарно-эпидемиологическом заключении. На дверях каждого помещения указывается его назначение, класс проводимых работ с открытыми радионуклидными источниками и знак радиационной опасности.
      3. В помещениях, где проводятся работы с РФП, не допускается проводить другие работы и размещать оборудование, не предусмотренное в санитарно-эпидемиологическом заключении, за исключением оборудования, необходимого для обеспечения диагностического процесса.
      4. Руководитель медицинской организации утверждает список сотрудников, отнесенных к персоналу группы А и Б, обеспечивает их необходимое обучение, назначает лиц, ответственных за обеспечение радиационной безопасности, учет и хранение радиоактивных веществ, за организацию сбора, хранения и сдачу радиоактивных отходов, а также за радиационный контроль.
      5. К работе с ИИИ допускаются лица, не моложе 18 лет, отнесенные приказом руководителя медицинской организации к категории персонала группы А, имеющие соответствующее профессиональное образование, прошедшие специальное обучение по правилам работы с ИИИ и по радиационной безопасности при приёме на работу и далее не реже одного раза в 5 лет, не имеющие медицинских противопоказаний для работы с ИИИ по результатам ежегодных медицинских освидетельствований.
      6. При выявлении отклонений в состоянии здоровья, препятствующих продолжению работы с ПИРн, вопрос о временном или постоянном переводе этих лиц на другую работу решается администрацией организации индивидуально в установленном порядке.
      7. Лица, которые по должностным обязанностям не работают с ИИИ, но рабочие места которых находятся в сфере воздействия радиационных источников подразделения ядерной медицины, относятся к персоналу группы "Б". Персонал группы "Б" должен знать свои действия в случае радиационной аварии Список лиц, отнесенных к персоналу группы "Б", устанавливается администрацией организации.
      8. Персонал подразделения ядерной медицины проходит инструктаж по технике безопасности, в том числе и по радиационной безопасности:

* вводный при поступлении на работу в подразделение;
* первичный на рабочем месте;
* повторный не реже двух раз в год;
* внеплановый при изменении условий работы.
  + 1. Персонал группы А проходит обучение и повышение квалификации по радиационной безопасности не реже одного раза в 5 лет в организации, имеющей лицензию на образовательную деятельность по специальности «радиационная безопасность».
    2. Лица, командированные в подразделение ядерной медицины с целью профессиональной переподготовки, повышения квалификации, обучения, а также для проведения монтажных и ремонтных работ, допускаются к работе, если у них есть медицинский допуск к работе с ИИИ, после прохождения инструктажа и проверки знаний по технике безопасности. Для лиц, проходящих обучение с использованием ИИИ (старше 16 лет), годовые дозы не должны превышать значений, установленных для персонала группы "Б". Облучение обучаемых лиц должно контролироваться поверенными прямопоказывающими дозиметрами, которыми их обеспечивает подразделение, проводящее обучение.
    3. Инструктаж персонала и прикомандированных лиц по технике безопасности, в том числе и радиационной безопасности, регистрируется в специальном журнале (Приложение 17 к настоящим Правилам).
    4. Организация работ с ИИИ должна быть направлена на сокращение продолжительности пребывания персонала в поле излучения источников (включая пациентов с введенным РФП), на увеличение расстояний между работающими и источниками и на минимизацию радиоактивных отходов, образующихся при технологических операциях.
    5. Все рабочие операции с РФП, выполняемые в подразделении, должны быть описаны в инструкциях по технологиям работ, составленных в произвольной форме, утвержденной администрацией учреждения. Персонал допускается к работе после ознакомления с инструкцией и проверки полученных знаний в ходе соответствующего инструктажа.
    6. Персонал, занятый изготовлением РФП, должен иметь на своих рабочих местах инструкции по изготовлению всех используемых РФП и пошагово им следовать, а при их изменении проходить внеплановое обучение обновленной технологии.
    7. Не допускается использование просроченных генераторов, готовых РФП и реагентов для изготовления РФП.
    8. Все технологические операции по изготовлению РФП и фасовке для введения пациентам, а также работы по подготовке жидкостных фантомов проводят в вытяжных шкафах на лотках и поддонах из слабосорбирующих материалов или на специально оборудованных местными отсосами лабораторных столах. Ёмкость поддонов и лотков при фасовке и изготовлении РФП должна превышать объем используемого радиоактивного раствора не менее, чем в два раза, а их дно выстилают слоем фильтровальной бумаги.
    9. Готовые фасовки РФП должны быть чётко маркированы согласно действующей нормативной документации с ясным указанием наименования РФП и его активности на дату и время измерения. Немаркированные и поврежденные флаконы с раствором подлежат удалению как радиоактивные отходы.
    10. В каждом рабочем помещении, где ведется работа с РФП, предусматривается наличие не менее одного радиационно-защитного контейнера для сбора твердых радиоактивных отходов.
    11. Холодильники для хранения РФП размещают в хранилище РФП, генераторной или фасовочной и при необходимости обеспечивают радиационной защитой, снижающей уровень гамма-излучения от максимальных активностей фасовок до допустимой мощности дозы в помещении.
    12. Каждое подразделение радионуклидной диагностики *in vivo* должно быть обеспечено не менее чем одним специализированным радиометром (дозкалибратором) утвержденного типа для определения активности фасовок РФП, с настройками на все изотопы, которые используются в отделении, и приборами для проведения радиационного контроля (дозиметрами, индивидуальными дозиметрами, радиометрами для контроля загрязнения персонала и пр.). Метрологическая поверка такого оборудования производится в установленном порядке с периодичностью, указанной в документации на оборудование, с выдачей соответствующего свидетельства. Использование измерительного оборудования с просроченным периодом поверки не допускается.
    13. Фасовку РФП для конкретного пациента производит процедурная медицинская сестра в защитном боксе или шкафу при необходимости за защитной стенкой из свинцовых кирпичей. Исходя из паспортных данных РФП, в шприц отбирается рассчитанный объем препарата из общей фасовки, активность в шприце измеряется на радиометре перед введением пациенту и после введения.
    14. В рабочих помещениях подразделения не допускается прием пищи и воды, курение, пользование косметикой, хранение пищевых продуктов, табачных изделий, домашней одежды и других посторонних предметов. Рекомендуется применять предметы личной гигиены (носовые платки, полотенце, салфетки) одноразового использования.
    15. Во всех помещениях, в которых выполняется работа с открытыми радионуклидными источниками, проводится ежедневная влажная уборка. Рабочий инвентарь для уборки и дезактивации поверхностей на рабочих местах персонала маркируется, закрепляется за помещениями соответствующего блока данного подразделения и не используется в помещениях другого блока.
    16. Руководители подразделений, старшие по должности и опыту работы сотрудники должны формировать культуру безопасности путем подбора, обучения и подготовки персонала для различных видов деятельности, влияющих на безопасность, строгого соблюдения дисциплины труда при четком распределении персональной ответственности руководителей и исполнителей, разработки и строгого соблюдения требований действующих инструкций по выполнению работ и их периодическому обновлению с учетом накопленного опыта
  1. **Обеспечение радиационной безопасности персонала**
     1. Радиационная безопасность персонала в подразделениях радионуклидной диагностики *in vivo* обеспечивается:
* ограничениями допуска к работе с источниками излучения по возрасту, состоянию здоровья, уровню предыдущего облучения и другим показателям;
* созданием условий труда, отвечающих требованиям НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящих Правил;
* знанием и соблюдением работниками правил работы с ИИИ;
* проектным решением стационарной защиты, планировкой и размещением по назначению помещений, использованием защитного оборудования и передвижных средств защиты: экранов, сборных стенок из свинцовых блоков, защитных сейфов, контейнеров, вытяжных шкафов, боксов и т.п.;
* применением индивидуальных средств защиты;
* соблюдением установленных допустимых и/или контрольных уровней мощности дозы излучения на рабочих местах;
* регулярным проведением радиационного контроля;
* инструктажем по радиационной безопасности и по действиям персонала при аварии;
* организацией системы информирования о радиационной обстановке;
* проведением эффективных мероприятий по защите персонала при планируемом повышенном облучении в случае аварии.
  + 1. С целью снижения уровня внешнего облучения персонала необходимо:
* исключать доступ в помещения с радионуклидными источниками всех лиц, не занятых в рабочем процессе, в том числе пациентов, сотрудников и любых других посторонних лиц;
* по возможности увеличивать расстояние между источником и работающими, в том числе расстояние между сотрудниками и пациентами с введенными радиофармпрепаратами;
* по возможности сокращать время пребывания персонала в поле излучения радионуклидных источников, в том числе и продолжительность контакта с теми пациентами, которым введены радиофармпрепараты; при этом сокращение продолжительности контакта не должно приводить к нарушению установленных технологий медицинских процедур и снижению качества диагностики;
* активность радионуклидных источников на рабочем месте персонала должна быть минимально необходимой для работы;
* максимально использовать автоматизированные технологии работы с радиоактивными источниками (автоматические диспенсеры, дозаторы и пр.);
* изготовление и фасовку РФП проводить в защитном боксе или шкафу с ламинарным потоком воздуха, с использованием автоматических, полуавтоматических средств фасовки или вручную; вытяжные шкафы старого образца без радиационной защиты переднего окна необходимо усилить защитным настольным экраном или стенкой из свинцовых блоков, проверив их эффективность радиационным контролем;
* использовать инструменты для дистанционного манипулирования радионуклидными источниками и радиоактивными отходами;
* минимизировать маршруты перемещения фасовок и шприцов с РФП внутри подразделения, использовать локальную защиту шприцов;
* по возможности проводить инъекции РФП шприцами, оборудованными снимаемой локальной радиационной защитой, использовать технику предварительной катетеризации вены пациента, введение выполнять, используя настольный защитный экран. Допускается использовать специальные автоматические инжекторы для введения РФП пациентам.
  + 1. С целью предотвращения поступления радионуклидов в организм человека, снижения уровня внутреннего облучения персонала и предотвращения распространения радионуклидов необходимо:
* проводить все работы II и III классов с использованием комплекта средств индивидуальной защиты, в состав которого должны входить халат, шапочка, перчатки, сменная легкая обувь из нетканых материалов;
* при уборке помещений, в которых ведутся работы с открытыми радионуклидными источниками, туалетов для пациентов дополнительно использовать пленочный фартук, нарукавники, пластиковые или резиновые бахилы;
* при ликвидации последствий радиационных аварий использовать комплект дополнительных средств индивидуальной защиты и, при необходимости, фильтрующие средства защиты органов дыхания;
* использовать одноразовую спецодежду или проводить регулярную смену основной спецодежды со сдачей в прачечную после выдержки её на распад радионуклидов;
* использовать одноразовые средства индивидуальной защиты с последующим удалением их как твердые радиоактивные отходы, или выдержкой на распад и последующим удалением как не радиоактивных отходов;
* особое внимание уделять предотвращению распространения радиоактивного загрязнения с перчаток на другие поверхности, в том числе и на дверные ручки;
* организовать радиационный контроль персонала при переходе из зоны в зону.
  + 1. Персонал подразделений ядерной медицины обязан знать и строго соблюдать настоящие Правила, требования к эксплуатации технологического оборудования, правила охраны труда, техники безопасности, радиационной безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии.
    2. В случае возникновения нештатных (аварийных) ситуаций персонал действует в соответствии с инструкцией по ликвидации аварий.
    3. Для женщин в возрасте до 45 лет, работающих с источниками излучения, вводятся дополнительные ограничения: эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота не должна превышать 1 мЗв в месяц, а поступление радионуклидов в организм за год не должно быть более 1/20 предела годового поступления для персонала.
    4. На период беременности и грудного вскармливания ребенка администрация организации должна обеспечить женщине перевод на работу, не связанную с источниками ионизирующего излучения.

1. **Обеспечение радиационной безопасности пациентов при проведении исследований радионуклидной диагностики *in vivo***
   1. **Общие принципы обеспечения радиационной безопасности пациентов**
      1. Радиационная безопасность пациентов при выполнении диагностических радионуклидных исследований обеспечивается соблюдением следующих принципов:

а) обоснованием проведения радиологических процедур и

б) оптимизацией радиационной защиты пациентов.

* + 1. Принцип обоснования при проведении радионуклидных диагностических исследований реализуется с учетом следующих требований:
* проведение исследования только по клиническим показаниям;
* риск здоровью пациента при отказе от радионуклидного исследования заведомо превышает риск от облучения при его проведении;
* предпочтение альтернативных (нерадиационных) методов диагностики, если их эффективность не уступает радионуклидной диагностике или достаточна для уточнения или постановки конкретного диагноза.
  + 1. Обоснование радионуклидного исследования у конкретного пациента осуществляется лечащим врачом. При индивидуальном обосновании учитываются следующие обстоятельства:

а) необходимость и срочность проведения процедуры;

б) объем требуемой диагностической информации, возможность ее получения нерадиационными методами;

в) ожидаемая доза и связь её с риском отдаленных последствий облучения, информация о предыдущих радиологических процедурах и полученных дозах и связанными с ними радиационных рисках;

г) индивидуальное состояние пациента.

Окончательное решение о целесообразности, объеме и виде исследования принимает врач-радиолог.

Если диагностическое радионуклидное исследование не обосновано, ее не следует проводить. Врач-радиолог имеет право отказаться от её проведения при отсутствии клинических показаний и (или) при отсутствии обоснования. О принятом решении он информирует лечащего врача и фиксирует свой мотивированный отказ в амбулаторной карте, истории болезни или направлении на процедуру.

При назначении повторного радионуклидного исследования помимо клинических показаний врач-радиолог при выборе параметров исследования должен учитывать суммарную эффективную дозу, полученную пациентом в результате рентгенорадиологических исследований, которые были проведены в течение года, в том числе и в других медицинских учреждениях.

В случае необходимости оказания больному экстренной помощи по жизненным показаниям процедура проводится без учета сроков и результатов предшествующих рентгенорадиологических исследований.

* + 1. Необходимо стремиться к уменьшению облучения пациентов как за счет исключения необоснованных назначений диагностических радионуклидных исследований, так и их необоснованных повторений.

Целью оптимизации защиты пациента при диагностических радионуклидных исследованиях является обеспечение наибольшего превышения выгоды для здоровья пациента от уточнения диагноза и выбора тактики лечения по сравнению с вредом от облучения с учетом социальных и экономических факторов.

* оптимизация защиты пациента осуществляется путем выбора РФП и его дозировки, обеспечивающих выполнение поставленной диагностической задачи; использованием современной диагностической аппаратуры и её регулярным техническим обслуживанием; разработки инструкций и протокола проведения исследования, регулярный контроль качества их исполнения.
* для создания оптимальных условий проведения исследования необходимо продумать, описать в инструкциях и внедрить в практику следующие действия относительно каждого пациента:
* систему идентификации пациента, исключающую возможность ошибки при совпадении имени и фамилии;
* выбор оптимальных режимов получения изображения: коллиматор, энергетическое окно, размер матрицы, время сбора данных и пр.;
* проверку оборудования (радиометра-дозкалибратора, коллиматоров или стола) на отсутствие механических повреждений и радиоактивного загрязнения, которые могут исказить результаты исследования;
* использовать методы снижения облучения пациента, соответствующие принятому протоколу подготовки и проведения диагностического исследования с учетом индивидуальных особенностей пациента и его заболевания.
  1. **Распределение ответственности** 
     1. Радионуклидные диагностические исследования *in vivo* проводятся только по назначению лечащего врача по клиническим показаниям пациента, когда результаты всех выполненных ранее не лучевых диагностических тестов требуют дополнительного уточнения методами радионуклидной диагностики или отсутствуют равнозначные по эффективности лечения альтернативные процедуры, не связанные с облучением. Обоснование при назначении процедуры вписывается в амбулаторную карту или в историю болезни и записывается в направлении на исследование. Лечащий врач несет ответственность за направление пациента радионуклидное исследование.
     2. Ответственность за проведение радионуклидного исследования и безопасность пациента несет врач-радиолог, проводящий эту процедуру. Врач-радиолог:
* оценивает обоснованность назначения радионуклидной процедуры с учётом предварительного диагноза и результатов ранее проведенных обследований с правом отказа от проведения процедуры в случае, если признает назначение необоснованным или неправильным; в последнем случае он даёт письменное объяснение отказа;
* выбирает оптимальные параметры исследования: РФП и величину вводимой активности с учетом технических возможностей оборудования и состояния пациента; контролирует подготовку пациента к исследованию, инструктирует о поведении во время и после исследования, по желанию пациента информирует его об ожидаемой дозе и радиационном риске;
* обеспечивает гарантию качества проведения радионуклидных процедур: следит за качественным изготовлением РФП в условиях подразделения, за подготовкой и проведением исследования;
* делает медицинское заключение по исследованию и оценивает эффективную дозу, полученную пациентом при диагностическом исследовании, записывает полученную дозу в листе лучевых нагрузок;
* участвует в разработке и внедрении новых методик исследования/лечения в практику работы подразделения, проводит анализ аварийных и нештатных ситуаций;
* ведет отчетную медицинскую документацию.
  + 1. Заведующий подразделением отвечает за кадровое обеспечение подразделения, за состояние радиационной безопасности, в том числе за обеспечение средствами защиты, за наличие инструкций для персонала по отдельным технологиям и правилам соблюдения радиационной безопасности, инициирует анализ и устранение аварийных и нештатных ситуаций, медицинских ошибок, планирует и координирует работу подразделения
    2. Медицинская сестра (лаборант) в подразделении ядерной медицины обеспечивает:
* идентификацию пациента, уточнение у пришедшей на исследование/лечение женщины-пациентки не беременна ли она; не является ли кормящей матерью, передаёт полученную информацию врачу, проводящему исследование;
* информирование пациента и сопровождающих его лиц о процедуре и о поведении после неё, получение подписи пациента на информированном согласии пациента или его представителей на проведение радиодиагностической процедуры;
* получение элюата из радиоизотопного генератора и изготовление радиофармпрепарата в соответствии с инструкцией по изготовлению;
* проверку соответствия вводимого РФП и его активность назначению, делает введение РФП пациенту;
* проводит регулярный радиационный мониторинг рабочего места;
* отвечает за правильное использование приборов и защитного оборудования;
* ведет отчетную документацию в соответствующих журналах;
* информирует врача в случае аварийных ситуаций или неправильного введения радиофармпрепарата.
  + 1. Обязанности и ответственность медицинского физика (при наличии его в штате подразделения):
* участвует в планировании и совершенствовании медицинской деятельности подразделения (закупка и эксплуатация оборудования, внедрение новых методик, кадровое обеспечение, пр.);
* совместно с врачом-радиологом выбирает оптимальные параметры исследования, обеспечивающие наименьшую дозу пациента при сохранении необходимого качества диагностического изображения;
* проводит калибровку и следит за качественной работой оборудования;
* отвечает за рабочее состояние и техническое обслуживание аппаратуры;
* рассчитывает дозу, полученную пациентом;
* участвует в приемных испытаниях нового оборудования;
* следит за поддержанием необходимого уровня радиационной безопасности в отделении;
* разрабатывает требования и спецификацию для закупки оборудования по обеспечению РБ;
* расследует и оценивает нештатные и аварийные ситуации;
* ведет медико-техническую документацию.
* Разрабатывает и контролирует выполнение другим персоналом программы обеспечения качества радионуклидных исследований исследований.

При отсутствии в штате медицинского физика его обязанности выполняет инженер.

* 1. **Подготовка и проведение радионуклидных диагностических исследований *in vivo***
     1. Радионуклидное исследование *invivo*проводится с согласия пациента или его законного представителя, которому предварительно разъясняют пользу от предложенной процедуры и связанный с ней риск для здоровья, информируют об имеющихся альтернативных методах диагностики. Пациент или его законного представитель расписывается в информированном согласии на выполнение радионуклидного исследования или терапевтической процедуры. В случае недееспособности пациента требуется согласие его законных представителей или проведение исследования оформляется решением консилиума врачей. Условия проведения радионуклидной диагностики у детей регламентируется в разделе 5.4
     2. При записи на исследование необходимо проинструктировать пациента о его действиях по предварительной подготовке к исследованию. В журнале записи пациента на исследование регистрируется организация и фамилия врача, направившего на исследование, вид назначенной процедуры и предварительный диагноз.
     3. Перед началом исследования необходимо проверить соответствие направления и паспортных данных пациента, выяснить у женщины, нет ли у неё беременности, не является ли она кормящей матерью, оформить информированное согласие пациента.
     4. Пациенты с введенным РФП должны размещаться в специальных комнатах для ожидания исследования на максимально возможном расстоянии друг от друга. Необходимо стремиться разместить пациентов подальше от мест постоянного пребывания персонала. По возможности, рекомендуется отделять высокоактивных пациентов от низкоактивных, детей от взрослых.
     5. Врач-радиолог должен проинструктировать пациента относительно соблюдения неподвижности тела при проведении сканирования, а медсестра (либо иной сотрудник подразделения по указанию заведующего) непрерывно контролирует неподвижность в ходе сбора данных. В зависимости от клинического состояния пациента прибегают к психологической, фармакологической или механической иммобилизации пациента.
     6. В амбулаторную карту, историю болезни и диагностическое заключение записывают:
* название и активность введенного РФП;
* способ введения РПФ;
* название методики радионуклидного исследования;
* результаты исследований;
* диагностическое заключение;
* суммарную эффективную дозу, полученную пациентом от внутреннего облучения при введении РФП и внешнего облучения от КТ.
  + 1. В лист учета доз медицинского облучения вносят название исследования, название и активность введенного РФП и эффективную дозу пациента.
    2. Медицинская организация обязана выдать пациенту справку о проведенном радионуклидном исследовании с указанием даты, введенного РФП и активности радионуклида в РФП, если ему предстоит путешествие общественным транспортом с возможным радиационным контролем.

После проведения сканирования пациент ожидает результатов исследования или может сразу покинуть медицинскую организацию, получив инструкцию о необходимости соблюдения мер личной гигиены и рекомендациях в отношении окружающих лиц. Рекомендации по поведению после исследованиямогут быть прописаны в информированном согласии пациента или в отдельной листовке, они включают: аккуратное пользование туалетом (двойной смыв водой в унитазе), исключение близкого контакта с детьми, беременными женщинами и пр. Длительность таких ограничений определяет врач или медицинский физик в зависимости от использованного радионуклида и введенной активности. Для препаратов, меченных 99мТс и 18F, достаточно выполнять такие ограничения в течение одних суток.

* 1. **Радионуклидные исследования *in vivo* у детей, беременных и кормящих женщин**
     1. Радионуклидное диагностические исследования детей проводят по показаниям, определенным национальными стандартами диагностики и лечения, по направлению лечащего врача, после того, как исчерпаны возможности нелучевых методов диагностики, сопоставлены польза и радиационный риск планируемого исследования, получено согласие родителей ребёнка, подтвержденное их информированным согласием.
     2. Дозировку вводимой диагностической активности РФП выбирают на основании возраста, массы тела ребёнка, а также возможностей аппарата для получения изображения, пригодного для интерпретации.
     3. Сопровождающие ребёнка, которые помогают ребёнку во время исследования, должны быть обеспечены соответствующими средствами защиты и проинструктированы о поведении во время исследования.
     4. При исследованиях детей прибегают к психологической, фармакологической или механической иммобилизации пациента во время сканирования.
     5. Высокодозные процедуры (с 123I, 67Ga, 201Tl и пр.) женщинам рекомендуется проводить в течение первой декады менструального цикла, за исключением процедур при скорой и неотложной помощи или гормональной стимуляции.
     6. Назначение беременных женщин на радионуклидное исследование производится только в случаях наличия показаний к экстренной медицинской помощи или по жизненным клиническим показаниям. Конкретный перечень заболеваний и показаний к проведению радионуклидных исследований определяется национальными стандартами диагностики и рекомендациями профессиональных ассоциаций. Выбор РФП и методики диагностики в этом случае должны обеспечивать минимально возможное облучение плода.
     7. Выбор РФП и методики в этом случае должны обеспечивать минимально возможное облучение плода. Следует рассмотреть возможность снижения вводимой активности при увеличении длительности сканирования, а после процедуры рекомендовать пациентке обильное питьё и частое опорожнение мочевого пузыря.
     8. При проведении диагностического исследования беременной женщине необходимо оценить поглощенную дозу на плод и радиационный риск основываясь на сроке беременности полученной дозе.
     9. РФП, введеннные в организм кормящей женщине, могут секретироваться в грудное молоко, в связи с чем необходимо временное прерывание или полное прекращение грудного кормления ребёнка. Более детальные рекомендации представлены в Приложении 18 к настоящим Правилам.

1. **Обеспечение радиационной безопасности населения**
   1. Радиационная безопасность отдельных лиц из населения при обращении с РФП и проведении радионуклидной диагностики:

* проектным решением и стационарной защитой помещений подразделения ядерной медицины, которые исходят из требования соблюдения основного предела дозы для населения в соответствии с НРБ-99/2020;
* организационными мероприятиями, ограничивающими доступ сопровождающих пациента лиц, случайных посетителей и персонала других отделений медицинской организации в подразделение ядерной медицины и, особенно, в помещения II класса работ;
* условиями хранения РФП и радиоактивных отходов, обеспечивающими их сохранность;
* санитарно-гигиеническими мероприятиями и уборкой помещений, исключающими разнос радиоактивного загрязнения за пределы рабочих помещений;
* наличием инструкций по действиям персонала в случае радиационной аварии.
  1. После введения РФП пациент становится источником внешнего и, в ряде случаев, внутреннего облучения других лиц. Безопасность лиц, эпизодически или регулярно контактирующих с пациентами, которым введены РФП, обеспечивается:
* тщательным выполнением всех инструкций и рекомендаций, которые врач-радиолог дает пациенту, сопровождающим его лицам и родственникам;
* максимально возможным ограничением контактов и увеличением расстояния между пациентом и указанными лицами, особенно между пациентом и детьми в обозначенный врачом и (или) медицинским физиком период времени;
* временным прерыванием грудного вскармливания младенца матерью, которой введен РФП.
  1. Клинические исследования новых РФП проводятся в порядке, установленном федеральным законом № 61-ФЗ, на основании разрешения, выданного уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, после рассмотрения связанных с ними научных и этических вопросов. Если медико-биологическое исследование на здоровых добровольцах признано обоснованным в установленном порядке, то при его проведении годовая эффективная доза участника исследования не должна превышать 1 мЗв. Если в исследовании добровольно участвуют пациенты, которым это исследование принесет пользу для диагностики и/или лечения, полученная ими доза не нормируется.

1. **Радиационный контроль в подразделениях ядерной медицины.** 
   1. Радиационный контроль является частью производственного контроля и должен охватывать все основные виды воздействия ионизирующего излучения на человека. Целью радиационного контроля является получение информации об индивидуальных и коллективных дозах у персонала и пациентов, а также о показателях, характеризующих радиационную обстановку в помещениях подразделения ядерной медицины, в смежных помещениях и на территории медицинской организации, с целью проверки их соответствия требованиям санитарного законодательства.
   2. Объектами радиационного контроля являются:

* персонал групп А и Б;
* пациенты при выполнении радионуклидных процедур;
* рабочие места персонала;
* помещения подразделения ядерной медицины, смежные помещения и прилегающая территория;
* радиометрическое и дозиметрическое оборудование;
* средства индивидуальной радиационной защиты.
  1. Производственный контроль обеспечения радиационной безопасности в подразделениях радионуклидной диагностики и производства/изготовления РФП осуществляет служба радиационной безопасности (служба РБ) или ответственное лицо. Штаты и техническое оснащение службы РБ устанавливает администрация медицинской организации с учетом объема и характера работ с радионуклидными источниками.
  2. Программа радиационного контроля разрабатывается на стадии проектирования как отдельная часть проекта. В соответствии с ОСПОРБ-99/2020 проект должен содержать:
* виды и объем радиационного контроля;
* перечень радиометрической и дозиметрической аппаратуры;
* перечень контролируемых помещений;
* перечень радиологических показателей контроля;
* штат работников, необходимых для осуществления контроля.
  1. В зависимости от объема и характера работ с радионуклидными источниками радиационный контроль должен включать:
* индивидуальный дозиметрический контроль внешнего облучения персонала группы А. Проводится постоянно с регистрацией результатов измерений не реже одного раза в квартал;
* измерения МАЭД фотонного излучения на рабочих местах персонала групп А и Б, в смежных помещениях и на прилегающих территориях. Проводится планово (не реже одного раза в два года) или внепланово при внедрении новых методик и радионуклидов (см. Приложение 19 Правил);
* измерение МАЭД нейтронного излучения в смежных помещениях с циклотроном в подразделении наработки РФП ПЭТ-центра;
* измерения уровней радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей, одежды и кожных покровов работающих. Проводится постоянно в конце каждого рабочего дня;
* контроль за сбором, хранением и удалением твердых радиоактивных отходов; выполняется при сдаче отходов на хранение и перед списанием после выдержки на распад, или перед передачей их на долговременное хранение (захоронение) в специализированную организацию;
* контроль технического состояния и защитной эффективности индивидуальных средств радиационной защиты. Проводится один раз в два года силами аккредитованной организации;
* измерение содержания радионуклидов в организме персонала в случае радиационной аварии;
* радиометрический контроль сточных вод для соотнесения с критериями отнесения к жидким радиоактивным отходам проводится один раз в два года силами аккредитованной организации.
  1. Состав, объем, периодичность, конкретные точки радиационного контроля и контрольные уровни устанавливает организация по согласованию с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
  2. Радиационный контроль проводится как в плановом порядке, так и внепланово в случаях изменения установленных технологических процессов с оповещением органа, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, при наличии подозрений на нарушения технологии работы с радионуклидными источниками и при аварийных ситуациях.
  3. При введении в эксплуатацию нового или реконструкции имеющегося отделения, при клинических испытаниях новых РФП и методик, или при внедрении известных методик в данном подразделении радиационный контроль проводится по заранее согласованным с органом, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, видам и точкам радиационного контроля с периодичностью, достаточной для установления контрольных уровней измеряемых радиационных параметров.
  4. При проведении радиационного контроля используют средства измерений, пригодные для соответствующих измерений, с основной погрешностью не более 30% при доверительной вероятности 0,95, и имеющие действующее свидетельство о поверке.
  5. Результаты всех видов радиационного контроля регистрируются в специальных журналах, в которых должны быть приведены планы рабочих помещений с указанием размещения ИИИ, видов и точек измерений.
  6. Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК) проводят с целью определения годовых эффективных доз внешнего облучения персонала группы А с помощью индивидуальных термолюминесцентных дозиметров, калиброванных в единицах индивидуального эквивалента дозы *Нр(10)*. Смену дозиметров и регистрацию результатов измерений производят не реже, чем один раз в квартал.
  7. ИДК проводит служба радиационной безопасности организации самостоятельно или с привлечением сторонней организации при наличии соответствующего оборудования и аккредитации на данный вид измерений.
  8. Контроль эквивалентных доз в коже рук и в хрусталике глаза проводят в случае, когда доза уровни дозы для этих органов могут в 10 раз превышать эффективную дозу. Для этого используют специализированные дозиметры для измерения кожной дозы – Hp(0,07), который носят на пальце рабочей руки, и для контроля уровня облучения хрусталика – Hp(3), который закрепляют на лицевой части головы, или на воротнике халата поверх средств индивидуальной защиты.
  9. ИДК внешнего облучения персонала группы А проводится постоянно в соответствии с утвержденной методикой и с регистрацией в журнале. Индивидуальные годовые эффективные дозы персонала фиксируются в карточке учета индивидуальных доз. Карточка хранится в организации в течение 50 лет. Копия карточки учета доз работника в случае перевода его в другое учреждение передается на новое место работы. Данные об индивидуальных дозах прикомандированных лиц должны сообщаться по месту их основной работы.
  10. Измерения мощности амбиентного эквивалента дозы на рабочих местах персонала группы А проводятся в заранее определенных точках на расстоянии 1 м от пола, 30 см от источника, не реже двух раз в год при расположении источников, соответствующем установленной технологии работ. В других помещениях подразделения, в смежных помещениях и на прилегающей территории измерения проводят при расположении источника (источников), соответствующем установленной технологии, при максимально возможной активности для данной технологии (см. Приложение 19 к настоящим Правилам).
  11. В случае радиационной аварии должны быть оценены дозы внутреннего облучения персонала, за счет инкорпорации радионуклидов в теле.
  12. Для поддержания достигнутого в организации уровня радиационной безопасности персонала и его дальнейшего улучшения администрация медицинской организации дополнительно устанавливает контрольные уровни мощности дозы на рабочих местах и индивидуальной дозы персонала. Значения контрольных уровней устанавливают по результатам радиационного контроля рабочих мест в течение не менее одного года. Контрольные уровни устанавливают ниже соответствующих допустимых уровней и несколько выше результатов текущего радиационного контроля. Перечень и численные значения контрольных уровней согласовываются с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор (в соответствии c п.3.13.9 ОСПОРБ-99/2020).
  13. При штатном режиме работы в точках установленных контрольных уровней ответственный за радиационный контроль проводит измерения мощности дозы не реже одного раза в квартал с записью результатов в журнал радиационного контроля. Обнаруженное превышение контрольных уровней является основанием для выяснения причин этого превышения и разработки мероприятий по его устранению.
  14. Для гамма-излучающих радионуклидов (например, 99mTc, 67Ga, 125I, 123I, 131I, 201Tl, 18F и др.), контроль уровня загрязнения рабочих поверхностей, спецодежды и кожи рук следует проводить путем измерения мощности амбиентного эквивалента дозы в воздухе на расстоянии 0,1 м от обследуемой поверхности. Если измеренная мощность дозы превышает 1 мкЗв/ч, то необходимо выявить площадь загрязнения и принять решение о немедленной или отложенной (для выдержки на распад) дезактивации обнаруженного пятна. При загрязнении кожных покровов необходимо проводить дезактивацию с повторными измерениями до максимально достижимого эффекта очищения.
  15. Дозиметрический контроль радиоактивных отходов проводят при их поступлении во временное хранилище, затем при их списании и удалении после выдержки на распад или при передаче в пункт захоронения. Дозиметрический контроль загрязненной спецодежды и белья проводится перед сдачей их в прачечную с целью сортировки и выделения тех предметов, которые должны быть отобраны для выдержки на радиоактивный распад. Если мощность дозы на расстоянии 0,1 м от поверхности измеряемого предмета не превышает 1 мкЗв/ч над фоном, спецодежду можно отправлять в прачечную.
  16. Контроль технического состояния и защитной эффективности передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты проводится один раз в два года.
  17. Результаты радиационного контроля сопоставляют со значениями пределов дозы по НРБ-99/2020, производными допустимыми уровнями мощности дозы ДМЭД (см. Приложение 3)[[28]](#footnote-28) и с контрольными уровнями. Случаи превышения производных и контрольных уровней анализируются службой РБ, которая информирует администрацию организации. О случаях превышения установленных в НРБ-99/2020 пределов дозы для персонала администрация учреждения сообщает в орган, осуществляющий федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, и проводит расследование ситуации.

1. **Предупреждение и ликвидация последствий радиационных аварий.** 
   1. Система обеспечения радиационной безопасности пациентов, персонала и отдельных лиц из населения включает мероприятия по профилактике и предотвращению радиационных аварий, по обеспечению адекватных действий персонала при возникновении аварийных ситуаций и по исключению или минимизации радиационного воздействия на людей при ликвидации их последствий.
   2. К проектным радиационным авариям в подразделениях радионуклидной диагностики относятся следующие инциденты при обращении с радионуклидными источниками суммарной активностью свыше 10 МЗА:

* разрушение флакона или шприца с радиофармпрепаратом или с другим открытым радионуклидным источником;
* разгерметизация рабочего объема радионуклидного генератора, жидкостных фантомов или калибровочных источников;
* разлив радиоактивного раствора на поверхность пола, оборудования, аппаратуры и мебели;
* попадание радиоактивного раствора на одежду и (или) кожу работающего и (или) пациента;
* потеря радионуклидного источника, флакона или шприца с РФП;
* обнаружение неучтенного радионуклидного источника;
* возгорание (задымление) или пожар в помещениях подразделения, в которых проводятся работы с радионуклидными источниками.
  1. К нерадиационным авариям относятся радиационные происшествия или нарушения технологии, если они не приводят к радиационным авариям по п. 8.2:
* экстравазальное введение РФП при выполнении его внутривенной инъекции;
* ошибочное введение пациенту не назначенного ему РФП или введение радиофармпрепарата с активностью, которая больше необходимой для исследования, но меньше количества, способного вызвать детерминированный эффект в каком-либо органе;
* выход из строя или сбой в работе радиодиагностической аппаратуры и другого оборудования;
* возгорание (задымление) или пожар в помещениях подразделения, в которых не проводятся работы с радионуклидными источниками;
* нарушения электропитания аппаратуры и оборудования, ведущие к нарушениям правил электробезопасности для пациентов и персонала, но не приводящие к нарушению установленных технологий работы с радионуклидными источниками;
* нарушения санитарного состояния помещений подразделения радионуклидной диагностики, в том числе вследствие протечек водопровода, отопления, канализации, талых вод и т.п., не приводящие к нарушению установленных технологий радиодиагностических процедур.
  1. При выявлении ошибочного или экстравазального введения РФП врач-радиолог принимает обоснованное решение о возможности и сроках повторного исследования.
  2. В каждом подразделении должен быть перечень возможных радиационных аварий при работе с источниками ионизирующего излучения и инструкция по защите работников и населения в случае их возникновения, утвержденные руководителем организации. Инструкция по действиям персонала в аварийных ситуациях согласовывается с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор. Соответствующие выписки из инструкции по действиям персонала при авариях вывешиваются в удобном для чтения месте в помещениях, где вероятность радиационной аварии наиболее высока (генераторные, фасовочные, процедурные и т.п.).
  3. Профилактикой радиационных аварий является соблюдение соответствующих требований по обеспечению качества радионуклидных исследований и по радиационной безопасности:
* тщательное соблюдение установленных технологий работы с открытыми радионуклидными источниками, в том числе с радиофармпрепаратами, калибровочными источниками, жидкостными фантомами и радиоактивными отходами;
* адекватное техническое оснащение и поддержание в исправном состоянии аппаратуры, оборудования и инструментария, предназначенных для работы с радионуклидными источниками;
* регулярное выполнение метрологических поверок и процедур контроля качества установок и приборов, предназначенных для радиометрии фасовок радиофармпрепаратов и приборов радиационного контроля;
* регулярное проведение процедур радиационного контроля, в том числе радиационной обстановки на рабочих местах и индивидуальных доз персонала;
* тщательное соблюдение требований и рекомендаций, установленных в НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020, настоящих Правилах, должностных инструкциях;
* создание и поддержание условий для повышения квалификации персонала по уже используемым и новым технологиям;
* регулярное проведение инструктажей и проверок знаний персонала.
  1. При установлении факта радиационной аварии работник должен информировать руководителя подразделения, который сообщает об аварии службе радиационной безопасности и администрации медицинской организации. Администрация медицинской организации должна обеспечить передачу оперативного сообщения о каждом нарушении в орган, осуществляющий федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
  2. В помещениях с высокой вероятностью радиационных аварий (генераторная, фасовочная, процедурная и т.п.) в саншлюзе или в другом легкодоступном при аварии месте следует разместить комплект средств защиты персонала и материалы для ликвидации последствий аварии, в состав которого должны входить:
* комплект защитной одежды, включая перчатки, пластиковый фартук, бахилы и шапочку;
* средства дезактивации, включая впитывающие материалы для вытирания полов, детергенты и фильтровальную бумагу;
* инструменты и пластиковые мешки для сбора, временного хранения и удаления использованных впитывающих материалов и загрязненных предметов;
* комплект аварийных знаков радиационной опасности, выставляемых у места радиационной аварии;
* инструкция по дезактивации загрязненных рабочих поверхностей;
* в процедурной должна быть также аптечка с набором необходимых средств первой помощи пострадавшим при аварии, в том числе с восполняемым запасом средств санитарной обработки лиц, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Число защитных комплектов и их расположение определяется в проекте с учетом состава и размещения помещений.

* 1. При радиационных авариях, связанных с разгерметизацией радионуклидных генераторов и (или) проливанием радиоактивных растворов, необходимо принять первоочередные меры по эвакуации пациентов и персонала, дезактивации и локализации загрязнения:
* немедленно вывести пациентов из аварийного помещения;
* выключить все работающие установки и отключить вентиляцию;
* поставить в известность руководителя подразделения;
* покинуть аварийное помещение, закрыв его на ключ и выставив аварийные знаки радиационной опасности из ближайшего аварийного комплекта;
* сдать индивидуальный дозиметр для проверки в службу радиационной безопасности;
* снять и удалить в специальную кладовую загрязненную одежду и обувь;
* загрязненные участки кожи обмыть под струей холодной воды, обработать дезактивирующими средствами, промыть слизистые оболочки рта, носа, глаз;
* провести дозиметрию кожных покровов и, при необходимости, повторную дезактивацию.
  1. Меры по ликвидации последствий радиационных аварий зависят от характера, распространенности и других конкретных обстоятельств аварии и должны быть установлены действующей инструкцией по предупреждению радиационных аварий и по действиям персонала в аварийных ситуациях. После эвакуации пациентов и персонала из загрязненного помещения следует организовать предварительный радиационный контроль загрязненности помещения с применением средств индивидуальной защиты лица, производящего измерения. По результатам измерений принимается решение о необходимости и длительности выдержки помещения для снижения активности. При авариях с источниками, период полураспада которых составляет не более 6 ч, целесообразно прекратить доступ в помещение на 1-3 суток, затем провести повторный радиационный контроль и по его результатам определить необходимость и способы дезактивации рабочих поверхностей и помещения.
  2. При потере учтенного или обнаружении неучтенного источника необходимо:
* сообщить об инциденте руководителю подразделения, который извещает об этом службу радиационной безопасности и администрацию учреждения. Администрация учреждения должна обеспечить передачу оперативного сообщения о каждом нарушении в орган, осуществляющий федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор;
* прекратить доступ персонала в помещение, которое становится аварийным после потери учтенного источника или обнаружения неучтенного источника;
* запретить вынос мусора, слив любых растворов в канализацию, перемещение и вынос оборудования, мебели, одежды и других предметов из аварийного помещения;
* с помощью сотрудников службы радиационной безопасности организовать визуальный и радиометрический поиск пропавшего источника либо идентификацию и радиометрию неучтенного обнаруженного источника.
  1. При проливе радиоактивного раствора внутри защитного вытяжного шкафа запрещается проводить дальнейшие работы на загрязненном рабочем месте до его уборки, необходимо:
* прекратить работу и поставить в известность заведующего подразделением и службу радиационной безопасности;
* закрыть защитную шторку шкафа, опечатать и оставить для выдержки на распад, продолжительность которой устанавливается службой радиационной безопасности;
* все технологические операции с РФП осуществлять в резервном вытяжном шкафу при его наличии;
* после распада радионуклида произвести уборку бокса обычным способом.
  1. При задымлении, возгорании или пожаре необходимо:
* немедленно поставить в известность об инциденте городскую пожарную службу, дежурного диспетчера и заведующего подразделением ПЭТ;
* немедленно эвакуировать в безопасное место всех пациентов из аварийного и смежных помещений, а также персонал, не занятый тушением огня;
* отключить все оборудование, установки и вентиляцию в указанных помещениях;
* начать тушение огня с помощью штатных (автоматическая система пожаротушения, автономные огнетушители) и подручных (одеяло, вода) средств пожаротушения, не дожидаясь прибытия пожарной команды;
* вынести из аварийных и смежных помещений все радионуклидные источники, в первую очередь контейнеры и фасовки с РФП;
* перенести источники в безопасное помещение с запретом доступа сотрудников и пациентов к этим источникам;
* после эвакуации людей провести сверку списочного состава с фактическим наличием эвакуированных из аварийной зоны пациентов и персонала;
* совместно со службой радиационной безопасности после ликвидации пожара провести инвентаризацию источников, а также радиационный контроль всех аварийных и смежных с ними помещений;
* при наличии радиоактивного загрязнения организовать и провести дезактивацию рабочих поверхностей, мебели и оборудования.
  1. По результатам радиационной аварии заполняется форма государственного статистического наблюдения № 2-ДОЗ в соответствии с утвержденной методикой.

**Дополнительные проектные радиационные аварии**

**в подразделении наработки РФП ПЭТ-центра**

* задержка полученных на ускорителе радиоактивных изотопов в линиях транспортировки источников от циклотрона в радиохимическую лабораторию, фасовочную и процедурную;
* нарушение целостности линий доставки полученных на циклотроне радиоактивных изотопов в защитные камеры;
* разгерметизация защитных камер во время синтеза РФП;
* разгерметизация транспортных каналов мишени и прожег мишени пучком.

1. **Программа обеспечения качества**
   1. Администрация медицинской организации разрабатывает программу обеспечения качества (ПОК), которая в сочетании с мерами радиационной защиты направлена на обеспечение адекватного уровня радиационной безопасности персонала, пациентов и населения при условии достоверной и качественной медицинской диагностики.
   2. ПОК включает следующие вопросы:

* контроль обоснованности назначения радионуклидного исследования (на основании истории болезни пациента, клинических показаний, результатов предшествующих диагностических исследований и противопоказаний);
* планирование диагностической процедуры;
* подготовку пациента (идентификация, информирование о процедуре, инструктирование о поведении после введения РФП и во время исследования);
* контроль методик проведения диагностической процедуры (введение радиофармпрепарата, протокол сбора и обработки данных, оптимизация исследования, дозиметрия, инструкция по процедуре, обучение и квалификация персонала);
* проверки качества РФП (параметры качества, хранение, методики изготовления РФП, срок годности);
* контроль качества работы оборудования; характеристики оборудования и их поддержание на установленных технической документацией уровнях;
* подготовка и повышение квалификации персонала;
* отчет-заключение по процедуре: обзор изображений, результаты и дальнейшие рекомендации пациенту, доза пациента;
* анализ претензий пациента и лечащего врача;
* совершенствование ПОК на основе анализа её текущего выполнения.
  1. Контроль качества диагностического оборудования включает:
* проверку во время приема установки и тестирование нового оборудования для оценки соответствия заявленным характеристикам, согласно утвержденным методикам. Импортное оборудование должно соответствовать требованиям нормативных документов Российской Федерации, а поставщик оборудования должен предоставить руководство по использованию и обслуживанию на русском языке;
* тестирование оборудования согласно инструкции по эксплуатации для поддержания контрольных параметров на заданном производителем уровне;
* постоянный контроль внутреннего климата помещений размещения диагностического оборудования, циклотрона, другого высокотехнологичного оборудования на соответствие температуры и влажности условиям эксплуатации, рекомендуемым производителем оборудования;
* проверку калибровки и условий эксплуатации приборов радиационного контроля, их регулярную метрологическую поверку;
* в случае совмещенных ОФЭКТ/КТ, ПЭТ/КТ аппаратов, процедуры оценки качества работы КТ (проверка дозиметрических характеристик, оценка количественных характеристик КТ-изображения);
* проверку синхронизации времени в процедурной для введения РФП (дозкалибратора) и диагностического оборудования;
* калибровку оборудования согласно утвержденным методикам и рекомендациям производителя;
* контроль качества диагностического изображения;

Процедуры контроля качества диагностического оборудования должны быть согласованы с руководством по эксплуатации томографа, а их частота с территориальным органом надзора

Результаты проверок оборудования фиксируются записями в журнале проверки качества работы оборудования.

* 1. Процедуры контроля качества диагностического оборудования должны быть согласованы с руководством по эксплуатации томографа, а их частота с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
  2. Заявленное в паспортах качество готовых к введению РФП, радионуклидных генераторов и наборов реагентов, используемых для изготовления РФП в медицинской организации, обеспечивают производители изделий. Качество изготовленных в медицинской организации РФП обеспечивается неукоснительным исполнением инструкций по применению генераторов и реагентов (лиофилизатов), заданных производителями, для приготовления РФП непосредственно в медицинской организации. Заведующий подразделением контролирует исполнение технологии изготовления РФП.
  3. Обеспечение качества диагностики поддерживается наличием штата квалифицированного персонала всех необходимых специальностей, их регулярной переподготовкой, обучением новым технологиям и повышением квалификации в области радиационной безопасности.

**Приложение 1**

Таблица П 1-1.

**Радиационно-гигиенические характеристики радионуклидов, используемых в радионуклидной диагностике**

| Радио-нуклид | Тип распада | Период  полу-распада | Энергия излучения (кэВ) и выход на распад | | Гамма  постоянная  х 10 -17  Гр∙м2/(Бк∙с) | МЗА,  Бк | МЗУА,  Бк/г | Крите-рий ЖРО,  Бк/г |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| фотоны | бета |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Ga-67 | ЭЗ | 78,26 ч | 93,3 (0,38);  185 (0,21);  300 (0,168);  393,5 (0,047) | 35 \* | 0,5273 | - | - | - |
| Мо-99 | β- | 66 ч | 181 (0,06)  739,5 (0,12) | 442,6 (0,82)  133 (0,17) | 0,6011 | 1 E+02 | 1 E+06 | 22 |
| Tc-99m | ИП | 6,02 ч | 140,5 (0,89) | 16 \* | 0,5109 | 1E+07 | 1E+02 | - |
| In-111 | ЭЗ | 2,8 сут. | 171,3 (0,905)  245,4 (0,94) | 34,4 \* | 2,137 | 1E+06 | 1E+02 | 47 |
| I-123 | ЭЗ | 13,2 ч | 159 (0,83) | 28 \* | 1,076 | 1E+07 | 1E+02 | 65 |
| I-125 | ЭЗ | 59,4 сут. | 35,5 (0,07)  27,2 (0,39)  31 (0,26) \* | 19,4 \* | 0,9856 | 1E+06 | 1E+03 | 0,91 |
| I-131 | β- | 8,04 сут. | 284,3 (0,06)  364,5 (0,81)  637 (0,07) | 191,5 (0,89) | 1,452 | 1E+06 | 1E+02 | 0,62 |
| Xe-133 | β- | 5,24 сут. | 81,0 (0,37) | 100,5 (0,99)  45 (0,53) | 0,3630 | 1E+04 | 1E+03 | - |
| Ba-131 | ЭЗ, β+ | 11,5 сут | 496 (0,44) | 45 \* | 2,151 | 1E+06 | 1E+02 | 3 |
| Tl-201 | ЭЗ | 3,04 сут | 167,4 (0,10)  69,5(0,73) \* | 43,3 \* | 1,152 | 1E+06 | 1E+02 | - |

Примечания к таблице:

1. Для каждого радионуклида представлены следующие данные:

столбец 2 показывает тип распада радионуклида: β- - бета-распад; β+ - позитронный распад; ЭЗ- электронный захват; ИП – изомерный переход;

столбец 3 – период полураспада;

столбец 4 – энергия (кэВ) и выход на распад (в скобках) основных линий гамма- и рентгеновского излучения, звездочка около числа указывает, что представлено средневзвешенное значение по нескольким близким энергиям (МКРЗ, публ. 38, 1987);

столбец 5 – средняя энергия непрерывного энергетического распределения бета- или позитронного излучения с наибольшими выходами на распад для данного радионуклида; звездочкой помечены суммарные энергии всех β—излучений, конверсионных и Оже электронов на распад, когда присутствует в спектре много типов излучений с маленькими выходами (МКРЗ, публ. 38, 1987);

столбец 6 – гамма-постоянная точечного радионуклидного источника (с учетом аннигиляционного излучения), Гр∙м2/(Бк∙с) (МКРЗ, публ. 107, 2008);

столбец 7 – минимально значимая активность (МЗА) радионуклида на рабочем месте (НРБ-99/2020);

столбец 8 - минимально значимая удельная активность (МЗУА) радионуклида на рабочем месте (НРБ-99/2020);

столбец 9 – удельная активность жидких отходов, выше которой они считаются жидкими радиоактивными отходами (ЖРО) (ОСПОРБ-99/2020).

2. При активности радионуклидов меньше приведенных в таблице МЗУА или МЗА, индивидуальная эффективная годовая доза облучения лиц из персонала и населения за год не превысит 10 мкЗв в штатном режиме и 1 мЗв в аварийных случаях, а коллективная эффективная доза - 1 чел.-Зв при любых условиях использования. Эквивалентная доза на кожу не превысит 50 мЗв за год.

3. Приведенные в таблице радионуклиды в зависимости от минимально значимой суммарной активности (МЗА) делятся на 4 группы радиационной опасности:

А - 1×103 Бк;

Б - 1×104 и 1×105 Бк;

В - 1×106 и 1×107 Бк;

Г - 1×108 Бк и более, а также Kr-83m, Kr-85m и Xe-135m.

Короткоживущие радионуклиды с периодом полураспада менее 24 ч, не приведенные в этом приложении, относятся к группе Г.

Таблица П 1-**2**

**Радиационно-гигиенические характеристики радионуклидов, используемых в позитронной эмиссионной томографии**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | Период полураспада | Максимальная энергия позитронов, МэВ | Максимальный пробег позитронов в мягких тканях, мм |
| C-11 | 20,38 мин. | 0,96 | 4,1 |
| N-13 | 10,08 мин. | 1,19 | 5,4 |
| O-15 | 2,03 мин. | 1,70 | 8,0 |
| F-18 | 109,77 мин. | 0,69 | 2,4 |
| Ga-68 | 67,71 мин. | 1,92 | 9,0 |

**Приложение 2**

**ТРЕБОВАНИЯ, К ПОЛУЧЕНИЮ ИЛИ ПЕРЕОФОРМЛЕНИЮ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ НА УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ** (**РАДИОНУКЛИДНЫМИ**)

Для получения санитарно-эпидемиологического заключения на условия деятельности рентгеновского кабинета представляются следующие документы:

1. Проектная документация на размещение рентгенорадиологического оборудования в изотопной лаборатории.
2. Акты монтажных работ и ввода в эксплуатацию рентгенорадиологического оборудования; лицензия организации, осуществляющей монтаж и ввод в эксплуатацию; акты освидетельствования скрытых работ.
3. Акт санитарно-эпидемиологического обследования.
4. Приказ руководителя организации о назначении ответственных лиц за обеспечение радиационной безопасности, за учет и хранение радиоактивных веществ и отходов, за радиационный контроль.
5. Приказ руководителя организации об отнесении персонала к группе А и Б и допуске к работам с ИИИ.
6. Документы об обучении по вопросам радиационной безопасности лица, ответственного за радиационную безопасность (РБ) и производственный радиационный контроль (ПРК) на специализированных курсах по вопросам радиационной безопасности за последние 5 лет.
7. Документы об обучении по вопросам радиационной безопасности персонала подразделения радионуклидной диагностики, работающего с ИИИ.
8. Результаты медицинского осмотра персонала в специализированной медицинской организации, имеющей лицензию на проведение профосмотров, за последний год и наличие медицинского допуска к работам с ИИИ.
9. Инструкция по РБ при проведении работ с ИИИ, утвержденная администрацией организации.
10. Инструкция по учету и контролю радиоактивных веществ и радиоактивных отходов, утвержденная администрацией организации.
11. Инструкция по действию персонала в аварийных ситуациях, утвержденная администрацией организации и согласованная с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
12. Положение о порядке проведения производственного контроля за радиационной безопасностью, контрольные уровни, карта-схема точек радиационного контроля, согласованные с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
13. Перечень возможных радиационных аварий и план мероприятий по защите персонала при их ликвидации, утвержденный администрацией организации и согласованный с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
14. Документы, подтверждающие организацию индивидуального дозиметрического контроля персонала группы А. Карточки учета индивидуальных доз облучения персонала.
15. Протокол комиссионной проверки знаний персоналом требований РБ.
16. Должностные инструкции сотрудников подразделения.
17. Свидетельства о поверке средств измерения активности и радиационного контроля.
18. Протоколы проверки защитной эффективности средств индивидуальной радиационной защиты, выполненные организацией, аккредитованной в установленном порядке.
19. Протокол проверки заземления, выполненный организацией, аккредитованной в установленном порядке
20. Протоколы проверки вентиляции (общей и местной): контроля кратности воздухообмена и параметров микроклимата, выполненные аккредитованной лабораторией.
21. Техническая документация на оборудование (шкафы, сейфы, аппаратуру и т.д.).
22. Перечень методик работ с ИИИ.
23. Перечень используемых радионуклидов, активности на рабочих местах в помещениях подразделения, годовое потребление.
24. Паспорта, регистрационные удостоверения на источники от завода-изготовителя, на используемую рентгенорадиологическую аппаратуру.
25. Журналы инструктажа по радиационной безопасности, общего дозиметрического контроля, индивидуального дозиметрического контроля, учёта радиоактивных отходов, учёта РФП и генераторов, журнал введения РФП пациентам.
26. Договор на вывоз радиоактивных отходов, если этого требуют условия работы.

**Приложение 3**

**ДОПУСТИМАЯ МОЩНОСТЬ ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ (МЭД) В ПОМЕЩЕНИЯХ ПЭТ-ЦЕНТРА, В СМЕЖНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ И НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ**

|  |  |
| --- | --- |
| Помещение, территория | base_1_185109_46, мкЗв/ч |
| Помещения постоянного пребывания персонала группы "А" | 12,0 |
| Помещения временного пребывания персонала группы "А" | 24 |
| Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с помещениями, где проводятся работы с источниками излучения, в которых имеются постоянные рабочие места персонала группы "Б" | 2,4 |
| Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с помещениями, где проводятся работы с источниками излучения без постоянных рабочих мест | 10 |
| Помещения эпизодического пребывания персонала группы "Б" | 40 |
| Помещения, в которых имеются постоянные рабочие места лиц, не отнесенных к персоналу | 0,5 |
| Палаты стационара нерадиологических больных | 1,2 |
| Территория, прилегающая к наружным стенам помещений с источниками излучения | 2,4 |

Предполагается:

- пределы допустимой дозы: для персонала группы "А" - 20 мЗв/год; для персонала группы "Б" - 5 мЗв/год; для населения - 1 мЗв/год;

- для работы в одну смену;

- продолжительность работы персонала группы "А" - 1700 час./год, персонала группы "Б" - 2000 час./год при односменной работе.

**Приложение 4**

**РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N п/п | Назначение | Площадь  (м2) | Воздухообмен  (ч-1) | Давление (Па) |
| Блок наработки РФП | | | | |
| 1 | Коридор | 34 | 5 - 10 | -10 |
| 2 | Лаборатория подготовки синтеза РФП, моечная | 7 | 5 - 10 | -10 |
| 3 | Упаковочная | 8 | 5 - 10 | -10 |
| 4 | Шлюз для входа в "чистые" помещения | 5 | 10 - 20 | +5 |
| 5 | Лаборатория синтеза РФП | 16 | 10 - 20 | +20 |
| 6 | Хранилище радиоактивных отходов | 3 | 5 - 10 | -25 |
| 7 | Помещение для обслуживания горячих камер | 5 | 5 - 10 | -25 |
| 8 | Бункер циклотрона (внутреннее помещение) 1) | от 16 | 10 - 20 | -60 |
| 9 | Пультовая циклотрона | 10 | 5 - 10 | -10 |
| 10 | Помещение обслуживания циклотрона (мишенная мастерская) 1) | 21 | 10 - 20 | -30 |
| 11 | Помещение электроснабжения циклотрона1) | 9 | 10 - 20 | -30 |
| 12 | Помещение для систем водяного охлаждения циклотрона 1) | 9 | 10 - 20 | -30 |
| 13 | Кладовая уборочного инвентаря | 2 | 5 - 10 | -10 |
| 14 | Лаборатория контроля качества | 25 | 5 - 10 | -10 |
| 15 | Санпропускник | 9 | 5 - 10 | -5 |
| 16 | Выход для отпуска продукции/Аварийный выход | 4 | 5 - 10 | -5 |
| Блок общих помещений 2) | | | | |
| 1 | Вход для персонала | 4 | - | - |
| 2 | Кабинеты персонала - в соответствии со штатным расписанием 2) | По 10 - 20 м2 каждый кабинет | - | - |
| 3 | Помещение приема реагентов и материалов | 5 | - | - |
| 4 | Вход для доставки материалов | 3 | - | - |
| 5 | Коридор | 24 | - | - |
| 6 | Кладовая уборочного инвентаря | 2 | - | - |
| 7 | Комната отдыха персонала | 9 | - | - |
| 8 | Архив | 7 | - | - |
| 9 | Туалет | 2-4 | - | - |
| 10 | Склад транспортных упаковок | 7 | - | - |
| 11 | Склад распакованного сырья | 12 | - | - |
| 12 | Помещение газовых баллонов | 2 | - | - |

1)  Уточняется по требованиям разработчика оборудования

2) Помещения общего назначения должны соответствовать требованиям СанПиН 2.1.3.2630-10. 3) Уточняется в соответствии с медико-техническим заданием

**Приложение 5**

**РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПЭТ-ДИАГНОСТИКИ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N п/п | Назначение | Площадь, м2 |
| Блок диагностических помещений | | |
| 1 | Сканерная | 30 - 35 |
| 2 | Пультовая томографа | 10 - 15 |
| 3 | Техническое помещение томографа | 10 - 15 |
| 4 | Фасовочная | 15 - 20 |
| 5 | Процедурная введения РФП 1) | 15 - 20 |
| 6 | Помещение ожидания сканирования для пациентов с введенным РФП 1) | 20 |
| 7 | Комната отдыха после исследования | 10 |
| 8 | Туалет для пациентов с введенным РФП | 3 - 5 |
| 9 | Помещение хранения предметов уборки в контролируемой зоне | 2 |
| 10 | Помещение временного хранения использованной спецодежды | 3 |
| 11 | Санпропускник | 10-15 |
| Блок общих помещений2) | | |
| 1 | Кабинеты врачей, среднего медицинского персонала, инженера, медицинского физика, техников - в соответствии со штатным расписанием 3) | По 10 - 20 м2 каждый кабинет |
| 2 | Помещение службы дозиметрии | 10 - 15 |
| 3 | Регистратура с холлом для посетителей | 20 - 30 |
| 4 | Кабинет(ы) компьютерной обработки данных | 20 |
| 5 | Кабинет сестры-хозяйки с кладовой расходных материалов | 15 |
| 6 | Комната отдыха персонала | 15 - 20 |
| 7 | Помещение хранения предметов уборки в неконтролируемой зоне | 2 |
| 8 | Туалеты для персонала | (3 - 6) x 2 |
| 9 | Туалеты для посетителей |  |

1) Допустимо совмещение процедурной и ожидальни при проектировании для одного пациента.

2) Помещения общего назначения должны соответствовать санитарно-гигиенического требованиям для медицинских организация.

3) Уточняется в соответствии с медико-техническим заданием

**Приложение 6**

**Рекомендуемый набор и площади помещений подразделений радионуклидной диагностики *in vivo***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Назначение помещения | Площадь, не менее, м2 | Постоянное/  временное пребывание персонала | Примечание |
| Блок радионуклидного обеспечения | | | | |
| 1 | Помещение для приемки и распаковки радиофармпрепаратов | 10 | В | В зависимости от количества РФП может быть уменьшено до 5 кв.м |
| 2 | Помещение для хранения радиофармпрепаратов и генераторов | 10 | В | При необходимости хранение может быть организовано в генераторной или фасовочной, см. п.4.14 |
| 3 | Помещение для временного хранения радиоактивных отходов | 10 | В | Может быть объединено с помещением для хранения РФП  при соответствующей организации помещения |
| 4 | Фасовочная | 20 | П |  |
| 5 | Генераторная | 20 | П | Может быть объединено с фасовочной |
| 6 | Моечная | 10 | В | Может быть объединена с фасовочной или процедурной |
| 7 | Процедурная основная | 15-20 | П |  |
| 8 | Процедурная резервная | 15-20 | П | При необходимости |
| 10 | Саншлюз | 5 | В |  |
| 11 | Кладовая для хранения уборочного инвентаря | 3 | В | Для уборки только в помещениях блока |
| 12 | Кладовая загрязненной спецодежды | 4 | В |  |
| 13 | Туалет для персонала | 3 | В |  |
| Блок радиодиагностических исследований in vivo | | | | |
| 1 | Диагностические кабинеты (с ОФЭКТ, ОФЭКТ/КТ) | 30-40 | П | С учетом рекомендаций фирмы- производителя |
| 2 | Пультовая | 20 | П | С учетом рекомендаций фирмы- производителя |
| 5 | Радиометрическая in vivo | 20 | П |  |
| 7 | Кабинет компьютерной обработки | 10-20 | П | В зависимости от количества томографов, штата врачей и планируемого числа пациентов: 5.м2 на каждый томограф, но не менее 10 м2 |
| 8 | Помещение для ожидания исследования | 10-20 | П | В зависимости от планируемого числа пациентов: не менее 2 м2 на пациента и не менее 10 м2 на помещение |
| 9 | Кладовая для хранения уборочного инвентаря | 3 | В | Для уборки только в помещениях блока |
| 10 | Туалет для пациентов после введения РФП | 5 | В |  |
| Блок общих помещений | | | | |
| 1 | Кабинет заведующего | 20 |  |  |
| 2 | Кабинеты врачей, медицинского физика | 10 |  | По 5,0 м2 на каждого, не менее 10 м 2 |
| 3 | Кабинеты среднего медицинского персонала | 10 |  | По 3,0 м2 на каждого, не менее 10 м 2 |
| 4 | Регистратура | 10 |  |  |
| 5 | Архив подразделения | 10 |  |  |
| 7 | Кабинет инженера-электронщика с мастерской | 20 |  |  |
| 8 | Кабинет старшей медицинской сестры | 10 |  |  |
| 9 | Кабинет сестры-хозяйки с кладовой расходных материалов | 15-20 |  |  |
| 10 | Кладовая для хранения уборочного инвентаря | 3 |  |  |
| 11 | Туалет для персонала | 3-5 |  |  |

**Приложение 7**

**Расчет стационарной защиты в подразделениях радионуклидной диагностики**

1. Значения допустимой мощности эффективной дозы (ДМЭД, мкЗв/ч) в рабочих и смежных помещениях, а также на прилегающей к подразделению радионуклидной диагностики территории рассчитывают, исходя из основных пределов годовой дозы для соответствующих категорий облучаемых лиц и предполагаемой продолжительности их пребывания в обозначенном месте (см. Приложение 3 к настоящим Правилам).

2. Проектирование стационарной защиты от внешнего ионизирующего излучения должно выполняться с коэффициентом запаса по годовой эффективной дозе k, равным или более 2. Значения проектной мощности эффективной дозы (ПМЭД, мкЗв/ч) в помещениях и на территориях различного назначения рассчитывают по формуле:

, мкЗв/ч, (1)

где: *ПД* – предел годовой эффективной дозы для соответствующей категории лиц (табл. 3.1 НРБ-99/2020), мЗв;

*T* – номинальная продолжительность облучения соответствующей категории лиц в данном месте в течение года, (ч);

*k -* коэффициент запаса, отн. ед.;

103 – множитель для перевода мЗв в мкЗв

3. Расчет стационарной защиты в помещениях отделений ядерной медицины основан на оценке мощности дозы от радионуклидного источника в расчетной точке без защиты **** с последующим вычислением необходимой кратности ослабления, обеспечивающей мощность дозы после защиты не выше значения проектной мощности дозы. Мощность дозы от радионуклидного источника на расстоянии R определяется по формуле:

, (мкЗв/ч) (2)

где: - мощность дозы от радионуклидного источника без защиты, мкЗв/ч;

*А* – активность источника, МБк;

Г – гамма-постоянная радионуклида мкЗв∙м2/(МБк∙ч)

*R* – расстояние от источника до расчетной точки, м.

Если в расчетной точке есть одновременное воздействие нескольких радионуклидных источников, то необходимо рассчитать суммарное воздействие всех источников, которое необходимо ослабить стационарной защитой в этой точке:

, (мкЗв/ч) (3)

где - суммарная мощность дозы (мкЗв/ч) в расчетной точке от n радионуклидных источников с активностями (МБк), соответствующими гамма-постоянными *Гi* ,расположенных на расстоянии *Ri* каждый от расчетной точки.

4. Необходимая кратность ослабления защиты *K* (отн. ед.) вычисляется по формуле:

, (отн.ед.) (4)

где - проектная мощность дозы в расчетной точке, мкЗв/ч;

*k* – коэффициент запаса на проектирование, не меньше 2.

Требуемая толщина защиты из заданного материала вычисляется по формулам:

, (мм) (5)

, (мм) (6)

где r – толщина защиты, мм;

- слой половинного ослабления в заданном материале, мм;

- слой 10-кратного ослабления в заданном материале, мм.

5. Кратность ослабления стационарной или аппаратной защиты оценивается из выражений:

, (7)

(8)

В таблице 1 представлены данные, необходимые для расчета защиты от излучения трех наиболее часто используемых радионуклидов: 99mTc в однофотонной радионуклидной диагностике; 18F – в ПЭТ диагностике; 131I – в радионуклидной терапии.

Таблица 1

Характеристики фотонного излучения и параметры ослабления в материалах защиты для некоторых радионуклидов, используемых в ядерной медицине

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | 99mTc | 131I [3] | 18F [4] |
| Энергии (выход) основного гамма излучения, кэВ [1] | 140 (89%) | 378 (100%) | 511 (193%) |
| Гамма-постоянная, мкЗв∙м/(МБк∙ч) [2] | 0,016 [2] | 0,057 [2] | 0,143 [4] |
| Слой половинного ослабления:  в свинце, мм | 0,4 [2] | 3\* [3] | 5,3 [4] |
| в железе, мм | 8,3 [2] | 24 [2] | 22 [4] |
| в бетоне, мм | 80 [2] | 55 [3] | 83 [4] |
| Слой десятикратного ослабления:  в свинце, мм | 1,1 [2] | 11 [3] | 16 [4] |
| в железе,мм | 22 [2] | 57 [2] | 58 [4] |
| в бетоне, мм | 156 [2] | 180 [3] | 194 [4] |

1. ICRP Publication 107, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, 2007

2. Машкович В.П., А.В. Кудрявцева. Защита от ионизирующих излучений. Справочник - 4-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1995. 496 с

3. Nuclear medicine physics: a handbook for students and teachers. — Vienna: International Atomic Energy Agency, 2014.

4. M.T. Madsen, J.A. Anderson, J.R. Halama, J. Kleck, D.J. Simpkin, J.R. Votaw, R.E.Wendt III, L.E. Williams, and M.V. Yester AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements. Medical Physics 33, 4 (2006), 4-15; doi: 10.1118/1.2135911

6. При использовании совмещенных томографов ОФЭКТ/КТ и ПЭТ/КТ при расчете защиты необходимо учитывать одновременное воздействие гамма излучения от РФП и рентгеновского излучения КТ. Проектирование защиты выполняется исходя из соблюдения условия:

(9)

где - мощность мощность дозы от радионуклидных источников без защиты, мкЗв/ч;

- проектная мощность дозы в расчетной точке, мкЗв/ч;

- мощность дозы рентгеновского излучения, мкЗв/ч.

Расчет защиты выполняют для каждого типа источников исходя из значений проектной мощности дозы, уменьшенной вдвое. В качестве проектного значения принимают наибольшую толщину строительного материала, полученную для излучения радионуклидных источников или для рентгеновского излучения КТ.

7. При проектировании стационарной защиты следует исходить из представленных в медико-техническом задании заказчика данных по планируемой рабочей загруженности подразделения (среднее число пациентов за смену, неделю), типа выполняемых процедур, используемых РФП, средней активности РФП, вводимой пациенту, времени нахождения персонала в рабочем помещении.

Для проведения расчетов защиты в отделении ПЭТ диагностики при преобладании процедур с меткой 18F дополнительно к данным таблицы 1 рекомендуется использовать следующие параметры:

- тело пациента поглощает часть аннигиляционных фотонов, вследствие чего внешнее излучение уменьшается примерно на одну треть по сравнению с точечным источником той же активности;

- активность РФП для введения пациенту берется из медико-технического задания или расчет выполняют с максимально используемым количеством 400 МБк;

- время ожидания сканирования (для распределения РФП в организме пациента) - 45 - 90 мин;

- рабочая нагрузка (число исследований за рабочую смену) - согласно медико-техническому заданию;

8. Стационарная защита в ПЭТ диагностике, рассчитанная для 18F, будет достаточна для работы с чистыми ПИР, с меньшими периодами полураспада, однако, для радионуклидов с бóльшим периодом полураспада, в спектре которых имеется гамма излучение бóльшей энергии, чем 511 кэВ, необходимо выполнить расчет защиты с учетом энергий и выходов высокоэнергетического излучения.

9. Для кратковременных операций, которые не могут быть выполнены без личного контакта персонала с источником (например, перемещение фасовки РФП, введения РФП пациенту и др.) вместо критерия средней ДМЭД, (см. табл. 1) следует оценивать эффективную дозу и эквивалентные дозы на кисти рук не допуская превышения нормативных значений. Расчет дозы за день выполняют, используя усредненные результаты радиационного контроля мощности дозы во время выполнения этих операций на уровне груди персонала для расчета эффективной дозы и на уровне кистей рук для расчета эквивалетной дозы на кисти рук, фиксируя время выполнения этих операций.

Дозы, полученные за одну операцию консервативно рассчитываются следующим образом:

, (мкЗв) (10)

, (мкЗв) (11)

где *Е* –эффективная доза, мкЗв;

*Pгр* – мощность дозы, измеренная на уровне груди, мкЗв/ч;

*t* – время выполнения операции, ч;

*Нк* – эквивалентная доза кистей рук, мкЗв;

Рк – мощность дозы, измеренная взблизи кисти работающей руки, или измеренная на расстоянии 5-10 см от источника, если невозможно провести измерения во время рабочей процедуры.

Дозы за рабочую смену, оценивают умножением значений Е и Нк, полученных за обслуживание одного пациента (фасовка и введение) умножаются на количество пациентов за смену. При оценке эффективной дозы процедурных сестер необходимо добавить оценку дозы, которую получают работники во время выполнения другой работы, находясь в поле излучения источников, например, выполняя записи в рабочих журналах. Доза за рабочий день не должна превышать допустимых пределов доз для персонала группы А, деленных на число рабочих дней в году, N. Так как при работе с пациентами возможны неожиданности, требующие большего времени на выполнение процедур, при планировании работ следует заложить коэффициент запаса k. Таким образом, оценивая защиту персонала при высокодозных процедурах, следует планировать их так, чтобы дозы за день не превышали значений:

*Едн = 20/ N / k* , мЗв (12)

*Нк = 500 / N /k* , мЗв (13)

Если считать, что в среднем 240 рабочих дней в году, то можно ориентироваться на значения Едн ≤ 0,04 мЗв; Нк ≤ 1мЗв. При другом числе рабочих дней в году следует вычислить соответствующие им допустимые значения дневных доз, исходя из которых рассчитать допустимое число обслуживаемых пациентов за день.

**Приложение 8**

Регистрационный номер организации \_\_\_\_\_\_\_\_

**Заявка на поставку источников ионизирующего излучения**

1. Наименование и почтовый адрес поставщика\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2. Наименование и почтовый адрес заказчика \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3. Наименование организации, для которой производится заказ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. Предмет заказа\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование источника | Единица  измерения | Активность единицы | Количество единиц на год | В том числе по месяцам | | | | | | | | | | | | Общее    количество  на год    (активность) | Сумма, руб. |
| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

 Итого\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Примечания\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5. Гарантии оплаты\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель организации \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Главный бухгалтер \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

"\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г.

СОГЛАСОВАНО

Главный государственный санитарный врач по \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.П. "\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г.

6. Учетные отметки о реализации заявки (при разовых поставках)

7. Дата отправки источников заказчику "\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г.

Дата получения источников заказчиком "\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г.

Исполнено в 4 экз.:

Экз. № № 1 и 2 - поставщику

Экз. № 3 – органу, осуществляемому федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор

Экз. № 4 – заказчику

**Приложение 9**

**Приходно-расходный журнал ОРИ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N п/п | Приход | | | | | | | Расход | | | Остаток | | | Подпись м/с |
| Дата и время поступления | №, дата и время паспорта | № акта приемки-передачи | Вид ОРИ (генератор/элюат/РФП)/радионуклид, его № | Заявка № | Фасовка | | Кому выдоно, № требования | Активность, МБк | Объем, мл | Активность, МБк | Объем, мл | Акт и дата списания |
| Активность, МБк | Объем, мл |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания:

1. На каждый радионуклид открываются отдельные страницы.

2. В графах активности фиксируют активность на момент паспортизации.

3. При большом количестве поступающих ОРИ допускается ведение отдельного журнала на каждый радионуклид.

4. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

5. Журнал хранится в течение 5 лет.

**Приложение 10**

**Журнал фасовки РФП**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N п/п | Дата | Фасовка | | | | Использование | | | Остаток | | Подпись м/с |
| Активность, МБк | Активность на момент паспортизации, МБк | Объем, мл | Активность на момент паспортизации, МБк | Объем, мл |
| № фасовки | Активность на момент паспортизации, МБк | Объем, мл | Объемная активность, МБк/мл |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания:

1. На каждый РФП открываются отдельные страницы.
2. При большом количестве РФП допускается ведение отдельного журнала на каждый РФП.
3. В графе 7 использованную активность фиксируют измеренное значение активности при фасовке РФП для каждого пациента и дублируют активность на момент паспортизации.
4. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.
5. Журнал хранится в течение 5 лет.

**Приложение 11**

**Журнал учета закрытых радионуклидных источников**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Источник | | | | | | | | | Списание | |
| Дата поступ-ления | Наименование, производитель | № и дата приходной накладной | № заводской | Дата паспор-тизации | Актив-ностьть по паспорту, ГБк | Номер помещения хранения | Годен до: | Ответственное лицо (подпись, дата) | Дата списания | №  акта списания |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания:

1. На первой странице указывают ФИО и должность лица, ответственного за учет хранение и списание закрытых радионуклидных источников.

2. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

3. Журнал хранится все время эксплуатации подразделения.

**Приложение 12**

РАЗРЕШАЮ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись руководителя)

"\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

ТРЕБОВАНИЕ НА ВЫДАЧУ РАДИОНУКЛИДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ №\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(название подразделения ядерной медицины)

Прошу выдать для\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(указать причину, назначение, работы с радиоактивным веществом)

следующие радиоактивные вещества:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(наименование РФП, радионуклид)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| требуется | | | | фактически выдано | |
| Наименование в-ва и вид соединения | Кол-во (объём, мл) | Общая активность (МБк) | Кол-во (объём,мл, или число источников) | Активность  по паспорту, МБк | № и дата паспорта, № источника |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

Затребовал сотрудник \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись) (расшифровка Ф.И.О.)

Ответственный

за учет и контроль РВ и РАО \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись) (расшифровка Ф.И.О.)

"\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

Получил\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/………………………./

(подпись) (ФИО)

**Приложение 13**

**Журнал учета радиоактивных отходов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Дата поступ-ления | Наимено-вание РАО | Радионуклидный состав | Мощ-ность дозы на расст. 10 см | ФИО и подпись сдавшего | Списание | | | | Передача на захоронение | |
| Номер и дата акта списа-ния | Мощность дозы на расст.10см | Дата списания | ФИО и подпись проводив-шего измерения | Дата передачи | № паспорта/№ акта |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания:

1. Рекомендуется вести отдельные журналы для РАО, содержащих короткоживущие радионуклиды, открытых источников и долгоживущих закрытых источников с соответствующей корректировкой формы журналов учета РАО.

2. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

3. Журнал хранится все время эксплуатации подразделения.

**Приложение 14**

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись руководителя)

"\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

АКТ

о расходовании и списании ОРИ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(название подразделения ядерной медицины)

Настоящий акт составлен сотрудниками \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Ф.И.О. исполнителя работ и Ф.И.О. ответственного за хранение радионуклидных источников)

в том, что полученные по требованию № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

радионуклидные источники\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(наименование, номер источника, тип радионуклида)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(при большом количестве источников приложить отдельные листы с перечнем источников)

в количестве \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ штук с общей активностью\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

на "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г. использованы для\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(указать характер работы)

В процессе хранения и работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(краткое описание того, что произошло с исходным радионуклидным источником)

Остатки источников в количестве \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ штук

общей активностью\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

на "\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г. переданы на хранение для выдержки на распад.

После выдержки на распад МАЭД на расстоянии 0,1 м от поверхности упаковки отходов \_\_\_\_\_\_\_\_\_мкЗв/ч, т.е. меньше 1 мкЗв/ч над фоном, что позволяет считать их не радиоактивными отходами.

Отходы в виде\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

сданы на захоронение по документу № \_\_\_\_ от "\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

Непосредственный исполнитель работ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись) (расшифровка Ф.И.О.)

Дозиметрию провел \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись) (расшифровка Ф.И.О.)

Ответственный за хранение

радионуклидных источников \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись) (расшифровка Ф.И.О.)

"\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

**Приложение 15**

**Журнал введения радиофармпрепаратов пациентам**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Дата, время введе-ния | Фамилия, И.О. пациента | Возраст, лет | № истории болезни, амбулатор-ной карты |  | Введенный РФП | | | Подписи | |
| № протокола исследования | Название | Объем, мл | Актив-ность, МБк | Врач | Процедурная медсестра, |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания:

1. При больших объемах работы допускается ведение отдельных журналов на различные РФП и на особые способы их введения.

2. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

3. Журнал хранится в течение 5 лет.

**Приложение 16**

**Рекомендованная форма протокола радионуклидного исследования**

ПРОТОКОЛ исследования № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Аппарат \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ РФП \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата: «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г

ФИО: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(полностью)

Дата рождения: \_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_/ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г. Возраст \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Телефон: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Адрес: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Стац. и/б № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Отделение\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Амб. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Полис:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Диагноз основной: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Назначение\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(есть/нет, кто выдал)

Область и объем исследования: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

РОСТ \_\_\_\_\_\_\_ см, ВЕС \_\_\_\_\_ кг.

Время последнего приёма пищи «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_ час. \_\_\_\_\_\_\_ мин

Подпись медицинского регистратора\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

Измеренная активность \_\_\_\_\_\_\_\_\_ МБк

Время измерения \_\_\_\_\_\_\_\_ час \_\_\_\_\_\_\_ мин

Время введения РФП \_\_\_\_\_\_\_ час \_\_\_\_\_\_\_ мин

Активность в пустом шприце \_\_\_\_\_\_\_\_\_ МБк

Время измерения \_\_\_\_\_\_\_\_ час \_\_\_\_\_\_\_\_\_ мин

Введенная активность \_\_\_\_\_\_\_\_\_МБк

Подпись м/с \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /

Протокол сканирования\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Время начала сканирования\_\_\_\_\_\_\_\_ час \_\_\_\_\_\_\_ мин

Эффективная доза ПЭТ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ МЗв

Эффективная доза КТ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ МЗв

Общая эффективная доза \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ МЗв

Подпись рентгенолаборанта\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

**Приложение 17**

**Журнал учета РФП в подразделении радионуклидного обеспечения**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Получение | | | | | | | Расход | | | | | | Остаток | | Примечание |
|  | Циклотрон | | Радиохимическая лаборатория | | | | |
| Дата | Время | Наработанная активность, МБк | РФП | N серии | Суммарная активность РФП, МБк | Объем РФП, мл | Время паспортизации | N фасовки | Активность фасовки, МБк | Объем фасовки | Кому выдано | N и дата требования | Время выдачи | Активность, МБк | Объем, мл |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечание:

1. На каждый радионуклид заводят отдельный журнал.

2. Активность синтезированного РФП, фасовок и остатка указывают на дату и время, указанные в паспорте РФП.

3. Если активность для отдельных пациентов фасуется сразу в шприцы в блоке радионуклидного обеспечения, то в графу "N фасовки" записывают ФИО пациента.

4. При синтезе радиоактивных дыхательных смесей журнал модифицируют так, чтобы была указана удельная активность, МБк/мл.

5. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

6. Журнал хранится в течение 5 лет.

**Приложение 18**

**Форма журнала регистрации инструктажа по радиационной безопасности на рабочем месте**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Фамилия, инициалы инструк-тиуемого | Профессия, должность инструкти- руемого | Инструктаж: первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый | Номер инструкции или ее наиме-нование | Фамилия, инициалы, должность инструкти-рующего | Подпись | | Допуск к работе произвел | |
| Инструкти-рующего | Инструкти-руемого | Фамилия, инициалы, должность | Подпись |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Приложение 19**

**Рекомендации по длительности прекращения грудного вскармливания**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Радиофармпрепарат | Вводимые активности,  МБк (мКи) | Длительность прекращения |
| Препараты, меченные 99mTc | | |
| Макротех (MAA) | 148 (4) | 12 час |
| Пертехнетат | 185 (5) | 12 час |
| Пентатех (DTPA) | 740 (20) | 4 часа 1) |
| Технемаг (MAG3) | 370 (10) | 4 часа 1) |
| Технемек (DMSA) | 120 (4) | 4 часа 1) |
| Технефит (коллоид крупнодисперсный) | 444 (12) | 4 часа 1) |
| Технетрил (MIBI) | 1000 (30) | 4 часа 1) |
| Фосфаты и фосфонаты (пирфотех, фосфотех, резоскан, технефор) | 740 (20) | 4 часа 1) |
| Лейкоциты | 185 (5) | 48 час |
| Эритроциты (меченые in vivo) | 740 (20) | 12 час |
| Эритроциты (меченые in vitro) | 740 (20) | 4 часа 1) |
| Препараты, меченные радиоизотопами йода 2) | | |
| I-123 иодид натрия | 20 (0,5) | Прекращение |
| I-123 гиппуран | 74 (2) | 12 час |
| I-123 MIBG | 370 (10) | Прекращение |
| I-131 гиппуран | 11 (0,3) | 12 час |
| I-131 иодид натрия | 150 (0,4) | Прекращение |
| Другие | | |
| Ga-67 цитрат | 400 (10) | Прекращение |
| In-111 окреотид | 250 (6,8) | Не требуется |
| Tl-201 | 111 (3) | 96 часов |

1) Нет оснований прекращать кормление для большинства РФП, меченных 99mTc, при условии, что в них нет свободного 99mTc-пертехнетата. Для большей уверенности рекомендуется пропустить одно кормление в течение 4 часов после введения РФП, меченного 99mTc.

2) Рекомендация прекращения грудного кормления после введения матери РФП, меченных 123I, за исключением гиппурана, основана на риске наличия в препарате примесей других радиоизотопов йода.

**Приложение 20**

**Требования к проведению радиационного контроля мощности дозы на рабочих местах персонала, в смежных помещениях и на контролируемой территории для подразделений радионуклидной диагностики и наработки РФП**

Контроль мощности дозы при штатной работе рекомендуется проводить в следующих местах:

* на рабочих местах персонала во время работы с ИИИ (фасовка, введение, измерение активности, транспортирование и пр.);
* в пультовой диагностического оборудования во время исследования на рабочем месте рентгенолаборанта;
* в пультовой циклотрона в подразделении наработки РФП;
* в диагностическом кабинете или в процедурной проведения нагрузочной пробы во время введения пациенту РФП и во время проведения исследования;
* на рабочем месте персонала, выполняющего процедуры контроля качества оборудования с закрытыми калибровочными ИИИ и с фантомами, заполненными радиоактивным раствором;
* на расстоянии 0,1 м от поверхности рабочих столов в помещениях, где проводятся работы с РФП;
* на расстоянии 0,1 м от дверцы защитного сейфа с радионуклидными источниками;
* в помещении (коридоре), где пациенты с введенными в организм РФП ожидают исследования;
* в туалете для пациентов;
* на расстоянии 0,1 м от контейнера для перемещения ИИИ между помещениями;
* на расстоянии 0,1 м от наружной поверхности защитного барьера в хранилище РАО;
* на расстоянии 0,1 м от контейнеров для сбора твёрдых РАО;
* на расстоянии 0,1 м от пакетов с отходами после выдержки на распад, предназначенными к переводу в медицинские отходы;
* в помещениях, смежных по вертикали и горизонтали с помещениями с ИИИ;
* на территории, прилегающей к помещениями с ИИИ.

2. При проведении радиационного контроля мощности дозы (МД) в качестве измеряемой величины используется мощность амбиентного эквивалента дозы (10).

3. В помещениях, где проводятся работы с радионуклидными источниками (фасовочная, процедурная введения РФП пациентам), измерения мощности дозы гамма-излучения на рабочих местах персонала выполняют на высотах, соответствующих уровню головы – 160±10 см, груди – 120±10 см, гонад – 80±10 см и ног – 30±10 см. Измерения на высоте груди и таза служат для контроля правильного использования защитного оборудования при процедурах работы с РФП, которое должно обеспечивать адекватную защиту всего организма работника.

Значение приведенной мощности эффективной дозы  оценивают по формуле:

, мкЗв/ч, (1)

где:  – значения МАЭД на основе измеренных значений на уровнях голов, груди, гонад и ног;

0,1 и 0,9 – взвешивающие тканевые коэффициенты, полученные, исходя из суммы значений тканевых коэффициентов на уровнях головы, груди, гонад и ног, относит. ед.;.

4. В помещениях смежных с помещениями с ИИИ, где поле излучения от источников более равномерно, в точках контроля проводят одно измерение мощности амбиентного эквивалента дозы на высоте 100 см. Для оценки результатов радиационного контроля мощность эффективной дозы  консервативно принимается равной МАЭД, :

, мкЗв/ч, (2)

где:  – значение МАЭД на основе измеренных значений на высоте 1 м от пола.

В смежных помещениях МАЭД измеряют на высоте 1 м. Измерения проводят:

* в помещениях, расположенных над и под подразделением радионуклидной диагностики, в точках прямоугольной сетки с шагом 1-2 м;
* в помещениях, смежных по горизонтали, и вдоль наружной стены на территории медицинской организации на расстоянии 10 см от разделяющей стены по всей ее длине с шагом 1-2 м;
* на стыках защитных ограждений, у дверных проемов, смотровых и передаточных окон и отверстий технологического назначения.

Для сравнения с нормативными величинами (см. Приложение 3 Правил) используют среднее из измеренных значений для данного помещения.

Дозиметрическое оборудование должно соответствовать параметрам регистрируемого излучения, внесено в государственный реестр средств измерений и иметь действующее свидетельство о поверке.

**ГЛАВА 3. Обеспечение радиационной безопасности при проведении радионуклидных исследований «*in vitro*»**

1. **Общие положения.**
   1. Для радиоиммунных анализов (РИА) «in vitro” в медицинской практике используются наборы с радиоактивной меткой 125I, значительно реже используются наборы, меченные 3H, 14C, 32P, 35S. Перечисленные радионуклиды, кроме 125I, являются чистыми бета излучателями и не представляют опасности как источник внешнего облучения. 125I, кроме электронов конверсии и Оже, испускает характеристическое излучение с дискретным энергетическим спектром с максимальной энергией гамма квантов 35,4 кэВ. Период полураспада 125I - 59,4 суток. Мощность поглощенной дозы в воздухе на расстоянии 1 м от точечного источника йода-125 активностью 1 МБк равна 0,0355 мкГр/ч. Суммарная активность наборов на 100 анализов, как правило, меньше минимально значимой активности (МЗА) на рабочем месте, равной 1 МБк, МЗУА =1000 Бк/г.
   2. Если на рабочем месте активность набора меньше МЗА и в организации на хранении одновременно находится меньше 10 МЗА активности РИА наборов, то согласно п. 1.8 ОСПОРБ-99/2020 такие организации освобождаются от требования получения специального разрешения (лицензии) на работу с радиоактивными источниками. Требование об обязательном учете и контроле этих источников излучения сохраняется (п. 1.7 ОСПОРБ-99/2020).
   3. Если не выполняется условие п. 1.2, то проведение исследований с наборами РИА допускается после оформления санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работ требованиям санитарных правил к работам с открытыми радиоактивными веществами.
   4. В случае выполнения условий пункта 1.2 настоящих методических указаний, и если лаборатория “in vitro” функционирует как самостоятельное подразделение, а персонал лаборатории по своим должностным обязанностям не работает с источниками ионизирующего излучения, то они относятся к категории облучаемых лиц «население», для которых предел эффективной дозы за год составляет 1 мЗв.
   5. Если лаборатория “in vitro” организована в рамках подразделения радиоизотопной диагностики, где проводятся радионуклидные исследования “in vivo”, а сотрудники лаборатории принимают участие в радиодиагностических исследованиях пациентов с использованием источников ионизирующего излучения, то они относятся к категории облучаемых лиц «персонал группы А», на них распространяются требования, определенные для данной категории, согласно НРБ-99/2020.
   6. Администрация учреждения несет ответственность за обеспечение необходимым оборудованием и наборами для исследований, профессиональную квалификацию сотрудников и их подготовку в области радиационной безопасности, за соблюдение правил радиационной безопасности в рабочих помещениях и на рабочих местах.
2. **Требования к размещению лаборатории радионуклидной диагностики "in vitro"**
   1. Размещение оборудования и организация работ в лаборатории РИА “in vitro” осуществляется на основании проекта, разработанного лицензированной организацией и содержащего обоснование требований радиационной безопасности.
   2. При организации лаборатории "in vitro" как самостоятельного подразделения в рамках медицинской организации необходимо выделить минимум три помещения, в которых размещаются: радиохимическая, радиометрическая - каждое площадью не менее 18 кв. м и комната для хранения наборов для РИА и отходов площадью не менее 6 кв. м. Кроме того, медицинская организация обеспечивает отбор и доставку в лабораторию "in vitro" проб крови пациентов или выделяет для этого процедурную комнату и медсестру для отбора крови.
   3. Для хранения РИА-наборов и биологических проб, в т.ч. для текущей работы, предусматривается необходимое холодильное оборудование. Администрация медицинской организации обеспечивает сохранность наборов для радиоконкурентного анализа и исключение доступа посторонних лиц к местам работы с РИА и их хранения. Хранилище РИА-наборов должно быть всегда закрыто на ключ, кроме моментов взятия препаратов для работы.
   4. В радиохимической комнате производятся процедуры центрифугирования биологических проб, раскапывания в пробирки, перемешивания встряхиванием. Промывка пробирок должна осуществляться с помощью водоструйного насоса. Радиохимическая комната должна быть оборудована глубокой мойкой для мытья химической посуды.
   5. В радиометрическом помещении, кроме измерительного прибора, размещаются рабочие столы врача и лаборанта. При наличии более одного счетчика проб и/или дополнительной центрифуги следует увеличить площадь в пределах 6 кв. м на каждый прибор.
   6. Полы и стены в помещениях выполняются из влагостойкого, слабо сорбирующего материала, без швов, допускающие ежедневную влажную уборку.
3. **Организация работ**
   1. Заказ, получение, хранение и учет наборов для диагностики “in vitro” осуществляется в соответствии с разделом 2.1 настоящих Правил.
   2. Персонал лаборатории РИА проводит работы с наборами в одноразовых резиновых перчатках и лабораторной спецодежде. Все флаконы, из которых отбирают микропипеткой меченое вещество, контрольные и калибровочные пробы немедленно плотно закупоривают после того, как проведен отбор требуемой жидкости. Запрещается пипетировать растворы с радиоактивной меткой ртом. Для получения достоверных качественных результатов необходимо тщательно соблюдать методику радиоиммунного анализа, рекомендованную производителем наборов.
   3. При работе с жидкостями, содержащими радиоактивную метку, существует потенциальная вероятность аварийного разлива. Для ограничения последствий такой нештатной ситуации все работы по раскапыванию биологических проб и радиоактивного субстрата проводят в поддонах, покрытых фильтровальной бумагой, которую регулярно заменяют. В лаборатории “*in vitro*” должна существовать инструкция по ликвидации нештатной радиационной ситуации и запас необходимых материалов для устранения радиоактивного загрязнения: фильтровальная бумага, уборочный инвентарь, дезактивирующие материалы. После каждой нештатной ситуации необходимо проводить обязательный радиационный контроль помещения и оборудования.
   4. Контроль загрязнения рук, одежды персонала, а также рабочих поверхностей, пола и бачков с отходами рекомендуется проводить для 125I по гамма и рентгеновскому излучению радионуклида (27-35 кэВ) с помощью дозиметров, внесенных в государственный реестр средств измерений, с нижним пределом регистрируемых энергий не выше 20 кэВ и имеющих действующее свидетельство о поверке. Измерения проводят на расстоянии 10 см отизмеряемого объекта. При работе с чистыми бета излучателями (тритий, углерод-14) радиационный контроль проводится методом мазков с последующим измерением активности отобранного материала в жидкостном сцинтилляционном счетчике.
   5. При обнаружении превышения результатов контроля над фоновым значением проводят дезактивацию обнаруженного загрязнения с помощью дезактивирующих средств, помывку рук хозяйственным мылом или другими наличными средствами, замену загрязненной рабочей одежды. Допустимые уровни загрязнения рабочих поверхностей, кожных покровов и спецодежды после ликвидации аварийного загрязнения бета-излучателями не должны превышать значения, приведенные в таблице 8.9 НРБ-99/2020.
4. **Обращение с отходами радиоиммунных анализов “in vitro”**
   1. При проведении РИА “*in vitro*” образуются три вида отходов: биологические (остатки пробы биологического материала), твердые отходы (пробирки после радиометрии, флаконы, наконечники дозаторов) и жидкие отходы (остатки непрореагировавшего меченого вещества из пробирок, промывочная жидкость).
   2. Остатки неиспользованных биологических проб сливают в одну ёмкость, заливают дезинфицирующим раствором, выдерживают в течение времени, указанного в инструкции к дезинфицирующему материалу, после чего удаляют в хозяйственную канализацию, смывая водой.
   3. Пробирки после измерений на счетчике помещают в стеклянную ёмкость, заливают дезинфицирующим раствором, выдерживают, установленное инструкцией время, промывают проточной водой, высушивают, складывают в пластиковые пакеты-сборники, записывают дату паспортизации набора и помещают в хранилище на время радиоактивного распада до уровней удельной активности метки менее значений приложения 3 ОСПОРБ-99/2020 . После этого их удаляют как отходы лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ) класса А – «неопасные отходы» без ограничений по радиационному фактору.
   4. Твердые отходы наборов РИА с общей начальной активностью 125I ниже 300 кБк на 100 анализов не являются радиоактивными отходами; с начальной активностью от 300 до 600 кБк – выдерживаются не менее одного периода полураспада (2 месяца), выше 600 кБк – не менее двух периодов полураспада (4 месяца) от даты изготовления.
   5. Жидкие отходы образуются вымыванием из пробирок рабочего раствора, содержащего радиоактивную метку. Содержимое пробирок и промывочные жидкости сливают в одну ёмкость, добавляют дезинфицирующий раствор и оставляют на время дезинфекции биологических остатков анализов. Общий объём промывочной жидкости и дезинфицирующего раствора должен быть не менее одного литра жидкости на 20 использованных пробирок. В соответствии с инструкцией производителя наборов жидкие отходы РИА не должны контактировать с латунью, медью или свинцом.
   6. Если в полученном растворе концентрация радиоактивной метки ниже значений, указанных в прилож. 3 к ОСПОРБ-99/2020, критерия удельной активности техногенных радионуклидов, при которых допускается неограниченное использование материалов, или ниже МЗУА – критерия отнесения к радиоактивным отходам, то при соблюдении этих условий обращение с жидкими отходами РИА не ограничено по радиационному фактору, и их можно удалять установленным образом как медицинские отходы класса Б.

**Глава 4. Обеспечение радиационной безопасности при проведении лучевой терапии с помощью открытых радионуклидных источников**

1. **Область применения**
   1. Настоящая глава свода Правил устанавливает требования по обеспечению радиационной безопасности персонала, пациентов и населения при проведении лучевой терапии с использованием открытых радионуклидных ИИИ (далее - радионуклидная терапия) независимо от средств, технологий и мест их проведения.
   2. Правила распространяются при размещении, проектировании, реконструкции, перепрофилировании, строительстве новых, эксплуатации действующих подразделений радионуклидной терапии и выводе их из эксплуатации; при монтаже, наладке, ремонте аппаратуры и оборудования для радионуклидной терапии, при планировании и проведении терапевтических процедур с открытыми радионуклидными источниками. Требования Правил не распространяются на ядерные установки любых типов немедицинского назначения.
   3. Правила обязательны для всех юридических лиц и индивидуальных предпринимателей независимо от их подчиненности и формы собственности, осуществляющих деятельность в области использования генерирующих и радионуклидных источников ионизирующего излучения для медицинских целей (далее – медицинские организации).
   4. Контроль за выполнением настоящих Правил осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации органами, уполномоченными на осуществление федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора.
2. **Общие положения**
   1. Обеспечение радиационной безопасности персонала, пациентов и населения при обращении с медицинским оборудованием и проведении радионуклидной терапии основано на практической реализации трех основных принципов радиационной безопасности – нормирования, обоснования и оптимизации в соответствии с НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020.
   2. Медицинскими организациями, проводящими радионуклидную терапию, разрабатываются программы обеспечения качества лечебных процедур в соответствии с пунктом 4.8 ОСПОРБ-99/2020. Программы обеспечения качества должны включать регулярный контроль качества работы оборудования, выполнения медицинских процедур и оптимизацию. Процедуры контроля качества оборудования должны выполняться в установленном порядке в объеме и с периодичностью в соответствии с Приложением 15 Правил.
   3. Организации, осуществляющие радионуклидную терапию, должны иметь:
   * специальное разрешение (лицензию) на медицинскую деятельность, в которую внесены следующие виды работ в соответствии с оказываемыми услугами: «радиология», «радиотерапия»;
   * лицензии на осуществление деятельности по производству лекарственных средств (в случае производства и поставок РФП в сторонние организации) и осуществление фармацевтической деятельности (в случае изготовления РФП только для собственных нужд), а также на право работ в области использования атомной энергии;
   * санитарно-эпидемиологическое заключение органа, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, о соответствии условий деятельности с ИИИ (открытыми) требованиям Правил. Требования к получению санитарно-эпидемиологического заключения на условия выполнения работы с ИИИ представлены в Приложении 16 к настоящим Правилам;
   * санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии зданий, строений, помещений, используемых для осуществления медицинской деятельности с указанием вида медицинских услуг;
   * специализированное подразделение терапии, укомплектованное квалифицированными специалистами и оснащенное исправным оборудованием, с заключенным договором на техническое обслуживание.
   1. Санитарно-эпидемиологическое заключение на условия работы с ИИИ действительно на срок не более пяти лет. По истечении срока действия, при изменении условий работы с ИИИ, введении в эксплуатацию других ИИИ, администрация медицинской организации обеспечивает получение нового санитарно-эпидемиологического заключения. При выявлении специалистами органа, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, нарушений, требующих прекращения эксплуатации ИИИ, орган выдает санитарно-эпидемиологическое заключение о несоответствии условий труда с ИИИ санитарным правилам. Работа с ИИИ без санитарно-эпидемиологического заключения не допускается.
   2. Производство, проектирование, размещение, техническое обслуживание (монтаж, наладка и радиационный контроль), а также проектирование и изготовление средств радиационной защиты, применяемых в радионуклидной терапии, осуществляются организациями, имеющими лицензии на данный вид деятельности с ИИИ.
   3. При работах в подразделении радионуклидной терапии возможно воздействие на пациентов и на персонал следующих опасных и вредных производственных факторов (радиационных и нерадиационных):
   * повышенный уровень внешнего облучения гамма-квантами, характеристическим излучением и бета-частицами в рабочих помещениях подразделения радионуклидной терапии;
   * возможное наличие радиоактивных загрязнений на рабочих поверхностях и повышенного содержания радиоактивных аэрозолей и радиоактивных газов в воздухе рабочих помещений;
   * возможная инкорпорация радионуклидов в организм человека;
   * возможное загрязнение одежды, кожных покровов, средств индивидуальной защиты;
   * опасный уровень напряжения в электрических цепях аппаратуры и оборудования, замыкание которых может произойти через тело человека и вызвать поражение электрическим током;
   * возможное соприкосновение движущихся частей аппаратуры (радиометров, гамма-камер, гамма-томографов) с телом пациента;
   * повышенный уровень шума, создаваемого электроприводами аппаратуры, холодильными установками, воздушными вентиляторами системами кондиционирования воздуха и другими установками;
   * воздействие вредных химических веществ, используемых для синтеза или приготовления РФП, эксплуатации аппаратуры и оборудования, а также дезактивации и уборки помещений подразделения радионуклидной терапии.
3. **Требования к организации работ и помещениям для проведения лучевой терапии с помощью радиофармпрепаратов**
   1. **Классы работ**
      1. Все работы с использованием открытых радионуклидных источников в подразделениях радионуклидной терапии подразделяются на классы.
      2. Класс работ устанавливается в зависимости от группы радиационной опасности радионуклида и его активности на рабочем месте в соответствии с требованиями Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2020.
      3. Используемые в терапевтических процедурах радионуклиды как источники внутреннего облучения разделяются по степени радиационной опасности на четыре группы в зависимости от минимально-значимой активности (МЗА) в соответствии с ОСПОРБ-99/2020:
   * группа А: МЗАА = 103 Бк
   * группа Б: МЗАБ = 104 и 105 Бк
   * группа В: МЗАВ = 106 и 107 Бк
   * группа Г: МЗАГ = 108 и более Бк.
     1. При выборе РФП следует отдавать предпочтение радионуклидам, относящимся к группам меньшей степени опасности.
     2. Принадлежность радионуклида к группе радиационной опасности устанавливается в соответствии с [Приложением 1](#bookmark=id.2xcytpi) настоящих Правил, где обозначена группа радиационной опасности каждого радионуклида.
     3. В зависимости от суммарной активности на рабочем месте классы работ устанавливаются для отдельных помещений или блоков помещений подразделения радионуклидной терапии.
   1. **Требования к помещениям подразделений радионуклидной терапии и их техническому оснащению**

**Основные требования**

* + 1. Категория потенциальной радиационной опасности подразделения радионуклидной терапии устанавливается на этапе проектирования, для действующих объектов категории устанавливаются администрацией по согласованию с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
    2. При выборе мест размещения помещений радионуклидной терапии следует руководствоваться требованиями строительных норм проектирования медицинских организаций, ОСПОРБ-99/2020 и настоящих Правил.
    3. Проектная документация на подразделения радионуклидной терапии должна предусматривать наличие комплекса организационных, технических и санитарно-гигиенических мероприятий по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при строительстве, реконструкции, эксплуатации, выводе из эксплуатации, а также в случае аварии.
    4. Вывод из эксплуатации подразделения радионуклидной терапии принимается на основании проекта вывода из эксплуатации, разработанного на этапе проектирования подразделения радионуклидной терапии, и комплексного обследования объекта.
    5. Дальнейшее использование помещений, в которых ранее проводились работы с радиоактивными веществами, возможно при наличии санитарно-эпидемиологического заключения.
    6. Размещение и инженерно-техническое оборудование помещений, в которых производятся работы с открытыми радионуклидными источниками, определяются в соответствии с классом работ.
    7. Планировка и оснащение помещений должны обеспечивать защиту пациентов, персонала и населения от внешнего облучения, от поступления радионуклидов в помещения и в окружающую среду путем использования системы стационарных (оборудование, стены и перекрытия помещений), нестационарных (контейнеры, экраны) и динамических (вентиляция и канализация) барьеров.
    8. Работы с открытыми радионуклидными источниками с удельной и (или) суммарной активностью ниже значений минимально значимой удельной активности (далее - МЗУА) и МЗА (приложение П-4 НРБ-99/2020), приведенных в [Приложении 1](#bookmark=id.2xcytpi) настоящих Правил, разрешается проводить в производственных помещениях подразделения радионуклидной терапии и других подразделений данного учреждения, к которым не предъявляются дополнительные требования по радиационной безопасности.
    9. Подразделения радионуклидной терапии необходимо размещать в зданиях медицинских организаций, придерживаясь принципа сосредоточения помещений в отдельной части здания (изолированное здание, отдельный отсек или крыло здания) с предпочтением размещения на первом этаже с целью максимальной локализации технологического процесса.
    10. Запрещается размещать подразделения радионуклидной терапии в жилых зданиях и в детских учреждениях.
    11. Запрещается размещать помещения подразделения радионуклидной терапии в подвальных этажах, за исключением: хранилища радиоизотопных фармацевтических препаратов (далее - РФП), хранилища радиоактивных отходов, санпропускника, саншлюза, станции спецочистки жидких радиоактивных отходов, кладовых и др. помещений, где нет постоянных рабочих мест.
    12. Подразделения радионуклидной терапии должны состоять из блока радионуклидного обеспечения, блока "активных" радиологических палат и блока общих помещений.
    13. При наличии в медицинской организации самостоятельного структурного подразделения радионуклидной диагностики допускаются общие с подразделением радионуклидной терапии помещения для приема и хранения РФП, а также общее хранилище твердых радиоактивных отходов.
    14. При необходимости размещения рентгенодиагностического оборудования или оборудования для ультразвуковой диагностики следует руководствоваться соответствующими санитарными правилами.
    15. При необходимости размещения вивария для испытаний РФП на лабораторных животных, следует руководствоваться ОСПОРБ-99/2020, НРБ-99/2020 и соответствующими санитарными правилами, регламентирующими строительство и эксплуатацию вивариев.
    16. При проектировании новых и реконструкции уже имеющихся помещений подразделений радионуклидной терапии класс работ в блоке радионуклидного обеспечения и блоке "активных" палат должен устанавливаться для каждого помещения.
    17. Рекомендуемые назначения и площади помещений подразделений радионуклидной терапии приведены в [Приложении 2](#bookmark=id.1ci93xb) настоящих Правил.
    18. Рекомендации п. п. 3.2.16 и 3.2.17 являются ориентировочными и уточняются при проектировании в каждом конкретном случае.
    19. В проектной документации для каждого рабочего помещения должны быть указаны: радионуклиды, РФП, агрегатное состояние, активность на рабочем месте, вид и характер планируемых работ, "максимальный" класс работ и "максимальное" годовое потребление радионуклидов.
    20. В проекте подразделения радионуклидной терапии должен быть предусмотрен расчет стационарной радиационной защиты (стены, ограждения, перекрытия), а также требования к средствам радиационной защиты рабочих мест персонала и защите пациентов.
    21. Полы и стены помещений для работ II класса должны быть покрыты слабо сорбирующими материалами, стойкими к средствам дезактивации. Края покрытий полов должны быть подняты и заделаны заподлицо со стенами. Количество стыков между отдельными листами покрытия должно быть минимальным; допускается бесстыковое покрытие на основе дезактивируемых отвердевающих составов.
    22. Помещения, относящиеся к разным классам, следует окрашивать в разные цвета светлого тона. Полотна дверей и переплеты окон должны иметь простейшие профили и изготовлены из слабо сорбирующих материалов.
    23. Высота помещений и площадь в расчете на одного работающего в подразделениях радионуклидной терапии определяются требованиями строительных норм и правил, проектными предложениями фирм-изготовителей оборудования с учетом габаритных размеров и технологии применения этого оборудования.

**Блок радионуклидного обеспечения**

* + 1. Помещения подразделения радионуклидной терапии должны быть сгруппированы по блокам, указанным в [п. 3.2.12](#bookmark=id.3znysh7).
    2. Размещение помещений указанных блоков должно обеспечивать минимальную протяженность маршрутов перемещения РФП и радиоактивных отходов по коридорам подразделения и максимально возможное разделение потоков этих источников и пациентов в помещениях подразделения.
    3. Для приемки и выдачи РФП и вывоза радиоактивных отходов необходимо предусмотреть отдельный вход со стальной дверью под охранной сигнализацией, к которому должен быть обеспечен удобный подъезд с твердым покрытием для специальных автомашин и через который не должны проходить ни персонал, ни пациенты, ни другие посторонние лица.
    4. Технологический процесс приемки, распаковки, фасовки, применения, хранения РФП должен проводиться с использованием современного радиационно-защитного и технологического оборудования. Помещение для приемки РФП и их распаковки, фасовочную, основную и резервную процедурные и хранилище РФП рекомендуется делать смежными и соединять открываемыми передаточными окнами. Рекомендуется оснащение указанных помещений системой защитных боксов или защищенной транспортерной линией с дистанционными средствами распаковки транспортных упаковок, развальцовки флаконов и расфасовки РФП.
    5. Хранилище РФП должно быть снабжено защитным многоячеечным сейфом; оно может быть общим с помещением для приемки РФП, где производится распаковка транспортных упаковок генераторов и РФП.
    6. Радиоманипуляционные, моечная и фасовочная должны быть оборудованы глубокими раковинами из нержавеющей стали со сливом в спецканализацию; трапы в полу этих помещений должны быть соединены со спецканализацией. У раковины должен быть установлен держатель для одноразовых полотенец и мусоросборник.
    7. Хранилище твердых радиоактивных отходов (далее - РАО) должно быть оборудовано биологической защитой, рассчитываемой при проектировании. Твердые РАО хранятся в пластикатовых мешках. Объем хранилища должен обеспечивать прием и хранение РАО с учетом времени выдержки для снижения активности отходов. Для хранения РАО с органическими соединениями в хранилище устанавливаются холодильники. Рекомендуется всю площадь хранилища разделить на три отдельные зоны для хранения РАО разных категорий по удельной активности.
    8. Помещение для дневного пребывания амбулаторных пациентов с введенным в организм РФП рекомендуется разделять стационарными защитными стенками (экранами) на несколько частей из расчета одновременного нахождения в каждой из них одного пациента. Материал и толщина стенок должны быть определены и рассчитаны при проектировании. В непосредственной близости от этого помещения должен находиться туалет для амбулаторных больных со сливом в спецканализацию, оборудованный также раковиной со сливом в хозяйственно-бытовую канализацию.
    9. Санпропускник для персонала размещается в непосредственной близости от фасовочной и процедурных. В нем должны быть предусмотрены место для переодевания, для дезактивации средств индивидуальной защиты, душевые установки, умывальник с раковиной, слив от которых производится в спецканализацию.
    10. Пункт радиационного контроля персонала может быть размещен в помещении санпропускника для персонала либо в смежном с ним помещении.
    11. Кладовую для временного хранения радиоактивно загрязненной спецодежды и сменной обуви персонала и кладовую для временного хранения радиоактивно загрязненного постельного белья, полотенец, больничной одежды и сменной обуви больных из "активных" палат следует проектировать смежными друг с другом.

**Блок радиологических "активных" палат**

* + 1. Планировка и оснащение "активных" палат помимо своего основного функционального назначения должны минимизировать как облучение персонала от больных, так и каждого больного от остальных пациентов, находящихся в подразделении радионуклидной терапии.
    2. Палаты рекомендуется проектировать не более чем на двух пациентов. Внутри двухместных палат рекомендуется устанавливать экранирующие стенки теневой защиты (стационарные или передвижные). Целесообразность их установления, конфигурация, материал и толщины защитных стенок определяются на этапе проектирования исходя из максимального годового потребления и класса работ.
    3. В "активных" палатах стены, потолок, оборудование и мебель должны иметь гладкие поверхности, простую конфигурацию и слабо сорбирующие дезактивируемые покрытия.
    4. Матрацы кроватей, ручки дверей, выключатели электроосвещения, пульты аудиосвязи с медперсоналом отделения радионуклидной терапии, пульты дистанционного управления бытовыми телевизорами в палатах должны быть надежно закрыты сменяемым или хорошо дезактивируемым пленочным покрытием. То же самое относится к органам управления кондиционеров воздуха и ручкам бытовых холодильников, если они будут устанавливаться во всех или некоторых палатах.
    5. Отопление "активных" палат должно быть панельного типа. На окнах должны быть изнутри установлены жалюзи с легко дезактивируемым покрытием. При размещении блока "активных" палат на первом этаже здания должны быть обеспечены охранные и противопожарные мероприятия.
    6. В каждой "активной" палате должен быть отдельный санузел, в состав которого должны входить унитаз и умывальник с водопроводной раковиной. В зависимости от мощности станции спецочистки жидких радиоактивных отходов санузел может включать также душевую кабину.
    7. Умывальники в "активных" палатах должны быть снабжены кранами-смесителями с локтевым или педальным управлением. Слив воды из умывальников и из душевой кабины производится в спецканализацию.
    8. Промывка унитазов, соединенных со станцией спецочистки жидких радиоактивных отходов, в палатных санузлах осуществляется путем принудительного слива воды или с помощью педального спуска.
    9. Дренажные трубы унитазов должны, по возможности, иметь минимальную протяженность, соединяясь со станцией спецочистки жидких радиоактивных отходов, а также обеспечивать беспрепятственный доступ для прочистки возможных засоров, устранения протечек и для регулярного радиационного контроля. В полу санузла каждой "активной" палаты должен быть установлен трап, также соединенный со станцией спецочистки жидких радиоактивных отходов и используемый при дезактивации и уборке палаты.
    10. Помещение для дневного пребывания амбулаторных пациентов с введенным в организм РФП рекомендуется разделять стационарными защитными стенками (экранами) на несколько частей из расчета одновременного нахождения в каждой из них одного пациента. Материал и толщина стенок должны быть определены и рассчитаны при проектировании. В непосредственной близости от этого помещения должен находиться туалет для амбулаторных больных, оборудованный унитазом и раковиной для мытья рук с подводкой горячей и холодной воды, подключенных к спецканализации.
    11. Кабинеты сцинтиграфии и радиометрии рекомендуется не делать смежными с "активными" палатами и помещениями блока радионуклидного обеспечения, в которых проводятся работы с РФП (радиоманипуляционные, кладовая загрязненного белья и других твердых радиоактивных отходов, кладовая загрязненной спецодежды и обуви персонала). Протяженность маршрута для перехода больных из "активных" палат в эти кабинеты должна быть минимально возможной.
    12. Пол, стены и потолок санпропускника для больных и палатных санузлов должны иметь влагостойкие слабо сорбирующие покрытия и допускать очистку и дезактивацию.

**Блок помещений общего назначения "чистых" служебных помещений**

* + 1. В блоке помещений общего назначения при проектировании следует предусмотреть помещения для размещения рабочих мест персонала подразделения (кабинеты заведующего, научных сотрудников, врачей-радиологов, медицинских физиков и др.).
    2. Помещение (пост) дежурной медицинской сестры должно быть связано линиями двусторонней аудиосвязи и телевизионного наблюдения за больными со всеми "активными" палатами и помещениями для пребывания амбулаторных пациентов. В нем должны быть установлены: централизованный пульт связи, пульт включения и отключения системы спецвентиляции, видеомонитор с возможностью управляемого подключения к линиям телевизионного наблюдения, централизованный пульт постоянного радиационного контроля "активных" палат, а также рабочее место для компьютера.
    3. Туалет для персонала должен быть недоступен для амбулаторных больных и пациентов из "активных" палат подразделения радионуклидной терапии.
  1. **Требования к организации и проведению работ**

**Основные требования**

* + 1. Организация и проведение работ с открытыми радионуклидными источниками в подразделении радионуклидной терапии должны обеспечивать реализацию выбранного плана лечения при одновременном исключении избыточного (неоправданного) облучения больных и обеспечении защиты персонала от профессионального внутреннего и внешнего облучения.
    2. К работе с радионуклидными источниками излучения допускаются лица, отнесенные к персоналу группы А подразделения радионуклидной терапии.
    3. Персонал подразделения радионуклидной терапии должен проходить инструктаж по технике безопасности, в том числе и по радиационной безопасности:
  + вводный при поступлении на работу в подразделение;
  + первичный на рабочем месте;
  + повторный не реже двух раз в год;
  + внеплановый при изменении технологии на рабочем месте.
    1. Лица, временно направленные на работу в подразделение радионуклидной терапии, допускаются к работе с радионуклидными источниками излучения после прохождения инструктажа и проверки знаний по радиационной безопасности, выдачи им индивидуальных дозиметров с последующим вручением заполненных копий индивидуальной карты о полученных дозах излучения для включения в их индивидуальные карты по основному месту работы.
    2. Регистрация инструктажа персонала по радиационной безопасности должна проводиться в специальном журнале ([Приложение 3](#bookmark=id.3whwml4) настоящих Правил).
    3. Все технологические операции с радионуклидными источниками излучения, выполняемые в данном подразделении, должны соответствовать методикам работы в установленном порядке.
    4. Поставка РФП проводится по заказ-заявкам (Приложение 5 ОСПОРБ-99/2020). Получение, хранение и проведение работ с радионуклидными источниками излучения разрешается при наличии санитарно-эпидемиологического заключения на право работы с ИИИ в данном подразделении.
    5. Работа с ИИИ разрешается только в тех помещениях и с теми источниками, которые указаны в санитарно-эпидемиологическом заключении. На дверях каждого помещения должно быть указано его назначение, нанесен знак радиационной опасности с обозначением класса работ. В соответствии с ОСПОРБ-99/2020, для всех помещений блока радионуклидного обеспечения и блока «активных» палат подразделения радионуклидной терапии устанавливается II класс работ с открытыми радионуклидными источниками при условии наличия на рабочем месте приведенной к группе А суммарной активности от 105 до 108 Бк. В фасовочном и процедурном помещениях допускается увеличение указанной активности в 10 раз, в генераторной – в 20 раз.
    6. В помещениях, где проводятся работы с ИИИ, запрещается проводить работы, не указанные в санитарно-эпидемиологическом заключении.
    7. Количество персонала в помещении, где проводятся работы с ИИИ, должно быть минимально необходимым для выполнения конкретной технологии.
    8. В рабочих помещениях подразделения радионуклидной терапии запрещается есть, пить, курить, пользоваться косметикой, хранить пищевые продукты, табачные изделия, домашнюю одежду, косметические принадлежности и другие посторонние предметы. В помещениях блока радиологических "активных" палат для пациентов и персонала следует использовать одноразовую посуду, белье, носовые платки (салфетки), бахилы и т.п., а также одноразовую спецодежду для персонала при проведении дезактивационных работ.
    9. Все технологические операции по подготовке РФП к введению в организм больного, а также с жидкостными фантомами, должны проводиться в защитных боксах или в вытяжных шкафах на лотках и поддонах из слабо сорбирующих материалов. Дно лотков и поддонов должно быть закрыто слоем фильтровальной бумаги, а их емкость должна превышать объем используемого радиоактивного раствора не менее чем в два раза.
    10. Рабочий инвентарь для уборки и дезактивации поверхностей на рабочих местах персонала должен быть маркирован, закреплен за помещениями соответствующего блока данного подразделения и нигде больше не использоваться.
    11. В каждом рабочем помещении, где ведется работа с радионуклидными источниками, должен быть контейнер для сбора твердых радиоактивных отходов, снабженный сменным полиэтиленовым мешком и педальным устройством открывания крышки контейнера.
    12. Холодильники, в которых хранятся РФП на основе органических соединений, должны быть размещены в хранилище РФП и, при необходимости, снабжены радиационной защитой, снижающей уровень внешнего облучения персонала до допустимых значений.
    13. Каждое подразделение радионуклидной терапии должно иметь специализированный радиометр (дозкалибратор) для определения активности фасовок РФП. Метрологическая поверка радиометров производится в установленном порядке.
    14. Контейнеры, сосуды и флаконы с радиоактивными растворами должны быть снабжены четкими этикетками с ясным указанием названия радионуклида, наименованием РФП и его активности на определенное время. Флаконы с раствором без этикетки, со следами коррозии на металлической крышке и с изменением прозрачности стеклянных стенок флакона должны считаться радиоактивными отходами с их последующим удалением в соответствии с установленной процедурой, и содержимое такого флакона не должно использоваться для введения в организм больного.
    15. Активность радионуклидных источников на рабочем месте должна быть минимально необходимой для работы. При всех работах с открытыми радионуклидными источниками персонал должен использовать коллективные и индивидуальные средства радиационной защиты.
    16. Организация работ с открытыми радионуклидными источниками должна быть направлена на сокращение продолжительности пребывания персонала в поле ионизирующего излучения радионуклидных источников, на увеличение расстояний между работающими и радионуклидными источниками и на минимизацию радиоактивных отходов, образующихся при технологических операциях.

**Технологии подготовки радиофармпрепаратов**

* + 1. Поступающие в подразделение радионуклидной терапии транспортные упаковки с РФП должны освобождаться от картонной тары, после чего РФП, заключенные в жестяные банки со свинцовыми контейнерами, должны быть перенесены или перевезены на тележке в хранилище РФП, где они хранятся определенное время в защитном сейфе или за защитной бетонной стенкой.
    2. В соответствии с заявкой на введение определенных активностей РФП больным нужный контейнер или контейнеры в жестяной банке доставляют из хранилища в фасовочную. Здесь жестяную банку вскрывают, извлекают из нее свинцовый контейнер с РФП и помещают его в защитный бокс, снабженный дистанционными манипуляторами.
    3. В этом боксе из контейнера извлекают флакон с завальцованной крышкой из фольги и на развальцовочном устройстве освобождают флакон от крышки. В том же боксе раскрытый флакон переносится к фасовочному устройству и вставляется в его гнездо. После этого дистанционно производят расфасовку исходной активности РФП на разовые порции в соответствии с активностью, указанной в заявке.
    4. Для обеспечения радиационной безопасности персонала фасовку исходной активности РФП следует производить с использованием автоматизированного дозирующего устройства.
    5. В зависимости от конкретной заявки порция РФП заливается либо непосредственно в стеклянный флакон, герметически закрываемый резиновой пробкой, либо (при наличии соответствующего автоматизированного оборудования) в плотно закрываемую капсулу со стенками из растворяемого в желудке и кишечнике материала, которая также помещается в такой же флакон.
    6. Помещенные в свинцовые контейнеры расфасованные порции РФП переносят или перевозят на тележке к клиническому радиометру фасовок (дозкалибратору) с целью контроля вводимой больному активности. Детектор радиометра следует размещать в защитном боксе с дистанционными манипуляторами.
    7. Если фасовка порций была произведена на заводе-изготовителе РФП в соответствии с предварительными индивидуальными заявками на конкретную активность в каждой фасовке, то [пп. 3.3.22](#bookmark=id.4d34og8) - [3.3.25](#bookmark=id.2s8eyo1) исключаются.
    8. Если предполагается пероральное введение, то флакон с порцией РФП снова возвращают в защитный свинцовый контейнер, который переносят или перевозят в защитный бокс, расположенный в радиоманипуляционной (процедурном кабинете). Здесь с флакона дистанционно снимают резиновую пробку и выливают раствор РФП в мензурку, куда добавляют воду до нужной степени разбавления. Если порция РФП была залита в растворимую капсулу, то в том же защитном боксе капсула извлекается из флакона и помещается в чашку Петри.
    9. Если планируется внутривенное или какое-либо другое парентеральное введение, то с флакона резиновую пробку не удаляют, и в свинцовом контейнере флакон с расфасованной порцией РФП доставляют в радиоманипуляционную.

**Медицинские технологии**

* + 1. При поступлении в подразделение радионуклидной терапии для госпитализации больной сдает верхнюю и нижнюю одежду, обувь и белье на хранение в кладовую личных вещей пациентов, переодевается в больничную одежду и белье, надевает больничную обувь. Допускается использование домашней одежды и обуви при условии согласия больного на удаление этих одежды и обуви как твердых радиоактивных отходов при выписке из отделения радионуклидной терапии.
    2. При поступлении в подразделение радионуклидной терапии для лечения в режиме дневного стационара или амбулаторном режиме больной сдает верхнюю одежду в гардеробную медицинского учреждения и надевает бахилы на обувь.
    3. Для перорального введения больной вызывается в радиоманипуляционную, где проходит инструктаж и выпивает раствор РФП из мензурки. Повторно в мензурку наливается вода, и больной еще раз выпивает содержимое мензурки, промокает губы салфеткой, которую удаляет в контейнер для сбора твердых радиоактивных отходов. После приема внутрь РФП больной направляется в "активную" палату, где в закрытом режиме находится предписанное ему время.
    4. Если порция РФП была предварительно залита в растворимую капсулу, то больного следует поместить за защитным экраном. Процедурная медсестра длинным пинцетом берет капсулу из чашки Петри и помещает ее на корень языка больного, который проглатывает капсулу, запивая водой. После приема капсулы больной направляется в "активную" палату, где в закрытом режиме находится предписанное ему время.
    5. При парентеральном введении расфасованная порция РФП в защитном транспортном контейнере при соблюдении требований стерильности доставляется в радиоманипуляционную (процедурную). Если объем порции РФП невелик, то после извлечения флакона из контейнера резиновая пробка флакона прокалывается одноразовым стерильным шприцем, после чего производится инъекция (внутривенная, внутрисуставная, внутрибрюшинная и т.д.). Если объем порции достаточно большой, то флакон с РФП вставляется в гнездо капельницы, которая может быть установлена как в радиоманипуляционной, так и непосредственно в "активной" палате.
    6. При необходимости расфасованная порция РФП в защитном транспортном контейнере доставляется в кабинет интервенционной радиологии, где парентеральная инъекция производится прицельно под рентгенологическим или ультразвуковым контролем.
    7. После перорального или парентерального введения РФП больного направляют:
  + в "активную" палату, если запланирован больнично-стационарный режим лечения;
  + в обычную палату, если уровень мощности дозы фотонного излучения от тела больного не превышает значения, указанного в п.4.4.3 настоящих Правил, но больной должен в течение определенного времени после введения РФП должен находиться под клиническим наблюдением;
  + в помещение для дневного пребывания амбулаторных пациентов, если пациенту введена такая активность РФП, которая не позволяет отпустить его из отделения радионуклидной терапии сразу после введения РФП; больного отпускают только после пребывания в этом помещении в течение установленного врачом-радиологом времени, двукратного мочеиспускания и с учетом результатов дозиметрического контроля на выходе из отделения радионуклидной терапии ;
  + сразу на выход из отделения радионуклидной терапии, если уровень мощности дозы фотонного излучения от тела больного не превышает значения, указанного в [п. 4.4.3](#bookmark=id.2jxsxqh) Правил, но клиническое наблюдение сразу после введения РФП не требуется.
    1. В течение пребывания в "активной" палате больной по аудиосвязи может быть вызван в кабинет радиометрии или сцинтиграфии для проведения измерений уровней накопления РФП в определенных органах и в патологических очагах. Покидать "активную" палату больной может по разрешению врача-радиолога. С целью предотвращения разнесения радиоактивных загрязнений по помещениям подразделения радионуклидной терапии больной пользуется только больничной одеждой, бельем, обувью, посудой и т.д. Перед выходом из "активной палаты" больной должен вымыть с мылом руки, лицо и шею, а также надеть бахилы.
    2. При выписке из отделения радионуклидной терапии больной сдает радиоактивно загрязненную больничную одежду и сменную обувь, проходит санобработку с принятием душа в санпропускнике для пациентов, надевает собственное белье и верхнюю одежду, после чего в пункте радиационного контроля для больных проходит процедуру определения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения. При мощности дозы менее указанной в [п. 4.4.3](#bookmark=id.2jxsxqh) Правил больному разрешается покинуть отделение радионуклидной терапии.
    3. При введении в организм терапевтической активности РФП, разрешенного к амбулаторному применению, в случае клинической необходимости больной может быть госпитализирован в обычную палату медицинской организации.
    4. Разрешается амбулаторный режим применения радиофармпрепаратов, содержащих радионуклиды, при условии непревышения указанного в [п. 4.4.3](#bookmark=id.2jxsxqh) Правил значения мощности дозы гамма-излучения от тела пациента.
    5. Больные, которым введены РФП, могут покидать помещения для дневного пребывания амбулаторных пациентов после двукратного мочеиспускания и проведения дозиметрического контроля. Данный туалет должен быть оборудован линией спецканализации, связанной со станцией спецочистки жидких радиоактивных отходов.
    6. Не разрешается амбулаторное применение радиофармпрепаратов, не обеспечивающих снижение уровня мощности дозы по [п. 3.4.3](#bookmark=id.2jxsxqh) Правил в режиме амбулаторного лечения.
    7. При выписке из подразделения радионуклидной терапии после стационарного лечения каждый больной должен снабжаться индивидуальной письменной инструкцией по соблюдению правил личной гигиены и по ограничению контакта с отдельными лицами из населения (родственниками, детьми и т.д.). Рекомендуемая форма индивидуальной инструкции приведена в [Приложении](#bookmark=id.2bn6wsx) 4 настоящих Правил.
    8. Разрешение на выход из подразделения радионуклидной терапии больного с введенным в организм РФП дает врач-радиолог по результатам дозиметрического контроля в соответствии с [п. 4.4.3](#bookmark=id.2jxsxqh) Правил.
    9. Клинические испытания новых РФП, применяемых в подразделениях радионуклидной терапии, проводятся в установленном порядке.
    10. Уход за тяжелыми больными с введенными РФП в "активных" палатах может осуществлять только персонал группы А.
  1. **Требования к получению, использованию, хранению и учету радиофармпрепаратов**
     1. Для получения, хранения и учета ИИИ приказом по организации должны быть назначены ответственные лица (лицо), которые осуществляют их прием, хранение, передачу для последующего использования, а также их списание.
     2. Должны быть обеспечены такие условия получения, хранения, расходования и списания открытых радионуклидных источников, которые исключили бы возможность их утраты и бесконтрольного использования.
     3. Все поступившие в подразделение радионуклидной терапии готовые РФП и генераторы диагностических и терапевтических радионуклидов излучения должны учитываться в приходно-расходном журнале (см. [Приложение 5](#bookmark=id.qsh70q) и [6](#bookmark=id.3as4poj) Правил). Приходно-расходный журнал ведется ответственным лицом.
     4. Радионуклидные источники выдаются для работы ответственным лицом по требованиям, заполненным по установленной форме, с письменного разрешения руководителя учреждения или лица, им уполномоченного.
     5. При приготовлении РФП с использованием элюатов из генераторов диагностических и (или) терапевтических радионуклидов заполняется журнал приготовления рабочих растворов РФП (см. [Приложение 7](#bookmark=id.1pxezwc) Правил). Журнал ведется сотрудником подразделения радионуклидной терапии, ответственным за приготовление указанных растворов.
     6. При введении пациенту готового или синтезированного в подразделении РФП производится запись в журнале введения РФП пациентам (см. [Приложение 8](#bookmark=id.49x2ik5) Правил). Каждое введение должно быть зафиксировано в журнале и удостоверено подписями врача, проводящего курс радионуклидной терапии, а также медсестры, проводящей введение РФП больному.
     7. Расходование радионуклидов оформляется внутренним актом, составляемым ответственным лицом и непосредственным исполнителем работ (процедурная медсестра, медицинский физик и т.п.). Акт утверждается руководителем учреждения или лицом, им уполномоченным приказом по учреждению (см. [Приложение 9](#bookmark=id.2p2csry) Правил).
     8. Радионуклидные источники, не находящиеся в работе, должны храниться во временном или стационарном хранилище в условиях, обеспечивающих их сохранность и исключающих доступ к ним посторонних лиц. Суммарная активность источников в хранилище не должна превышать значения, указанного в санитарно-эпидемиологическом заключении.
     9. Транспортировка открытых радионуклидных источников (шприцы, флаконы, фантомы и т.п.) между помещениями подразделения радионуклидной терапии должны производиться на специальных транспортных тележках либо с дополнительной радиационной защитой, либо в защитных контейнерах.
     10. Во всех помещениях должна проводиться ежедневная влажная уборка. Сухая уборка рабочих помещений запрещается. Влажная уборка "активных" палат с элементами дезактивации проводится непосредственно перед госпитализацией очередного больного (больных) в данную палату. Уборочный инвентарь закрепляется за помещениями каждого блока и соответствующим образом маркируется.
  2. **Требования к сбору, хранению, удалению и учету радиоактивных отходов (РАО) в подразделениях радионуклидной терапии**

**Основные требования**

* + 1. Проведение работ с открытыми радионуклидными источниками в подразделениях радионуклидной терапии приводит к образованию твердых и жидких радиоактивных отходов (РАО). Организация сбора, временного хранения и сдачи РАО по учреждению осуществляется ответственным лицом.
    2. К твердым РАО относятся не подлежащие дальнейшему использованию материалы и предметы, у которых удельная радиоактивность больше значений, приведенных в графе "УА" Приложен[ия 1](#bookmark=id.2xcytpi) Правил. К жидким РАО относятся не подлежащие дальнейшему использованию жидкости, у которых удельная радиоактивность больше чем в 10 раз превышает значения уровней вмешательства при поступлении в организм с водой, указанные в приложении П-2 НРБ-99/2020.
    3. Технология обращения с РАО, образующимися при использовании неразрешенных к амбулаторному применению РФП с периодом полураспада более 15 суток, должна устанавливаться на стадии проектирования.
    4. Поступление, списание и передача радиоактивных отходов на захоронение должны быть оформлены в журналах учета твердых и жидких РАО (см. [Приложения 10](#bookmark=id.147n2zr) и [11](#bookmark=id.3o7alnk) Правил). При списании отходов как неактивных после выдержки на распад оформляется соответствующий акт (см. [Приложение 9](#bookmark=id.2p2csry) Правил), а при передаче отходов специализированной организации оформляются акт и паспорт на партию радиоактивных отходов по установленной форме.

**Сбор, хранение и удаление твердых РАО**

* + 1. При отсутствии радиационных аварий и соблюдении установленных технологий работы с открытыми радионуклидными источниками к низкоактивным РАО относятся:
  + использованные хирургические перчатки после работы в блоках радионуклидного обеспечения и "активных" палатах;
  + ватные тампоны, марлевые подушечки, кровоостанавливающие повязки, использованные при инъекции РФП;
  + использованные при инъекции РФП одноразовые шприцы;
  + одноразовые салфетки и полотенца, использованные больным при пероральном введении РФП;
  + опорожненные флаконы и чашки Петри из-под РФП после односуточной промывки проточной водой;
  + использованная фильтровальная и туалетная бумага из помещений блоков радионуклидного обеспечения и "активных" палат;
  + больничная и профессиональная спецодежда разового использования;
  + посуда разового использования для больных;
  + пищевые и бытовые отходы от больных из "активных" палат;
  + отработанные сменные фильтры системы спецвентиляции.
    1. При отсутствии радиационных аварий и соблюдении установленных технологий работы с открытыми радионуклидными источниками к среднеактивным РАО относятся:
  + отработанные сменные фильтры с накопленным осадком и адсорбенты из системы предварительной очистки жидких РАО;
  + трупы больных с введенными РФП, умерших во время своего пребывания в "активных" палатах.
    1. При ликвидации последствий радиационных аварий, связанных с проливанием радиоактивных растворов, к аварийным среднеактивным РАО относятся:
  + спецодежда разового использования, в которой проводилась дезактивация рабочих поверхностей;
  + опилки, фильтровальная бумага и другие средства и расходуемые материалы, использованные при дезактивации.
    1. Рекомендуется в хранилище твердых РАО выделить зоны для раздельного хранения низкоактивных и среднеактивных РАО с радиационной защитой, необходимость и конфигурация которой устанавливаются при проектировании.
    2. Твердые низкоактивные РАО собираются в специальные контейнеры с полиэтиленовыми мешками, которые в конце рабочего дня должны сдаваться в хранилище РАО. Контейнеры должны быть установлены в хранилище РФП, в фасовочной, радиоманипуляционных, моечной, туалете для амбулаторных больных, а также во всех "активных" палатах.
    3. В хранилище РАО все твердые отходы сортируются по категории активности, закладываются в мешки и помещаются за радиационной защитой (стационарной бетонной или металлической передвижной стенкой). На каждом мешке должна быть этикетка с указанием радионуклида, даты поступления на хранение и запланированной даты удаления после выдержки на распад в качестве неактивных отходов. По достижении этой даты распавшиеся отходы удаляются вместе с обычными бытовыми и больничными отходами с предварительным дозиметрическим контролем, причем с удаляемых предметов и материалов должны быть убраны знаки радиационной опасности.
    4. Труп умершего больного с введенной активностью РФП доставляется из "активных" палат в специально выделенную морозильную камеру, находящуюся в блоке радионуклидного обеспечения подразделения радионуклидной терапии (в хранилище РАО). В этой камере труп выдерживается на радиоактивный распад необходимое время, после чего проводятся дозиметрический контроль и его транспортировка в морг для последующего патологоанатомического исследования в установленном порядке. При необходимости срочного проведения подобного исследования дозиметрист отделения радионуклидной терапии должен рассчитать продолжительность процедуры вскрытия трупа патологоанатомом по нормативам облучения для персонала группы Б.
    5. Использованные свинцовые транспортные контейнеры от фасовок РФП складируются в хранилище твердых РАО и подвергаются контролю на радиоактивное загрязнение их внутренних поверхностей, после чего передаются фирме-поставщику РФП либо сдаются как лом цветных металлов с предварительным устранением знаков радиационной опасности.
    6. Радиоактивно загрязненные спецодежда и сменная обувь персонала хранятся в кладовой блока радионуклидного обеспечения в пластикатовых мешках, а постельное белье, полотенца, больничные пижамы и сменная обувь больных также в пластикатовых мешках хранятся в кладовой блока "активных" палат. Перед их сдачей в прачечную проводят дозиметрический и радиометрический контроль с целью сортировки и отбраковки тех предметов, уровни загрязнения которых превышают установленные нормативы ([Приложение 12](#bookmark=id.23ckvvd) Правил) и которые должны быть отобраны для соответствующей выдержки на распад.

**Сбор, хранение и удаление жидких РАО**

* + 1. При отсутствии радиационных аварий и соблюдении технологий работы с открытыми радионуклидными источниками в отделении радионуклидной терапии к среднеактивным жидким РАО относятся:
  + неиспользованные остатки радиоактивных растворов из флаконов, мензурок и фасовок РФП;
  + сливные воды из унитаза в туалете для амбулаторных больных;
  + сливные воды из унитазов, раковин и душевых установок (при их наличии) в санузлах "активных" палат;
  + сливные и сточные воды из санпропускников для больных;
  + сливные и сточные воды из фасовочной, генераторной и моечной.
    1. При ликвидации последствий радиационных аварий в отделении радионуклидной терапии к аварийным среднеактивным жидким РАО относятся сливные и сточные воды от процедур дезактивации, проводимых при массивном проливании радиоактивных растворов с высокой удельной активностью, в том числе РФП.
    2. При ликвидации последствий радиационных аварий в отделении радионуклидной терапии к аварийным среднеактивным жидким РАО относятся:
  + сливные и сточные воды от процедур дезактивации, проводимых при массивном проливании радиоактивных растворов с высокой удельной активностью, в том числе РФП.
    1. При отсутствии радиационных аварий и соблюдении технологий работы с открытыми радионуклидными источниками в отделении радионуклидной терапии к жидким отходам с удельной активностью ниже минимальной, установленной в п. 3.12.1 ОСПОРБ-99/2020 для жидких низкоактивных РАО, относятся:
  + сливные воды из санпропускников и саншлюзов для персонала;
  + сливные воды из раковин, находящихся в следующих помещениях блока радионуклидного обеспечения: хранилище РФП, хранилище твердых РАО, мастерская, пункт радиационного контроля персонала, помещение для дневного пребывания амбулаторных пациентов;
  + сливные воды из раковин, установленных в следующих помещениях блока "активных" палат: перевязочная-смотровая, буфетная-пищеблок, моечная посуды для больных, кабинеты радиометрии и сцинтиграфии, пункт радиационного контроля для больных.
    1. В помещениях подразделения радионуклидной терапии сточные и сливные воды, считающиеся жидкими отходами с удельной активностью ниже 10 допустимых уровней (ДУ) в соответствии с НРБ-99/2020 подлежат удалению в хозяйственно-бытовую канализацию.
    2. Все среднеактивные жидкие РАО через дренажные трубы спецканализации должны собираться в накопительных баках выдержки на станции спецочистки жидких РАО отделения радионуклидной терапии. К ним должны быть подключены следующие помещения:
  + все без исключения "активные" палаты; в каждой из них раковина умывальника, трап и унитаз должны быть соединены со спецканализацией;
  + фасовочная и радиоманипуляционные (процедурные); установленные в них раковины и трапы должны быть соединены со спецканализацией;
  + туалет для амбулаторных больных, в котором унитаз должен быть соединен со спецканализацией;
  + сама станция спецочистки жидких РАО, где трап должен быть соединен с баками-накопителями жидких РАО.
    1. Сливные и сточные воды из перечисленных в п. 3.5.17 помещений через дренажные трубы должны сбрасываться напрямую в хозяйственно-бытовую канализацию. То же самое относится и к помещениям блока "чистых" служебных помещений отделения радионуклидной терапии.
    2. Расположение, мощность, технологическая схема, оснащение и режим эксплуатации станции спецочистки жидких РАО определяются на этапе проектирования специализированной проектной организацией, обладающей соответствующей лицензией, исходя из количества коек в радиологических "активных" палатах, вводимых больным активностей РФП, нормативов по расходованию воды и допустимых уровней содержания радионуклидов в сточных водах.

**Требования к системам вентиляции**

* + 1. Требования к системам вентиляции определяются при проектировании с учетом необходимости очистки радиоактивных выбросов, требований технических документов, класса работ.
    2. Самостоятельные системы вентиляции для отделения радионуклидной терапии должны обслуживать помещения однотипного функционального назначения.
    3. Рекомендуется выделить 3 самостоятельные системы, обслуживающие следующие группы помещений:
  + для блока радиологических "активных" палат - система приточно-вытяжной вентиляции N 1;
  + для блока радионуклидного обеспечения - система приточно-вытяжной вентиляции N 2;
  + для блока помещений общего назначения - система приточно-вытяжной вентиляции N 3.
    1. Системы вентиляции, обслуживающие блок помещений общего назначения, могут быть самостоятельными либо подсоединяться к системам вентиляции, обслуживающим помещения идентичного назначения в больничном корпусе.
    2. Системы приточно-вытяжной вентиляции должны работать в режимах:
  + круглосуточном - система N 1;
  + в течение рабочей смены - системы N 2 и N 3.
    1. Мощность, конструкция основных систем вентиляции и наличие резервного вентиляционного оборудования определяются при проектировании.
    2. Воздухообмен в помещениях хранилища, фасовочной, моечной, процедурной блока радионуклидного обеспечения принимается по кратности: приток 5 обменов/час, вытяжка - 6 обменов/час; в кабинете интервенционной радиологии: приток 3 обмена/час, вытяжка 4 обмена/час. В остальных помещениях блока радионуклидного обеспечения, а также в помещениях блоков радиологических "активных" палат и общего назначения воздухообмен определяется техническими документами.
    3. Эффективность работы вентиляционной системы, обслуживающей боксы и вытяжные шкафы, определяется величиной разрежения в боксе и скоростью движения воздуха в рабочем проеме шкафа.
    4. Вытяжная система на выбросе воздуха в атмосферу из помещений блоков радионуклидного обеспечения и радиологических "активных" палат должна быть оборудована фильтрами. Необходимость очистки, тип и количество фильтров, а также остальные технические параметры системы очистки воздуха определяются при проектировании. Сменные фильтры должны располагаться максимально близко к помещениям блоков радионуклидного обеспечения и "активных палат", в том числе и к защитным боксам в фасовочной.
    5. В помещениях "активных палат" следует проектировать системы центрального кондиционирования воздуха с трехступенчатой очисткой в фильтрах грубой, тонкой структуры и высокой эффективности. Допускается в дополнение к системам приточно-вытяжной вентиляции в "активных" палатах устанавливать автономные кондиционеры со сменными фильтрами очистки воздуха высокой эффективности при обязательном соблюдении правил регламентных работ.
  1. **Профилактика и ликвидация последствий радиационных аварий и других нештатных ситуаций**

**Основные положения**

* + 1. Подразделение радионуклидной терапии медицинской организации является радиационным объектом с повышенной потенциальной радиационной опасностью возможных аварийных и других нештатных ситуаций по сравнению с другими структурными подразделениями радиологического профиля того же учреждения.
    2. Система обеспечения радиационной безопасности больных, персонала и отдельных лиц из населения, действующая в отделении радионуклидной терапии, должна включать мероприятия по:
  + предупреждению (профилактике) и предотвращению радиационных аварий;
  + обеспечению соответствующих действий персонала при возникновении аварийных ситуаций;
  + исключению или минимизации радиационного воздействия на персонал и население при ликвидации последствий радиационных аварий.

Планировка помещений подразделения радионуклидной терапии и их оснащение должны обеспечивать безусловное выполнение этих мероприятий.

* + 1. К проектным радиационным авариям в подразделении радионуклидной терапии относятся:
  + бой флакона, мензурки, шприца или капельницы с РФП;
  + не соответствующая штатной технологии разгерметизация рабочего объема транспортных упаковок, флаконов, фасовок, жидкостных фантомов с возможным распространением радиоактивных загрязнений на рабочие поверхности;
  + пролив (разливание) радиоактивного раствора на поверхности пола, мебели, оборудования и аппаратуры и т.д.;
  + протечки и засоры системы спецканализации подразделения радионуклидной терапии;
  + попадание радиоактивного раствора на личную одежду, личную обувь и (или) кожные покровы сотрудника и (или) пациента в результате нарушения установленных технологий работы с открытыми радионуклидными источниками;
  + отсутствие контроля над радионуклидными источниками, в том числе потеря источника, наличие неучтенного источника, размещение источника вне положенного места и т.д.;
  + загрязнение радиофармпрепаратом поверхностей "активной" палаты вследствие выделений больного вне санузла "активной" палаты;
  + ошибочное введение больному не назначенного ему РФП с терапевтической активностью, реально влияющей на состояние здоровья пациента;
  + введение больному такой терапевтической активности назначенного ему РФП, которая больше или меньше указанной в заявке лечащего врача-радиолога, если только различие запланированной и реально введенной активностей является терапевтически значимым;
  + экстравазальное введение терапевтической активности РФП при выполнении внутривенной (внутриартериальной) инъекции.
    1. К радиационным авариям также могут привести:
  + пожар и (или) задымление помещений подразделения радионуклидной терапии;
  + отключение электроэнергии;
  + неисправность оборудования для работы с радионуклидными источниками;
  + неисправность системы спецвентиляции;
  + ошибочные действия персонала при реализации штатных технологий радионуклидной терапии;
  + внешние воздействия криминального характера.

**Профилактика радиационных аварий**

* + 1. Профилактика радиационных аварий должна быть обеспечена:
  + планировкой помещений, обеспечивающей безаварийное выполнение всех технологических процедур с открытыми радионуклидными источниками;
  + соответствующими требованиями к техническому оснащению рабочих помещений и "активных" палат, поддержанием в исправном состоянии аппаратуры, оборудования и инструментария для работы с радионуклидными источниками;
  + соблюдением установленных штатных технологий работы с открытыми радионуклидными источниками, в том числе с РФП, калибровочными источниками, жидкостными фантомами и жидкими РАО;
  + плановым выполнением метрологических поверок, процедур контроля качества радиометрических и сцинтиграфических установок отделения радионуклидной терапии;
  + плановым проведением процедур радиационного контроля, в том числе радиационной обстановки на рабочих местах и в "активных" палатах (после выписки из них больных), а также контроля индивидуальных доз облучения персонала;
  + разработкой и выполнением ряда мероприятий по предотвращению распространения радиоактивных загрязнений из "активных" палат по остальным помещениям отделения радионуклидной терапии;
  + проведением индивидуального инструктажа каждого больного о правилах пребывания в "активной" палате;
  + созданием и поддержанием условий для повышения квалификации персонала по уже используемым и по новым технологиям радионуклидной терапии и технологиям обеспечения радиационной безопасности;
  + плановым проведением инструктажа, обучения и проверки знаний персонала, в особенности непосредственно на рабочих местах, а также постоянным контролем результативности этого обучения;
  + разработкой инструкции (плана) по действиям персонала в случае радиационной аварии или нештатной ситуации и ликвидации ее последствий, обучения персонала по этой инструкции и проверкой практических навыков по предотвращению радиационных аварий и ликвидации их последствий. С интруктцией должны быть ознакомлены под расписку все, без исключения, сотрудники подразделения радионуклидной терапии;
  + организацией и проведением производственного контроля за радиационной безопасностью;
  + инструктированием пациентов о правилах поведения в процессе лечения и после выписки из стационара.
    1. В каждом рабочем помещении блока радионуклидного обеспечения и "активных" палат в легко доступном месте должен находиться аварийный комплект средств ликвидации последствий радиационной аварии, в состав которого должны входить:
  + комплект защитной одежды, включая хирургические перчатки, пластикатовые бахилы и нарукавники, защитный пластикатовый фартук, шапочку и респиратор;
  + средства дезактивации, включая впитывающие материалы для вытирания загрязненных рабочих поверхностей, детергенты и фильтровальную бумагу;
  + инструменты для дистанционного сбора использованных впитывающих материалов и загрязненных предметов;
  + пластикатовые мешки для сбора, временного хранения и удаления возникающих вследствие дезактивации твердых РАО;
  + комплект переносных аварийных знаков радиационной опасности, выставляемых у места радиационной аварии;
  + инструкция по технологиям дезактивации загрязненных рабочих поверхностей различного типа.
    1. В санпропускниках для персонала и для больных должны находиться аптечки с полным набором необходимых средств первой помощи пострадавшим при радиационной аварии, в том числе с восполняемым запасом средств срочной санитарной обработки лиц, подвергшихся аварийному радиоактивному загрязнению, и с инструкцией по применению средств первой помощи.
    2. Кладовые для хранения уборочного инвентаря в блоках радионуклидного обеспечения и "активных" палат должны быть оснащены линиями водопровода с металлическими раковинами, соединенными с хозяйственно-бытовой канализацией. В кладовых должны храниться восполняемые запасы средств влажной уборки рабочих помещений этих блоков, промаркированный уборочный инвентарь из гладкой пластмассы (использование деревянного инвентаря недопустимо из-за высокой сорбционной способности дерева), а также вешалки для размещения дополнительной спецодежды (фартуки, нарукавники, бахилы), используемой при ликвидации радиационных аварий и для штатной влажной уборки рабочих поверхностей с возможными радиоактивными загрязнениями.
    3. С целью предотвращения распространения радиоактивных загрязнений из "активных" палат у входа в каждую палату должны находиться одна пара сменной обуви для персонала (предпочтительно большеразмерные галоши). Пациентам следует использовать сменные разовые бахилы.
    4. В рабочих помещениях блока радионуклидного обеспечения (фасовочная, моечная, хранилище РФП, радиоманипуляционные) и блока "активных" палат (санпропускник для больных, пункт радиационного контроля больных, перевязочная-смотровая) на местах, удобных для чтения, должны быть вывешены выписки из инструкции по действиям персонала при радиационных авариях. В каждой "активной" палате на стене под пленочным покрытием должны быть вывешены памятки для больных по поведению и санитарно-гигиеническим процедурам в течение своего пребывания в "активной" палате с учетом специфических требований режима отделения радионуклидной терапии.

**Технологии ликвидации последствий радиационных аварий**

* + 1. При радиационных авариях, связанных с проливанием радиоактивного раствора в помещениях, где находятся больные, необходимо:
  + немедленно вывести больных из аварийного помещения;
  + по результатам радиометрии кожных покровов, одежды и обуви установить необходимость проведения соответствующей санитарной обработки пациента и замены загрязненной одежды и обуви на незагрязненную;
  + одновременно с удалением больного из аварийного помещения выключить все работающие в нем установки и отключить вентиляцию;
  + поставить в известность заведующего подразделением радионуклидной терапии и службу радиационной безопасности данной медицинской организации;
  + покинуть аварийное помещение, закрыв его на ключ и выставив аварийные знаки радиационной опасности, взятые из ближайшего аварийного комплекта;
  + сдать индивидуальный дозиметр для проверки в службу радиационной безопасности;
  + провести дозиметрический и радиометрический контроль аварийного помещения и загрязненных рабочих поверхностей;
  + по результатам радиационного контроля организовать и провести дезактивацию помещения и загрязненного оборудования с последующей контрольной проверкой результатов дезактивации;
  + составить и утвердить в установленном порядке протокол о радиационной аварии констатацией возможности дальнейшего использования помещений и оборудования после дезактивации.
    1. При проливе радиоактивного раствора в помещениях, где отсутствуют больные, необходимо:
  + выключить все работающие установки и вентиляцию; поставить в известность заведующего подразделением радионуклидной терапии и службу радиационной безопасности;
  + закрыть аварийное помещение и выставить аварийные знаки радиационной опасности;
  + по результатам радиационного контроля принять решение о необходимости замены спецодежды и проведения соответствующей санобработки в санпропускнике для персонала;
  + с участием службы радиационной безопасности организовать и провести дезактивацию аварийного помещения и рабочих поверхностей оборудования и мебели;
  + составить и утвердить в установленном порядке протокол о радиационной аварии с констатацией возможности дальнейшего использования оборудования, помещений и мебели.
    1. При протечках и засорах системы спецканализации необходимо:
  + поставить в известность заведующего отделением радионуклидной терапии и службу радиационной безопасности;
  + вызвать дежурного слесаря-сантехника, входящего в штат обслуживания станции спецочистки отделения радионуклидной терапии и относящегося к персоналу группы А;
  + дозиметрист и слесарь-сантехник должны надеть дополнительную спецодежду и обувь (вторую пару резиновых перчаток, нарукавники, фартук, галоши);
  + устранить протечку или засор спецканализации за минимально возможное время работы;
  + по результатам радиационного контроля провести дезактивацию загрязненных радионуклидами пола, стен, мебели, сантехнического и другого загрязненного оборудования и предметов;
  + пройти санобработку в санпропускнике для персонала с заменой спецодежды и последующим радиометрическим контролем кожных покровов и личной одежды и обуви;
  + составить и утвердить в установленном порядке протокол о радиационной аварии.
    1. При проливе радиоактивного раствора внутри защитного бокса при фасовке РФП необходимо:
  + поставить в известность заведующего подразделением радионуклидной терапии и службу радиационной безопасности;
  + с использованием штатного оборудования, смонтированного внутри бокса, провести дезактивацию его внутренних поверхностей и размещенных там устройств;
  + при невозможности полной дезактивации (например, поверхности сложной конфигурации) бокс опечатывают и оставляют для выдержки радиоактивного загрязнения на распад;
  + все технологические операции с РФП проводят в резервном боксе;
  + составить и утвердить в установленном порядке протокол о радиационной аварии с констатацией возможности дальнейшего использования защитного бокса и установленного в нем оборудования.
    1. При потере учтенного или обнаружении неучтенного источника необходимо:
  + сообщить об инциденте заведующему подразделением радионуклидной терапии, службе радиационной безопасности, органам, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, Ростехнадзора, МЧС и МВД России;
  + прекратить доступ персонала в помещение, которое становится аварийным с момента обнаружения потери учтенного или обнаружения неучтенного источника;
  + запретить вынос мусора, слив любых растворов в спецканализацию, перемещение и вынос оборудования, мебели, одежды и других предметов из аварийного помещения;
  + с помощью службы радиационной безопасности и дозиметриста отделения радионуклидной терапии организовать визуальный и радиометрический поиск пропавшего источника или идентификацию и радиометрию (спектрометрию) неучтенного обнаруженного источника;
  + составить и утвердить в установленном порядке протокол о радиационной аварии.
    1. При ошибочном или экстравазальном введении больному терапевтической активности РФП необходимо:
  + сообщить заведующему подразделением радионуклидной терапии и лечащему врачу-радиологу о неправильном введении РФП больному;
  + коллегиально оценить возможное влияние неправильного введения РФП на состояние больного;
  + в случае необходимости провести радиометрический контроль инкорпорированной активности РФП;
  + в случае необходимости, в том числе и в зависимости от типа и активности введенного РФП, принять необходимые медицинские меры, в том числе и по ускорению выведения РФП из организма больного;
  + составить и утвердить в установленном порядке протокол о радиационной аварии.
    1. Меры по ликвидации последствий радиационных аварий зависят от характера, распространенности и других конкретных обстоятельств аварии и должны быть установлены действующей инструкцией по предупреждению радиационных аварий и по действиям персонала в аварийных ситуациях. При авариях с радионуклидными источниками, период полураспада которых составляет не более 6 часов, например 99mTc, следует прекратить доступ в аварийное помещение на 1 сутки, затем провести повторный радиометрический контроль и по его результатам определить необходимость и способы дезактивации рабочих поверхностей в помещении.

**Нештатные ситуации в подразделениях радионуклидной терапии**

* + 1. К нарушениям радиационных технологий, не квалифицируемых как радиационные аварии (нештатные ситуации первого типа), относятся:
  + ошибочное введение пациенту не назначенной ему диагностической активности РФП или введение ему такой диагностической активности РФП, которая существенно больше или существенно меньше активности того же РФП, указанной в заявке;
  + экстравазальное введение диагностической активности РФП при выполнении внутривенной или внутриартериальной инъекции.
    1. К нерадиационным авариям (нештатным ситуациям второго типа) относятся следующие инциденты, если только они не приводят к радиационным авариям, указанным в [п. 3.6.3](#bookmark=id.3rdcrjn) Правил:
  + возгорание (задымление) или пожар в рабочих помещениях подразделения радионуклидной терапии;
  + террористический акт или несанкционированное проникновение посторонних лиц в помещения подразделения радионуклидной терапии, особенно в "активные" палаты;
  + нарушение санитарного состояния помещений и оборудования в подразделении радионуклидной терапии, в том числе вследствие протечек водопровода, отопления, хозяйственно-бытовой канализации, но без контакта протекшей воды с открытыми радионуклидными источниками;
  + сбои или неисправности электропитания аппаратуры и оборудования, которые ведут к нарушениям правил электробезопасности;
  + возникновение такого состояния здоровья больного, госпитализированного в "активной" палате, которое требует неотложного доступа к нему медицинского персонала для проведения срочных лечебных процедур.
    1. При нештатных ситуациях первого типа необходимо:
  + поставить в известность заведующего подразделением радионуклидной терапии и лечащего врача-радиолога;
  + в зависимости от типа и ожидаемых последствий конкретного нарушения радиационной технологии повторить введение РФП через интервал времени, определяемый врачом-радиологом.
    1. При задымлении, возгорании или пожаре необходимо:
  + немедленно сообщить об инциденте в городскую пожарную службу, дежурному диспетчеру данной медицинской организации и заведующему подразделением радионуклидной терапии;
  + немедленно эвакуировать в безопасное место всех больных из аварийного и смежных помещений, а также персонал, не занятый тушением огня;
  + отключить все аппараты, установки и вентиляцию в указанных помещениях;
  + принять меры по тушению огня в соответствии с инструкцией, утвержденной администрацией, в том числе с помощью штатных (автоматическая система пожаротушения, автономные огнетушители) и подручных (одеяло, вода) средств пожаротушения;
  + организовать эвакуацию из аварийных и смежных помещений всех радионуклидных источников, в первую очередь радионуклидных генераторов, контейнеров и фасовок с РФП;
  + перенести источники в безопасное помещение с жестким ограничением доступа сотрудников и запретом доступа больных к этим источникам;
  + после эвакуации людей произвести сверку списочного состава с фактическим наличием эвакуированных из аварийной зоны больных и персонала;
  + совместно со службой радиационной безопасности после ликвидации пожара провести инвентаризацию источников, а также радиационный контроль всех аварийных и смежных с ними помещений;
  + при наличии радиоактивного загрязнения организовать и провести дезактивацию рабочих поверхностей, мебели и оборудования.
    1. Остальные нештатные ситуации второго типа устраняются в обычном порядке с дополнительным проведением, в случае необходимости, радиационного контроля персонала и рабочих мест.
    2. В подразделении радионуклидной терапии должны быть составлены и официально утверждены инструкции по обеспечению радиационной безопасности, по профилактике и устранению последствий радиационных аварий и нештатных ситуаций. С этими инструкциями должны быть ознакомлены под расписку все, без исключения, сотрудники подразделения радионуклидной терапии.

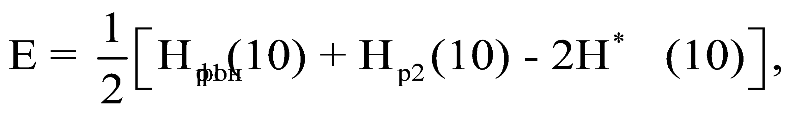
1. **Обеспечение радиационной безопасности**
   1. **Общие принципы обеспечения радиационной безопасности (РБ)**
      1. РБ пациентов, персонала, отдельных лиц из населения и окружающей среды считается обеспеченной, если соблюдаются основные принципы РБ и требования к радиационной безопасности, установленные Федеральным законом от 9 января 1996 года N 3-ФЗ "О радиационной безопасности населения" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1996, N 3, ст. 141; 2004, N 35, ст. 3607), а также НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020 и настоящими Правилами.
      2. Применительно к радионуклидной терапии принцип обоснованности (оправданности) использования открытых радионуклидных источников предусматривает:
   * наличие лицензии на деятельность, связанную с использованием ИИИ;
   * наличие соответствующих методик по работе с каждым радиофармпрепаратом;
   * наличие регистрационного удостоверения на каждый вид радиофармпрепарата;
   * наличие санитарно-эпидемиологического заключения на каждый вид радиофармпрепарата как на продукцию, представляющую потенциально опасную для человека;
   * наличие санитарно-эпидемиологического заключения на оборудование, как на продукцию, представляющую потенциально опасную для человека;
   * наличие санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работ с ИИИ санитарным правилам;
   * проведение радиотерапевтических процедур, при реализации которых польза конкретному больному (терапевтический эффект) должна заведомо превышать риск любых возможных стохастических и радиационно-индуцированных эффектов.
     1. Принцип оптимизации при проведении процедур радионуклидной терапии предусматривает:
   * поддержание на возможно низком и достижимом уровне индивидуальных доз облучения пациентов, персонала и отдельных лиц из населения при условии получения полезного терапевтического эффекта для больного;
   * проектирование, реализацию и поддержание средств и технологий радиационной защиты на уровне, обеспечивающем настолько низкие дозы облучения пациентов, персонала и отдельных лиц из населения, насколько это разумно достижимо с учетом экономических и социальных факторов;
   * обоснованное использование средств и технологических приемов при ликвидации последствий радиационных аварий в помещениях подразделения радионуклидной терапии.
     1. Принцип нормирования применительно к радионуклидной терапии означает:
   * непревышение установленных индивидуальных пределов доз облучения персонала;
   * непревышение установленных дозовых ограничений для отдельных лиц из населения.
   * РБ пациентов при процедурах радионуклидной терапии обеспечивается:
   * конкретными мероприятиями по реализации принципов обоснованности, оптимизации и нормирования по [пп. 4.1.2](#bookmark=id.lnxbz9), [4.1.3](#bookmark=id.35nkun2) и [4.1.4](#bookmark=id.1ksv4uv) Правил;
   * проведением терапевтической процедуры с открытыми радионуклидными источниками по назначению врача-радиолога с согласия пациента при наличии клинических показаний и при отсутствии равнозначных по эффективности альтернативных диагностических или лечебных процедур, не связанных с облучением;
   * введением в организм больного оптимальной активности РФП;
   * выполнением установленных технологий терапевтических процедур с открытыми радионуклидными источниками;
   * соблюдением требований и рекомендаций для больного в соответствии с технологией работ с ИИИ в данном подразделении радионуклидной терапии;
   * организацией и проведением производственного радиационного контроля.
   * РБ персонала в подразделениях радионуклидной терапии обеспечивается:
   * ограничениями допуска к работе с радионуклидными источниками по возрасту, полу, состоянию здоровья, уровню предыдущего профессионального и (или) аварийного облучения в соответствии с [пп. 3.3.2](#bookmark=id.3dy6vkm) и [3.3.3](#bookmark=id.1t3h5sf) Правил;
   * применением коллективных и индивидуальных средств радиационной защиты;
   * достаточностью коллективных средств радиационной защиты и ограничением продолжительности работ с радионуклидными источниками;
   * соблюдением требований и рекомендаций для персонала, описанных в инструкциях, действующих в данном подразделении;
   * применением специальных инструментов, защитного оборудования и вентиляции;
   * организацией и проведением производственного радиационного контроля ([Приложения 12](#bookmark=id.23ckvvd), [13](#bookmark=id.ihv636) Правил);
   * проведением эффективных мероприятий при ликвидации последствий радиационных аварий в помещениях подразделения радионуклидной терапии.
     1. РБ отдельных лиц из населения, сопровождающих больного, осуществляющих уход за больным с введенным ему РФП вне стационарных условий, обеспечивается:
   * тщательным соблюдением требований и рекомендаций для отдельных лиц из населения в соответствии с технологией работ с радионуклидными источниками в данном подразделении;
   * выполнением конкретных рекомендаций врача-радиолога по ограничению контакта и по уходу за больными в ходе и после окончания курсов радионуклидной терапии; возможно оформление индивидуальных и общих рекомендаций в виде памятки, выдаваемой при выписке пациента из подразделения радионуклидной терапии;
   * организацией и проведением производственного радиационного контроля.
     1. РБ населения обеспечивается:
   * запретом несанкционированного доступа в подразделение радионуклидной терапии;
   * очисткой и разбавлением выбросов воздуха из помещений подразделения радионуклидной терапии;
   * выдержкой на распад и удалением в установленном порядке твердых РАО;
   * предотвращением попадания в окружающую среду жидких РАО с концентрацией выше 10 ДУ по НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020;
   * организацией и проведением производственного радиационного контроля ([Приложение 13](#bookmark=id.ihv636) Правил);
   * санитарно-просветительной работой по правилам поведения в медицинской организации и быту.
   1. **Обеспечение РБ пациентов**
      1. Решение о необходимости проведения радионуклидной терапии или (и) радионуклидной диагностики принимает лечащий врач. Обоснование при назначении терапевтической процедуры с открытыми радионуклидными источниками вписывается в амбулаторную карту или в историю болезни. При невозможности передачи амбулаторной карты или истории болезни с пациентом обоснование записывается в выданном направлении на процедуру.
      2. Ответственность за проведение несет врач-радиолог, проводящий эту процедуру. Врач-радиолог принимает окончательное решение о типе и методике ядерно-медицинской процедуры.
      3. Врач-радиолог имеет право отказаться от проведения терапевтических процедур с открытыми радионуклидными источниками при отсутствии клинических показаний и (или) при отсутствии обоснования в направлении на процедуру. О принятом решении он обязан проинформировать врача, выдавшего это направление, и зафиксировать свой мотивированный отказ в амбулаторной карте, истории болезни или в направлении на процедуру.
      4. Радионуклидная терапия неонкологических заболеваний должна назначаться врачом-радиологом после тщательной оценки вероятности отдаленных последствий облучения и риска, связанного с альтернативными методами лечения.
      5. Врач-радиолог для каждого конкретного больного должен выбрать наиболее подходящий РФП, методику терапевтической процедуры с открытыми радионуклидными источниками, а также наименьшую возможную активность РФП исходя из того, чтобы достаточный терапевтический эффект был получен при наименьшей эффективной дозе облучения пациента.
      6. До введения РФП больному врач-радиолог должен проконтролировать правильность выполнения всех предписанных ранее больному мероприятий, необходимых для подготовки его к проведению терапевтической процедуры с открытыми радионуклидными источниками, а также проинструктировать больного относительно его поведения при ожидании, в ходе выполнения этой процедуры и после нее, имея в виду снижение лучевой нагрузки на самого больного, на персонал и на отдельных лиц из населения. Инструктаж должен проводиться с учетом клинического и психологического состояния больного, уровня его знаний в области радиационной безопасности и других конкретных обстоятельств. По требованию пациента врач-радиолог должен информировать его об ожидаемой дозе облучения.
      7. При выявлении ошибочного или экстравазального введения РФП врач-радиолог должен принять обоснованное решение на повторное введение РФП.
      8. При выявлении ошибочного или экстравазального введения терапевтической активности РФП данное введение должно быть квалифицированно как радиационная авария и для ликвидации ее последствий необходимо действовать в соответствии с п. 3.6.16 Правил. Причины возникновения данной радиационной аварии и предпринятые меры по ликвидации или ослабления ее последствий должны быть зафиксированы в отдельном протоколе, подписанном заведующим подразделения радионуклидной терапии.
      9. При ожидании своей очереди на радиометрические или сцинтиграфические исследования, необходимые для дозиметрического планирования и контроля процедуры, пациенты с введенным РФП должны размещаться в помещении для дневного пребывания амбулаторных пациентов подразделения радионуклидной терапии на максимально возможном удалении друг от друга.
      10. Врач-радиолог должен проинструктировать больного относительно соблюдения неподвижности тела при проведении радиометрии или сцинтиграфии, а фельдшер-лаборант или медсестра, проводящая эти исследования, должна непрерывно контролировать неподвижность в ходе этих измерений. В зависимости от клинического состояния больного и при исследованиях детей следует прибегать к психологической, фармакологической или механической иммобилизации пациента. О нарушении неподвижности тела пациента медсестра должна сообщать врачу-радиологу.
      11. В амбулаторную карту, историю болезни и (или) в отдельный лист учета доз медицинского облучения необходимо записать:
   * радионуклид и активность введенного в организм РФП;
   * способ введения РФП;
   * рассчитанное значение эффективной дозы облучения пациента;
   * значение поглощенной дозы облучения патологического очага или органа-мишени при наличии возможности получения данной информации путем проведения расчетов, измерений in vivo или (и) in vitro, либо на основе инструкции (методических рекомендаций или указаний) по медицинскому применению данного РФП.
     1. При введении РФП кормящей грудью женщине грудное вскармливание младенца должно быть временно приостановлено, причем продолжительность его прерывания устанавливается врачом-радиологом на основе инструкции по применению данного РФП в зависимости от типа и введенной в организм активности РФП (см. Приложение 18 Главы 2).
   1. **Обеспечение РБ персонала**
      1. Общие принципы обеспечения РБ персонала подразделений радионуклидной терапии представляют собой систему требований к персоналу, помещениям, технологиям, а также к методикам и средствам радиационной защиты.
      2. С целью снижения уровня внешнего облучения персонала необходимо:
   * исключить доступ в помещения с радионуклидными источниками всех лиц, не участвующих в работе с этим источником, в том числе других пациентов, сотрудников и посторонних лиц;
   * по возможности увеличивать расстояние между источником и работающим, в том числе расстояние между сотрудниками и пациентами с введенными РФП;
   * принимать меры по организации и неукоснительному соблюдению правил пребывания больных с введенными РФП в "активных" палатах и в помещении для дневного пребывания амбулаторных пациентов;
   * по возможности сокращать продолжительность пребывания персонала в радиационном поле радионуклидных источников, в том числе и продолжительность контакта с теми пациентами, которым введены РФП; при этом сокращение продолжительности не должно приводить к нарушению установленных технологий терапевтических процедур с открытыми радионуклидными источниками и к снижению качества лечения и контроля его результатов;
   * по возможности снижать активность радионуклидных источников, в радиационном поле которых находятся работающие с ними;
   * при работе с радионуклидными источниками, в том числе и с пациентами, которым введены РФП, использовать стационарные средства радиационной защиты, в том числе строительные конструкции, сборные стенки из свинцовых блоков, защитные сейфы, экраны, контейнеры, вытяжные шкафы, боксы и т.п.;
   * по возможности использовать инструменты для дистанционного манипулирования с радионуклидными источниками, в том числе и с радиоактивными отходами;
   * по возможности проводить инъекции РФП шприцами, оборудованными снимаемой локальной защитой, особенно у пациентов с предварительно катетеризованными венозными сосудами.
     1. С целью предотвращения возможной инкорпорации радионуклидов и тем самым снижения уровня внутреннего облучения персонала необходимо:
   * проводить все работы II и III классов с использованием комплекта средств индивидуальной защиты, в состав которого должны входить халат, шапочка, перчатки, легкая сменная обувь или бахилы;
   * при уборке помещений, в которых ведутся работы с открытыми радионуклидными источниками, "активных" палат и, в особенности, санузлов и туалетов для больных дополнительно использовать пленочный фартук, нарукавники, пластиковые или резиновые бахилы;
   * при ликвидации последствий радиационных аварий использовать такой же комплект дополнительных средств индивидуальной защиты и, при необходимости, фильтрующие средства защиты органов дыхания;
   * проводить периодическую смену основной спецодежды не реже 1 раза в 2 недели со сдачей загрязненной спецодежды на дезактивацию и (или) в спецпрачечную;
   * по возможности использовать одноразовые средства индивидуальной защиты с их последующим удалением как твердые низкоактивные отходы;
   * особое внимание уделять предотвращению распространения радиоактивного загрязнения с перчаток на другие поверхности, в том числе и на дверные ручки, выключатели и оконные запоры.
     1. РБ персонала обеспечивается также следующей системой ограничений и требований:
   * к работам с радионуклидными источниками допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж и проверку знаний по обеспечению РБ, по технологиям проводимых работ и по должностной инструкции;
   * администрация учреждения обязана планировать, организовывать и проводить мероприятия по обеспечению РБ персонала;
   * при выявлении отклонений в состоянии здоровья у лиц из персонала подразделений радионуклидной терапии, препятствующих продолжению работ с радионуклидными источниками, вопрос о временном или постоянном переводе этих лиц на работу вне контакта с радиоактивностью решается администрацией учреждения в каждом отдельном случае индивидуально;
   * женщины должны освобождаться от непосредственной работы с открытыми радионуклидными источниками на весь период установленной беременности и грудного вскармливания ребенка;
   * не допускается проведение работ с радионуклидными источниками, не предусмотренных должностными инструкциями и инструкциями по обеспечению РБ в подразделении радионуклидной терапии.
     1. В соответствии с разделом 3.1 НРБ-99/2020 устанавливаются следующие основные пределы доз облучения персонала группы А:
   * суммарная эффективная доза внешнего и внутреннего облучения - 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год;
   * эквивалентная доза облучения хрусталика глаза - 150 мЗв в год;
   * эквивалентная доза облучения кожи лица и кистей рук - 500 мЗв в год;
   * для женщин в возрасте до 45 лет эквивалентная доза облучения нижней части живота - не более 1 мЗв в месяц;
   * для студентов и учащихся старше 16 лет, проходящих профессиональное обучение с использованием радионуклидных источников, годовые пределы доз облучения не должны превышать 1/4 перечисленных здесь значений.
   1. **Обеспечение РБ отдельных лиц из населения**
      1. После введения РФП пациент сам становится источником внешнего и, в ряде случаев, внутреннего облучения отдельных лиц из населения.
      2. РБ отдельных лиц из населения, эпизодически или регулярно контактирующих с пациентами, которым введены РФП, обеспечивается:
   * выполнением всех инструкций и рекомендаций, которые дает врач-радиолог самому пациенту, сопровождающим его лицам и родственникам, особенно при амбулаторном режиме радионуклидной терапии; инструкции и рекомендации должны быть оформлены в виде памятки, выдаваемой пациенту на руки (см. [Приложение 4](#bookmark=id.2bn6wsx) настоящих Правил);
   * максимально возможными как ограничением продолжительности контакта, так и увеличением расстояния между пациентом и указанными лицами из населения, особенно с детьми;
   * временным прерыванием грудного вскармливания младенца матерью, которой введен РФП; продолжительность прерывания устанавливается врачом-радиологом в соответствии с [п. 4.2.12](#bookmark=id.44sinio) Правил;
   * временным воздержанием от воспроизводства потомства пациентом, которому введен РФП; продолжительность воздержания устанавливается врачом-радиологом;
   * ограничением перемещения пациента с введенным РФП в пределах данной медицинской организации при госпитально-стационарном режиме пребывания в нем больного;
   * категорическим запретом выхода из "активной" палаты пациенту с введенным РФП, за исключением клинически обоснованных ситуаций, когда выход осуществляется только по разрешению врача-радиолога под дозиметрическим контролем, пожаров и других нештатных ситуаций;
   * категорическим запретом посещения больных, госпитализированных в "активные" палаты, родственниками и другими посторонними лицами;
   * регулярным проведением санитарно-гигиенических мероприятий по предотвращению и снижению уровня радиоактивного загрязнения сантехнических средств, посуды, одежды, белья и др. бытовых предметов при уходе в домашних условиях за больным, который проходит курс радионуклидной терапии в амбулаторном режиме;
   * проведением соответствующих санитарно-гигиенических процедур и последующим дозиметрическим контролем уровня внешнего облучения от тела пациента с введенным РФП при выходе (выписке) его из подразделения радионуклидной терапии.
   * Выписка пациента из подразделения радионуклидной терапии после окончания курса лечения допускается при соответствии требованиям, представленным в таблице 1.

Таблица 1. Активность радионуклидов в теле взрослого пациента (ГБк) после радионуклидной терапии и мощность амбиентного эквивалента дозы (мкЗв/ч) на расстоянии 1 м от поверхности тела, при которых разрешается выписка пациента из клиники

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | Период полураспада, сут | Мощность амбиентного эквивалента дозы на расстоянии 1 м от поверхности тела пациента, мкЗв/ч | Остаточная активность в теле пациента, ГБк |
| 131I | 8,0 | 20 | 0,4 |
| 153Sm | 2,0 | 100 | 9,0 |
| 188Re | 0,7 | 80 | 12 |
| 177Lu | 6,7 | 29 | 6,1 |
| 223Ra | 11,4 | 17 | 0,4 |
| 225Ac | 10,0 | 19 | 0,8 |
| 117mSn | 13,8 | 14 | 0,4 |
| 67Cu | 2,6 | 15 | 5,5 |

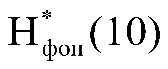
Выписка пациентов после радионуклидной терапии с введением в организм РФП, меченных «чистыми» бета-излучающими радионуклидами (89Sr, 90Y, 169Er и.т.д.), разрешается при любой активности введенного в организм РФП.

* 1. **Контроль обеспечения РБ**
     1. Контроль обеспечения РБ в подразделениях радионуклидной терапии должна осуществлять служба РБ) данной медицинской организации. Штаты и техническое оснащение службы РБ и отделения радионуклидной терапии устанавливаются администрацией учреждения с учетом объема и характера работ с радионуклидными источниками.
     2. Положение о службе РБ (ответственного лица) утверждается администрацией учреждения.
     3. Радиационный контроль в подразделениях радионуклидной терапии в зависимости от объема и характера работ с радионуклидными источниками должен включать:
  + индивидуальный дозиметрический контроль внешнего облучения персонала;
  + контроль уровней радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей, одежды и кожных покровов работающих;
  + контроль мощности дозы на рабочих местах персонала;
  + контроль содержания радиоактивных аэрозолей и газов в воздухе рабочих помещений (только при проведении работ с радиоактивными аэрозолями и радиоактивными газами);
  + контроль сбора, хранения и удаления твердых радиоактивных отходов;
  + радиометрический контроль жидких РАО в емкостях станции спецочистки;
  + радиометрический контроль фильтров вентиляционных систем;
  + дозиметрический контроль уровней внешнего излучения от пациентов с введенными РФП на выходе из подразделения радионуклидной терапии.
    1. Объем, периодичность и места проведения радиационного контроля устанавливаются службой РБ учреждения и отражаются в плане (программе) производственного контроля.
    2. Радиационный контроль должен проводиться как в плановом порядке, так и в случаях изменения установленных технологических процессов, при наличии подозрений на нарушения технологии работы с радионуклидными источниками и при аварийных ситуациях.
    3. При клинических испытаниях новых РФП, методик радионуклидной терапии или при внедрении известных методик в данном подразделении радионуклидной терапии радиационный контроль проводится в объеме и с периодичностью, указанных в соответствующих методиках.
    4. При проведении радиационного контроля должны использоваться дозиметрические и радиометрические приборы, внесенные в Государственный реестр средств измерений, имеющие свидетельства о метрологической поверке.
    5. Результаты всех видов радиационного контроля должны регистрироваться в специальных журналах, в которые должны быть планы рабочих помещений с указанием размещения радионуклидных источников и точек измерений.
    6. Индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы А рекомендуется проводить с помощью индивидуальных термолюминесцентных дозиметров, при этом используются два дозиметра, закрепляемых на спецодежде на уровне груди и на уровне талии. В качестве измеряемой величины используется эквивалент индивидуальной дозы (см. [приложение 14](#bookmark=id.32hioqz) Правил). Эффективная доза E оценивается с помощью выражения:



где: Hp1(10) мЗв - эквивалент индивидуальной дозы, зарегистрированный дозиметром, расположенным на груди;

Hp2(10) мЗв - эквивалент индивидуальной дозы, зарегистрированный дозиметром, расположенным на талии;

 мЗв - амбиентный эквивалент дозы радиационного фона.

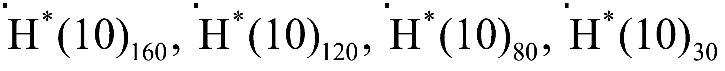
В качестве значения эквивалентной дозы на поверхности нижней части области живота женщины в возрасте до 45 лет следует принимать значение индивидуального эквивалента дозы, зарегистрированное дозиметром, расположенным на талии, за вычетом величины амбиентного эквивалента дозы радиационного фона.

* + 1. Для контроля эквивалентных доз облучения кожи кистей рук у процедурных медсестер и других работающих с радионуклидными источниками рекомендуется использовать дозиметры, измеряющие индивидуальный эквивалент дозы Hp(0,07).
    2. Индивидуальный дозиметрический контроль внешнего облучения персонала группы А должен проводиться постоянно с регистрацией в журнале и (или) компьютерной базе данных. Индивидуальные годовые эффективные дозы облучения персонала должны фиксироваться в карточке учета (базе данных) индивидуальных доз. Копия карточки должна храниться в учреждении в течение 50 лет. Копия карточки учета доз персонала в случае перевода его в другое учреждение должна передаваться на новое место работы. Данные об индивидуальных дозах облучения прикомандированных лиц должны сообщаться по месту их основной работы.
    3. Предварительный индивидуальный радиометрический контроль уровня инкорпорации радионуклидов (РФП) у персонала производится с помощью имеющихся в подразделении радионуклидной терапии специализированных радиометров, гамма-камеры с устройством сканирования всего тела или гамма-томографа. В случае достоверного обнаружения инкорпорированной активности сотрудник должен быть направлен в специализированную лабораторию для исследования на спектрометре излучения человека (СИЧ), где по результатам радиометрии будет определена доза внутреннего облучения данного сотрудника.
    4. Контроль уровней радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей оборудования и помещений должен проводиться с учетом характера технологического процесса в местах возможных загрязнений. Контроль радиоактивного загрязнения кожных покровов, одежды персонала и средств индивидуальной защиты проводится при выходе из рабочих помещений блоков радионуклидного обеспечения и блока активных палат, при обнаружении и после ликвидации аварийных загрязнений.
    5. Результаты измерения загрязнений сопоставляются с допустимыми уровнями радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей, кожи, спецодежды и средств индивидуальной защиты (см. [Приложение 13](#bookmark=id.ihv636) Правил) только для "чистых" бета-излучающих радионуклидов (напр., 32P, 89Sr, 90Y) и для "смешанных" бета-гамма-излучающих радионуклидов (напр., 131I, 153Sm, 186Re).
    6. Для "чистых" гамма-излучающих радионуклидов, применяемых для радионуклидной диагностики (напр., 99mTc, 67Ga, 111In, 125I, 123I), контроль уровня загрязнения следует проводить путем измерения мощности дозы на расстоянии 10 см от загрязненной поверхности. При этом мощность амбиентного эквивалента дозы не должна превышать 1 мкЗв/ч.
    7. Контроль мощности дозы гамма-излучения на местах фактического нахождения персонала проводят при технологических операциях с ИИИ как в рабочих, так и в смежных помещениях, в том числе и при проведении ядерно-медицинских и измерительных процедур пациентов с введенными в организм РФП. При этом должно использоваться максимальное количество источников, предусмотренное технологическим процессом, а активность источников должна быть максимально необходимой для данной технологии.
    8. В помещениях, где проводятся работы с источниками излучений, измерения мощности дозы гамма-излучения ввиду неравномерности облучения выполняются на уровнях головы, груди, гонад и ног, соответственно на расстояниях 160, 120, 80 и 30 см от пола помещения.
    9. По результатам измерения мощности амбиентного эквивалента дозы рассчитывается мощность эффективной дозы  по формуле:

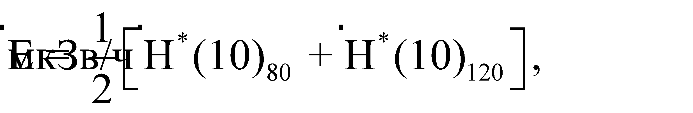


где:

0,15, 0,3, 0,5 и 0,05 - взвешивающие тканевые коэффициенты в относительных единицах, полученные в соответствии с НРБ-99/2020 исходя из суммы значений тканевых коэффициентов на уровнях головы, груди, гонад и ног соответственно;

 - измеренные значения мощности амбиентного эквивалента дозы на уровнях головы, груди, гонад и ног, за вычетом радиационного фона, мкЗв/ч.

* + 1. В смежных помещениях, где облучение является относительно равномерным, измерение мощности дозы гамма-излучения проводится:
  + над контролируемыми помещениями на высоте 80 см от пола в точках прямоугольной сетки с шагом 1 - 2 м;
  + под контролируемыми помещениями на высоте 120 см от пола в точках прямоугольной сетки с шагом 1 - 2 м;
  + в помещениях и на территории, смежных по горизонтали, вплотную к стене, на высоте 80 см и 120 см по всей длине стены с шагом 1 - 2 м.
    1. В помещениях и на территории, смежных по горизонтали с контролируемыми помещениями, значение мощности эффективной дозы  рассчитывается по формуле:



* + 1. В помещениях, смежных по вертикали с контролируемыми помещениями, значение мощности эффективной дозы  принимается равным измеренному значению мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения.
    2. Измерение мощности дозы гамма-излучения проводят также на стыках защитных ограждений, у дверных проемов и отверстий технологического назначения.
    3. Рассчитанные значения мощности эффективной дозы профессионального облучения персонала не должны превышать значений, представленных в таблице [Приложения 14](#bookmark=id.32hioqz) Правил.
    4. Радиационный контроль твердых радиоактивных отходов (РАО должен проводиться как при их поступлении в хранилище отходов, так и при их списании и удалении после выдержки на распад и при передаче на централизованное захоронение. Мощность дозы гамма-излучения РАО измеряется на расстоянии 0,1 м от контейнера и не должна превышать 1 мкЗв/ч над фоном. Это значение является критерием для удаления отходов с обычным мусором.
    5. Контроль уровня радиоактивного загрязнения спецодежды и белья проводится перед сдачей в прачечную с целью их сортировки и выделения тех предметов, уровни радиоактивного загрязнения которых превышают значения, указанные в [пп. 4.5.14](#bookmark=id.z337ya) и [4.5.15](#bookmark=id.3j2qqm3) Правил, и которые должны быть отобраны для выдержки на радиоактивный распад. Замена спецодежды производится по результатам радиационного контроля, а при непревышении этих значений - по истечении установленных сроков ношения.
    6. Радиационный контроль сливных вод из накопительных емкостей станции спецочистки жидких РАО подразделения радионуклидной терапии проводится непосредственно перед сбросом этих вод в хозяйственно-бытовую канализацию после соответствующей выдержки на радиоактивный распад.
    7. Для радиационного контроля сливных вод рекомендуется использовать технологию радиометрии проб жидких РАО, отбираемых из емкостей станции спецочистки жидких РАО. Сброс допускается только при значении удельной активности жидких РАО менее 10 ДУ для данного радионуклида в соответствии с НРБ-99/2020. В частности, для 131I ДУ составляет 6,3 Бк/кг.
    8. Радиационный контроль фильтров системы вентиляции "активных" палат и блока радионуклидного обеспечения подразделений радионуклидной терапии проводится по мощности дозы гамма-излучения в процессе работы и при плановой замене фильтров.
    9. Случаи превышения контрольных уровней профессионального облучения должны анализироваться службой РБ, которая информирует администрацию медицинской организации. О радиационных авариях и случаях превышения пределов доз для персонала администрация учреждения должна сообщать в органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, и Ростехнадзор с оформлением соответствующего протокола, где должны быть указаны причины и обстоятельства произошедшего радиационного инцидента, а также меры по ликвидации или минимизации его последствий.
  1. **Защита от нерадиационных факторов**
     1. Мероприятия по защите и контроль за опасными и вредными производственными факторами нерадиационного характера в подразделениях радионуклидной терапии обеспечиваются администрацией медицинской организации.
     2. Контролю подлежат следующие факторы:
  + уровни производственного шума на рабочих местах персонала;
  + значения кратности воздухообмена в помещениях подразделения и скорость движения воздуха в вытяжных шкафах;
  + температура и влажность воздуха в рабочих и общих помещениях подразделения радионуклидной терапии;
  + уровни искусственной освещенности в рабочих помещениях и кабинетах персонала;
  + усилия по перемещению контейнеров с радионуклидными источниками, радионуклидных генераторов, радиозащитного оборудования, сменных коллиматоров гамма-камер и гамма-томографов, каталок для перевозки больных, ложа пациента на установках с ручным приводом, другого измерительного и защитного оборудования и т.д.
    1. Проектирование, прокладка и контроль состояния систем электроснабжения и заземления должны проводиться в соответствии с "Правилами устройства и эксплуатации электроустановок" и инструкциями по монтажу, наладке и эксплуатации электромедицинской аппаратуры.
    2. Подразделения радионуклидной терапии должны быть оснащены средствами пожаротушения, в том числе углекислотными огнетушителями. Количество и месторасположение огнетушителей, а также пути эвакуации персонала и пациентов из аварийных помещений согласовываются с органами надзора за пожарной безопасностью.

**Приложение 1**

**ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ПО ГРУППАМ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радионуклид | Период полураспада | Тип распада | Корпускулярное излучение | | Фотонное излучение | | МЗУА, Бк/г | МЗА, Бк | Группа радиационной опасности |
| выход на один распад, % | максимальная энергия, кэВ | выход на один распад, % | энергия, кэВ |
| 3H | 12,26 лет | β- | 100 | 18,6 | - | - | 1E+6 | 1E+9 | Г |
| 11C | 20,4 мин. | β+ | 100 | 970 | 200 | 511 | 1E+6 | 1E+9 | Г |
| 14C | 5730 лет | β- | 100 | 155 | - | - | 1E+4 | 1E+7 | В |
| 13N | 10,1 мин. | β+ | 100 | 1210 | 200 | 511 | 1E+6 | 1E+9 | Г |
| 15O | 2,0 мин. | β+ | 100 | 1710 | 200 | 511 | 1E+4 | 1E+9 | Г |
| 18F | 110 мин. | β+ | 97 | 635 | 194 | 511 | 1E+1 | 1E+6 | В |
| 22Na | 2,62 лет | β+ | 90,6 | 545 | 100 | 1275 | 1E+1 | 1E+6 | В |
| ЭЗ | 9,4 | - | 180 | 511 |
| 24Na | 15,0 час. | β- | 100 | 1389 | 100 | 2754 | 1E+1 | 1E+5 | Б |
|  |  | 100 | 1369 |
| 32P | 14,3 сут. | β- | 100 | 1710 | - | - | 1E+3 | 1E+5 | Б |
| 33P | 25,0 сут. | β- | 100 | 248 | - | - | 1E+5 | 1E+8 | Г |
| 35S | 87,9 сут. | β- | 100 | 167 | - | - | 1E+5 | 1E+8 | Г |
| 36Cl | 3,08 х 105 лет | β- | 98,1 | 714 | 0,003 | 511 | 1E+4 | 1E+6 | В |
| 38Cl | 37,3 мин. | β- | 53 | 4910 | 47 | 2170 | 1E+1 | 1E+5 | Б |
| 16 | 2770 | 38 | 1600 |
| 31 | 1110 |  |  |
| 41Ar | 1,83 час. | β- | 100 | 1210 | 100 | 1290 | 1E+2 | 1E+9 | Г |
| 38K | 7,7 мин. | β+ | 100 | 2680 | 100 | 2168 | 1E+2 | 1E+6 | В |
|  |  | 200 | 511 |
| 42K | 12,4 час. | β- | 82 | 3520 | 18 | 1525 | 1E+2 | 1E+6 | В |
| 18 | 2000 |  |  |
| 43K | 22,4 час. | β- | 87 | 830 | 81 | 620 | 1E+1 | 1E+6 | В |
|  |  | 18 | 390 |
|  |  | 85 | 373 |
| 45Ca | 165 сут. | β- | 100 | 252 | - | - | 1E+4 | 1E+7 | В |
| 47Ca | 4,55 сут. | β- | 18 | 1980 | 74 | 1308 | 1E+1 | 1E+6 | В |
| 82 | 670 |  |  |
| 46Sc | 83,9 сут. | β- | 100 | 357 | 100 | 1120 | 1E+1 | 1E+6 | В |
|  |  | 100 | 889 |
| 51Cr | 27,8 сут. | ЭЗ | 100 | - | 9,83 | 320 | 1E+3 | 1E+7 | В |
|  |  | 22,6 | 50 |
| 52Fe | 8,2 час. | ЭЗ | 44 | - | 112 | 511 | 1E+1 | 1E+6 | В |
| β- | 56 | 800 | 100 | 165 |
| 59Fe | 45,6 сут. | β- | 54 | 455 | 44 | 1292 | 1E+1 | 1E+6 | В |
| 46 | 277 | 56 | 1095 |
| 57Co | 270 сут. | ЭЗ | 100 | - | 11 | 136 | 1E+2 | 1E+6 | В |
|  |  | 87 | 122 |
| 58Co | 71,3 сут. | ЭЗ | 85 | - | 99 | 810 | 1E+1 | 1E+6 | В |
| β+ | 15 | 474 | 30 | 511 |
| 64Cu | 12,8 час. | ЭЗ | 43 | - | 38 | 511 | 1E+2 | 1E+6 | В |
| β- | 38 | 570 |  |  |
| β+ | 19 | 660 |  |  |
| 67Cu | 61,9 час. | β- | 20 | 577 | 47 | 184 | 1E+2 | 1E+6 | В |
| 35 | 484 | 17 | 93 |
| 45 | 395 |  |  |
| 62Zn | 9,3 час. | ЭЗ | 92 | - | 23 | 597 | 1E+5 | 1E+8 | Г |
| β+ | 8 | 670 | 14 | 548 |
|  |  |  | 16 | 511 |
|  |  | 15 | 507 |
|  |  | 23 | 41 |
| 65Zn | 245 сут. | ЭЗ | 98 | - | 49 | 1120 | 1E+1 | 1E+6 | В |
| 69mZn | 14,0 сут. | ИП | - | - | 96 | 439 | 1E+2 | 1E+6 | В |
| 67Ga | 78 час. | ЭЗ | 100 | - | 16 | 300 | 1E+2 | 1E+6 | В |
|  |  | 23 | 184 |
|  |  | 39 | 93 |
| 68Ga | 68,3 мин. | ЭЗ | 12 | - | 176 | 511 | 1E+5 | 1E+8 | Г |
| β+ | 88 | 1900 |  |  |
| 72Ga | 14,1 час. | β- | 35 | 960 | 20 | 2500 | 1E+1 | 1E+5 | Б |
| 41 | 640 | 26 | 2200 |
|  |  | 96 | 835 |
|  |  | 27 | 630 |
| 68Ge | 288 сут. | ЭЗ | 100 | - | 42 | 9,4 | 1E+5 | 1E+8 | Г |
| 72As | 26,0 час. | ЭЗ | 86 | - | 77 | 834 | 1E+4 | 1E+7 | В |
| β+ | 14 | 2500 | 171 | 511 |
| 74As | 18,0 сут. | ЭЗ | 39 | - | 15 | 635 | 1E+1 | 1E+6 | В |
| β- | 32 | 1355 | 60 | 596 |
| β+ | 29 | 950 | 59 | 511 |
| 76As | 26,4 час. | β- | 57 | 2970 | 43 | 559 | 1E+2 | 1E+5 | Б |
| 28 | 2420 |  |  |
| 72Se | 8,42 сут. | ЭЗ | 100 | - | 59 | 46 | 1E+3 | 1E+6 | В |
| 75Se | 119 сут. | ЭЗ | 100 | - | 12 | 401 | 1E+2 | 1E+6 | В |
|  |  | 25 | 280 |
|  |  | 59 | 265 |
|  |  | 56 | 136 |
|  |  | 16 | 121 |
| 76Br | 16,2 час. | ЭЗ | 23 | - | 17 | 657 | 1E+5 | 1E+8 | Г |
| β- | 24 | 3600 | 73 | 559 |
| β+ | 53 | 3100 | 106 | 511 |
| 77Br | 58,2 час. | ЭЗ | 99 | - | 24 | 520 | 1E+6 | 1E+8 | Г |
|  |  | 30 | 237 |
| 80mBr | 4,5 час. | ИП | - | - | 35 | 37 | 1E+6 | 1E+8 | Г |
|  |  | 86 | 12 |
| 82Br | 35,3 час. | β- | 100 | 444 | 17 | 1475 | 1E+3 | 1E+6 | Г |
|  |  | 26 | 1317 |
|  |  | 29 | 1044 |
|  |  | 25 | 828 |
|  |  | 83 | 777 |
|  |  | 27 | 698 |
|  |  | 41 | 619 |
|  |  | 66 | 554 |
| 83Br | 2,4 час. | β- | 100 | 925 | 8 | 9 | 1E+4 | 1E+8 | Г |
| 81mKr | 13 сек. | ИП | - | - | 67 | 190 | 1E+4 | 1E+10 | Г |
| 85mKr | 4,5 час. | ИП | - | - | 14 | 304 | 1E+4 | 1E+10 | Г |
|  |  | 75 | 151 |
| 81Rb | 4,6 час. | ЭЗ | 66 | - | 67 | 511 | 1E+6 | 1E+10 | Г |
| β+ | 24 | 1000 | 24 | 446 |
| 10 | 580 | 65 | 190 |
| 82Rb | 1,3 мин. | β+ | 96 | 3150 | 192 | 511 | 1E+6 | 1E+9 | Г |
| 84Rb | 33,2 сут. | ЭЗ | 76 | - | 75 | 880 | 1E+4 | 1E+6 | В |
| β+ | 10 | 1660 | 42 | 511 |
| 11 | 800 |  |  |
| 86Rb | 18,7 сут. | β- | 100 | 1780 | 9 | 1076 | 1E+2 | 1E+5 | Б |
| 82Sr | 25,2 сут. | ЭЗ | 100 | - | 59 | 14 | 1E+4 | 1E+7 | В |
| 85Sr | 65,4 сут. | ЭЗ | 100 | - | 100 | 514 | 1E+2 | 1E+6 | В |
| 87mSr | 2,8 час. | ИП | - | - | 80 | 388 | 1E+2 | 1E+6 | В |
|  |  | 10 | 14 |
| 89Sr | 51 сут. | β- | 100 | 1463 | - | - | 1E+3 | 1E+6 | В |
| 90Sr | 29,0 лет | β- | 100 | 546 | - | - | 1E+2 | 1E+4 | Б |
| 87Y | 80 час. | ЭЗ | 100 | - | 100 | 483 | 1E+3 | 1E+6 | В |
| 90Y | 64 час. | β- | 100 | 2270 | - | - | 1E+3 | 1E+5 | Б |
| 99Mo | 66,7 час. | β- | 82 | 1230 | 12 | 740 | 1E+2 | 1E+6 | В |
| 17 | 450 |  |  |
| 99mTc | 6,05 час. | ИП | - | - | 90 | 140 | 1E+2 | 1E+7 | В |
| 103mRh | 56 мин. | ИП | - | - | 90 | 497 | 1E+4 | 1E+8 | Г |
| 105Rh | 4,5 час. | β- | 11 | 1870 | 48 | 726 | 1E+2 | 1E+7 | В |
| 48 | 1150 | 16 | 670 |
| 35 | 1080 | 20 | 480 |
|  |  | 11 | 317 |
| 100Pd | 3,7 сут. | ЭЗ | 100 | - | 61 | 840 | 1E+3 | 1E+6 | В |
|  |  | 60 | 748 |
| 109Pd | 17 сут. | ЭЗ | 100 | - | 77 | 21 | 1E+3 | 1E+8 | Г |
| 111Ag | 7,5 сут. | β- | 100 | 1050 | 8 | 342 | 1E+3 | 1E+6 | В |
| 111In | 2,8 сут. | ЭЗ | 100 | - | 94 | 245 | 1E+2 | 1E+6 | В |
|  |  | 91 | 171 |
|  |  | 84 | 24 |
| 113mIn | 100 мин. | ИП | - | - | 64 | 392 | 1E+4 | 1E+6 | В |
|  |  | 24 | 25 |
| 113Sn | 115 сут. | ЭЗ | 100 | - | 73 | 25 | 1E+3 | 1E+7 | В |
| 117mSn | 14 сут. | ИП | - | - | 87 | 159 | 1E+2 | 1E+6 | В |
|  |  | 26 | 64 |
| 119mSn | 250 сут. | ИП | - | - | 15 | 24 | 1E+2 | 1E+5 | Б |
| 123I | 13,3 час. | ЭЗ | 100 | - | 83 | 159 | 1E+2 | 1E+7 | В |
|  |  | 87 | 28 |
| 124I | 4,2 час. | ЭЗ | 74 | - | 14 | 1690 | 1E+3 | 1E+6 | В |
| β+ | 11 | 2140 | 14 | 730 |
| 14 | 1550 | 12 | 644 |
|  |  | 67 | 605 |
|  |  | 50 | 511 |
| 125I | 60 сут. | ЭЗ | 100 | - | 139 | 28 | 1E+3 | 1E+6 | В |
| 131I | 8,05 сут. | β- | 90 | 606 | 83 | 364 | 1E+2 | 1E+6 | В |
| 132I | 2,3 час. | β- | 18 | 2120 | 14 | 1400 | 1E+1 | 1E+5 | Б |
| 24 | 1530 | 22 | 955 |
| 23 | 1160 | 89 | 773 |
| 20 | 900 | 99 | 667 |
| 15 | 730 | 16 | 522 |
| 133I | 20,8 час. | β- | 91 | 1300 | 94 | 530 | 1E+2 | 1E+6 | В |
| 127Xe | 36,4 сут. | ЭЗ | 100 | - | 20 | 375 | 1E+2 | 1E+4 | Б |
|  |  | 68 | 202 |
|  |  | 23 | 172 |
|  |  | 79 | 29 |
| 131mXe | 11,8 сут. | ИП | - | - | 49 | 30 | 1E+4 | 1E+6 | В |
| 133Xe | 5,3 сут. | β- | 100 | 346 | 36 | 90 | 1E+3 | 1E+4 | Б |
|  |  | 47 | 32 |
| 129Cs | 32 час. | ЭЗ | 100 | - | 22 | 411 | 1E+2 | 1E+5 | Б |
|  |  | 32 | 372 |
|  |  | 100 | 30 |
| 131Cs | 9,7 сут. | ЭЗ | 100 | - | 75 | 30 | 1E+3 | 1E+6 | В |
| 134mCs | 2,9 час. | ИП | - | - | 14 | 127 | 1E+3 | 1E+6 | В |
|  |  | 32 | 32 |
| 137Cs | 30 лет | β- | 100 | 514 | 84 | 662 | 1E+1 | 1E+4 | Б |
| 131Ba | 11,8 сут. | ЭЗ | 100 | - | 48 | 496 | 1E+2 | 1E+6 | В |
|  |  | 13 | 379 |
|  |  | 19 | 216 |
|  |  | 28 | 124 |
|  |  | 101 | 32 |
| 133mBa | 39 час. | ИП | - | - | 13 | 276 | 1E+4 | 1E+7 | В |
|  |  | 53 | 33 |
| 135mBa | 28,7 час. | ИП | - | - | 15 | 268 | 1E+4 | 1E+7 | В |
|  |  | 30 | 33 |
| 137mBa | 2,5 мин. | ИП | - | - | 91 | 661 | 1E+6 | 1E+9 | Г |
| 140La | 40,2 час. | β- | 15 | 1690 | 96 | 1596 | 1E+1 | 1E+5 | Б |
| 45 | 1360 | 10 | 923 |
| 26 | 1110 | 19 | 815 |
|  |  | 40 | 487 |
|  |  | 20 | 329 |
| 145Sm | 340 сут. | ЭЗ | 100 | - | 12 | 614 | 1E+2 | 1E+5 | Б |
|  |  | 135 | 40 |
| 153Sm | 45,7 час. | β- | 20 | 800 | 28 | 100 | 1E+2 | 1E+6 | В |
| 46 | 710 | 57 | 42 |
| 33 | 640 |  |  |
| 147Pm | 2,6 лет | β- | 100 | 224 | - | - | 1E+4 | 1E+7 | В |
| 159Dy | 144 сут. | ЭЗ | 100 | - | 94 | 45 | 1E+2 | 1E+6 | В |
| 165Dy | 2,3 час. | β- | 85 | 1280 | 10 | 49 | 1E+3 | 1E+6 | В |
| 13 | 1190 |  |  |
| 166Ho | 27 час. | β- | 42 | 1840 | 9 | 50 | 1E+3 | 1E+5 | Б |
| 57 | 1760 |  |  |
| 169Er | 9,4 сут. | β- | 42 | 380 | - | - | 1E+4 | 1E+7 | В |
| 58 | 340 |  |  |
| 169Yb | 31 сут. | ЭЗ | 100 | - | 10 | 308 | 1E+3 | 1E+6 | В |
|  |  | 35 | 198 |
|  |  | 22 | 177 |
|  |  | 11 | 131 |
|  |  | 18 | 110 |
|  |  | 45 | 63 |
|  |  | 185 | 52 |
| 177Lu | 6,8 сут. | β- | 90 | 500 | 7 | 208 | 1E+3 | 1E+7 | В |
| 182Ta | 115 сут. | β- | 23 | 440 | 13 | 1231 | 1E+2 | 1E+4 | Б |
| 20 | 360 | 27 | 1222 |
| 38 | 180 | 16 | 1189 |
|  |  | 34 | 1120 |
|  |  | 14 | 100 |
|  |  | 33 | 61 |
| 186Re | 90,6 час. | ЭЗ | 4 | - | 10 | 64 | 1E+3 | 1E+6 | В |
| β- | 80 | 2120 |  |  |
| 16 | 1960 |  |  |
| 188Re | 17 час. | β- | 82 | 2160 | 15 | 155 | 1E+3 | 1E+6 | В |
| 18 | 1940 |  |  |
| 188W | 60 сут. | β- | 100 | 349 | - | - | 1E+3 | 1E+6 | В |
| 195Au | 190 сут. | ЭЗ | 100 | - | 12 | 99 | 1E+3 | 1E+6 | В |
|  |  | 106 | 68 |
| 198Au | 2,7 сут. | β- | 100 | 960 | 96 | 412 | 1E+2 | 1E+6 | В |
| 195Hg | 9,5 час. | ЭЗ | 100 | - | 83 | 70 | 1E+5 | 1E+8 | Г |
| 197Hg | 65 час. | ЭЗ | 100 | - | 24 | 77 | 1E+2 | 1E+6 | В |
|  |  | 71 | 70 |
| 203Hg | 47 сут. | β- | 100 | 214 | 82 | 279 | 1E+2 | 1E+5 | Б |
|  |  | 13 | 75 |
| 199Tl | 7,4 час. | ЭЗ | 100 | - | 14 | 455 | 1E+5 | 1E+8 | Г |
|  |  | 10 | 247 |
|  |  | 12 | 208 |
|  |  | 108 | 72 |
| 201Tl | 74,1 час. | ЭЗ | 100 | - | 9 | 167 | 1E+2 | 1E+6 | В |
|  |  | 90 | 72 |
| 211At | 7,2 час. | ЭЗ | 59 | - | 45 | 81 | 1E+3 | 1E+7 | В |
| α | 41 | 5868 |  |  |
| 212Bi | 60,5 мин. | β- | 42 | 2250 | 7 | 727 | 1E+2 | 1E+5 | Б |
| α | 58 | 6050 |  |  |
| 213Bi | 45,7 мин. | β- | 62 | 1390 | 21 | 440 | 1E+3 | 1E+6 | В |
| α | 18 | 960 |  |  |
| 20 | 5860 |  |  |
| 255Ac | 10 сут. | α | 47 | 5820 | 12 | 218 | 1E+1 | 1E+3 | А |
| 53 | 5780 |  |  |

**Приложение 2**

**НАЗНАЧЕНИЕ И ПЛОЩАДИ**

**ПОМЕЩЕНИЙ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ РАДИОНУКЛИДНОЙ ТЕРАПИИ** [**<\*>**](file:///C:\Users\vodov\AppData\Documents%20and%20Settings\Admin\Рабочий%20стол\ПЕРЕДЕЛКА%20НОРМАТИВКИ\только%20медицина%20для%20игрищ%20после%20Ильи.docx#Par2483)

**Состав помещений блока радионуклидного обеспечения**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N N п/п | Назначение помещений | Площадь не менее, кв. м |
| 1. | Помещение для приемки и распаковки РФП | 10 |
| 2. | Хранилище РФП | 20 |
| 3. | Помещение временного хранения и выдержки радиоактивных отходов с морозильной камерой (хранилище РАО) | 10 |
| 4. | Станция спецочистки жидких радиоактивных отходов (планировка помещений выполняется по отдельному проекту) | Общая площадь не менее 400 кв. м |
| 5. | Фасовочная РФП | 20 |
| 6. | Генераторная | 10 |
| 7. | Процедурная | 16 |
| 8. | Моечная | 12 |
| 9. | Санпропускник с туалетом для персонала (отдельно для мужчин и женщин) | 20 |
| 10. | Мастерская | 10 |
| 11. | Пункт радиационного контроля персонала (он может быть совмещен с санпропускником) | 8 |
| 12. | Кладовая для хранения уборочного инвентаря | 5 |
| 13. | Кладовая загрязненной спецодежды и обуви персонала | 10 |
| 14. | Помещение для дневного пребывания амбулаторных пациентов | 20 |
| 15. | Туалет для амбулаторных пациентов | 5 |
| 16. | Кабинет интервенционной радиологии | 40 |

**Состав помещений блока радиологических "активных" палат**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N N п/п | Назначение помещений | Площадь не менее, кв. м |
| 1. | Палата на одного пациента с туалетом и душевой кабиной | 15 |
| 2. | Палата на двух пациентов с туалетом и душевой кабиной | 25 |
| 3. | Перевязочная-смотровая | 10 |
| 4. | Буфетная (со шлюзом) | 20 |
| 5. | Моечная посуды для больных | 10 |
| 6. | Кабинет сцинтиграфии с пультовой | 10 |
| 7. | Кабинет радиометрии in vivo | 20 |
| 8. | Кабинет диагностики in vitro: |  |
| радиохимическая | 12 |
| радиометрическая | 12 |
| 9. | Кладовая для хранения уборочного инвентаря | 5 |
| 10. | Санпропускник для больных (отдельно мужской и женский) с пунктом радиационного контроля | 10 |

**Состав помещений блока помещений общего назначения**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N N п/п | Назначение помещений | Площадь не менее, кв. м |
| 1. | Кабинет заведующего | 20 |
| 2. | Кабинет научного сотрудника | 10 |
| 3. | Кабинет врача-радиолога | 10 |
| 4. | Кабинет дозиметрического планирования радионуклидной терапии | 20 |
| 5. | Кабинет медицинского физика | 10 |
| 6. | Кабинет среднего медперсонала | 20 |
| 7. | Помещение (пост) дежурной медицинской сестры | 10 |
| 8. | Кабинет инженера-электроника | 10 |
| 9. | Кабинет старшей медсестры (медицинского технолога) | 10 |
| 10. | Кабинет сестры-хозяйки с кладовой расходных материалов | 20 |
| 11. | Кладовая для хранения уборочного инвентаря | 5 |
| 12. | Туалет для персонала | 5 |
| 13. | Архив отделения РНТ | 5 |
| 14. | Бытовое помещение (аудитория) | 20 |
| 15. | Комната личной гигиены персонала | 10 |
| 16. | Кладовая личных вещей, верхней одежды и обуви пациентов | 10 |
| 17. | Гардеробная (уличной, домашней и рабочей одежды) персонала | 20 |

--------------------------------

*Примечания:*

<\*> Количество и площадь "активных" палат, кабинетов для персонала, технологических и других помещений определяются на стадиях составления медико-технического задания и проектирования подразделения лучевой терапии с учетом требований технической документации на оборудование и рекомендаций фирм-изготовителей.

**Приложение 3**

Журнал регистрации инструктажа на рабочем месте по радиационной безопасности

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Фамилия, И.О. инструктируемого работника | Профессия, должность работника | N инструкции или ее название | Вид инструктажа: вводный, первичный, повторный, внеплановый | Фамилия, И.О. и должность лица, проводящего инструктаж, дата инструктажа | Подписи | |
| проводящего инструктаж | прошедшего инструктаж |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания: 1. К журналу регистрации инструктажа должны быть приложены инструкции, по которым проводится инструктаж в учреждении.

2. Страницы журнала должны быть пронумерованы.

3. Журнал хранить постоянно.

**Приложение 4**

Памятка для пациента \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Ф.И.О.)

Лечебное учреждение \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

История болезни N \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 200\_ г.

Вы прошли курс радионуклидной терапии.

В целях ограничения возможного (!) облучения окружающих Вас людей следует придерживаться следующих правил:

- Избегайте близких отношений с супругом(-ой), спите в отдельной кровати \_\_\_\_ дней.

- Ограничьте тесное общение с детьми (не держите детей на руках, не сажайте на колени, не спите с ребенком в одной кровати) \_\_\_\_ дней.

- При общении и беседе с родственниками старайтесь держаться от них на расстоянии не менее 1 метра (ограничение действует в течение \_\_\_\_ дней).

- При наличии возможности проживайте в отдельной комнате \_\_\_\_ дней.

- Передвигайтесь только в личном транспорте в течение \_\_\_\_ дней.

- Выходить на работу и общаться с сотрудниками Вам можно через \_\_\_\_ дней после выписки из медицинской организации.

- При встрече не рекомендуется целоваться с кем-либо или здороваться за руку, обниматься.

- Используйте только отдельную посуду (тарелку, ложку, кружку), а также индивидуальные средства гигиены - мочалку, мыло, полотенце.

- Отдельно мойте свою посуду и стирайте свои постельные принадлежности, белье, одежду.

- Мочиться в туалете следует только сидя на унитазе, дважды спускать воду после окончания. Мойте руки после каждого посещения туалета.

- Содержите туалет и ванную комнату в чистоте во избежание попадания радиоактивности в организм своих родственников и близких.

- Помните, что радиофармпрепарат выводится из организма через мочу, слюну, пот и с выдыхаемым воздухом.

- Мойте ванную и раковину после каждого использования, в том числе после чистки зубов.

- Для ускорения процесса выведения радиофармпрепарата рекомендуется обильное питье, за исключением пациентов с заболеваниями почек, мочевыводящих органов, которым предлагаются дополнительные рекомендации.

Другие рекомендации: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Помните: при аккуратном соблюдении этих правил и рекомендаций Вы не представляете радиационной опасности для Ваших близких и знакомых.

Дата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Врач-радиолог \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Приложение 5**

Приходно-расходный журнал учета радиофармпрепаратов, поступающих в подразделение радионуклидной терапии в готовом виде для непосредственного введения в организм пациента

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N п/п | Приход | | | | | Расход | | | | Списание | |
| дата поступления | N и дата приходной накладной | N и дата выдачи паспорта | N контейнера с радио-фармпрепаратом | активность по паспорту, МБк | кому выдано | дата выдачи | N требования на выдачу | активность на день выдачи, МБк | дата списания | N акта списания |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания: 1. На каждый тип РФП открываются отдельные страницы.

2. При большом количестве различных РФП, поступающих в отделение радионуклидной терапии, допускается ведение отдельного журнала на каждый тип РФП.

3. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

4. Журнал хранится постоянно.

**Приложение 6**

**Приходно-расходный журнал учета генераторов радионуклидов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N п/п | Приход | | | | | Расход | | | | Списание | |
| дата поступления | N и дата приходной накладной | N и дата выдачи паспорта | N генератора | активность по паспорту, МБк | кому выдано | дата выдачи | N требования на выдачу | активность на день выдачи, МБк | дата списания | N акта списания |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания: 1. На каждый тип радионуклидного генератора открывается отдельный журнал.

2. На каждого поставщика генераторов одного и того же типа открываются отдельные страницы журнала.

3. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

4. Журнал хранится постоянно.

**Приложение 7**

**Журнал приготовления рабочих растворов радиофармпрепаратов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N п/п | Исходный раствор (элюат) | | | | | Рабочий раствор (РФП) | | | | Подпись процедурной медсестры, готовившей радиофармпрепарат |
| дата элюирования | N генератора | срок годности (по паспорту) | объем элюата, мл | активность элюата, МБк | название приготовленного радио-фармпрепарата | объем раствора, мл | активность раствора, МБк | дата введения пациенту по журналу введения |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания: 1. В графе 2 указывается дата получения элюата из генератора, в графах 7, 8, 9 указываются данные на дату приготовления РФП, приведенную в графе 10.

2. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

3. Журнал хранится постоянно.

**Приложение 8**

**Журнал введения радиофармпрепаратов пациентам**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N п/п | Дата введения | Фамилия, И.О. пациента | N истории болезни или N амбулаторной карты | Отделение, направившее пациента на введение | Другие учреждения, направившие пациента на введение | Введенный РФП | | | Подписи | |
| название | объем, мл | активность, МБк | врач-радиолог, направивший пациента на введение | процедурная медсестра, выполнившая введение |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания: 1. При больших объемах работы допускается ведение отдельных журналов на различные РФП и на способы их введения.

2. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

3. Журнал хранится постоянно.

**Приложение 9**

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись руководителя)

"\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

АКТ

о расходовании и списании открытых радионуклидных источников

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(название подразделения радионуклидной терапии)

Настоящий акт составлен сотрудниками \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Ф.И.О. непосредственного исполнителя работ и Ф.И.О. лица, ответственного за хранение радионуклидных источников)

в том, что полученные по требованию N \_\_\_\_ от "\_\_" \_\_\_\_\_\_ г. радионуклидные источники\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(наименование, номер источника, тип радионуклида)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(при большом количестве источников приложить отдельные листы

с перечнем источников)

в количестве \_\_\_\_\_\_\_ штук с общей активностью \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ на "\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г. использованы для \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(указать характер работы)

В процессе хранения и работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(краткое описание того, что произошло с исходным радионуклидным источником)

Отходы в виде\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

сданы на захоронение по документу N \_\_\_\_\_\_\_ от "\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

Остатки источников в количестве \_\_\_\_\_\_ штук общей активностью \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

на "\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_ г. переданы на хранение для выдержки на распад до фоновой активности.

Непосредственный исполнитель работ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись) (расшифровка Ф.И.О.)

Ответственный за хранение

радионуклидных источников \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись) (расшифровка Ф.И.О.)

"\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

**Приложение 10**

**Журнал учета твердых радиоактивных отходов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N п/п | Дата поступления | Радио-нуклидный состав | Суммарная активность, МБк | От кого получено | | Списание | | | Передача на захоронение | |
| Ф.И.О. | подпись сдавшего отходы | дата списания | N акта списания | дата удаления после выдержки на расход | дата передачи | N паспорта на партию отходов для захоронения |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания: 1. Для твердых радиоактивных отходов графы 3 и 4 не заполняются при отсутствии достоверной информации о составе и активности отходов.

2. При передаче радиоактивных отходов на централизованное захоронение графа 9 не заполняется.

3. При удалении отходов после выдержки на распад как нерадиоактивных графы 10 и 11 не заполняются.

4. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

5. Журнал хранится постоянно.

**Приложение 11**

**Журнал учета жидких радиоактивных отходов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N п/п | Поступление на станцию спецочистки жидких РАО | | | | Сброс со станции спецочистки в хозяйственно-бытовую канализацию | | | |
| дата поступления | объем поступления, куб. м | удельная активность, кБк/кг | подпись ответственного лица | дата сброса | объем сброса, куб. м | удельная активность, кБк/кг | подпись ответственного лица |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Примечания: 1. При больших объемах работы допускается ведение отдельных журналов на различные накопители и системы очистки.

2. Страницы журнала должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью.

3. Журнал хранится постоянно.

**Приложение 12**

**ОПЕРАЦИОННЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

1. С целью группового дозиметрического контроля персонала в качестве операционной величины уровня облучения в рабочих помещениях и на рабочих местах принимают мощность амбиентного эквивалента дозы, . Рекомендуемая единица мощности амбиентного эквивалента дозы - мкЗв/ч. Значение параметра d (мм), определяющего требования к приборам дозиметрического контроля, зависит от того, для определения какой нормируемой величины используется ее эквивалент. Соответствие между нормируемыми и операционными величинами, используемыми при проведении группового дозиметрического контроля, представлено в таблице 1 П 11.

Таблица 1 П 11

**Соответствие между нормируемыми и операционными величинами**

**при групповом дозиметрическом контроле**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Нормируемая величина | Операционная величина - мощность амбиентного эквивалента дозы | |
| d, мм | условное обозначение |
| Мощность эквивалентной дозы внешнего облучения кожи | 0,07 |  |
| Мощность эквивалентной дозы внешнего облучения хрусталика глаза | 3 |  |
| Мощность эквивалентной дозы внешнего облучения на поверхности нижней части области живота женщин | 10 |  |
| Мощность эффективной дозы внешнего облучения | 10 |  |

2. Операционной величиной для индивидуального дозиметрического контроля внешнего облучения является эквивалент индивидуальной дозы, Hp(d). Рекомендуемая единица эквивалента индивидуальной дозы - мЗв. Значение параметра d, мм, определяющего требования к индивидуальному дозиметру внешнего облучения, а также положение дозиметра на теле персонала определяются тем, для определения какой нормируемой величины используется ее эквивалент. Соответствие между нормируемыми и операционными величинами, используемыми в индивидуальном дозиметрическом контроле, представлено в таблице 2 П 11.

Таблица 2 П 11

**Соответствие между нормируемыми и операционными величинами**

**при индивидуальном дозиметрическом контроле**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Нормируемая величина | Операционная величина:  индивидуальный эквивалент дозы - Hp(d) | | |
| положение индивидуального дозиметра (дозиметров) | d, мм | условное обозначение |
| Эквивалентная доза внешнего облучения кожи | Непосредственно на поверхности наиболее облучаемого участка кожи | 0,07 | Hp(0,07) |
| Эквивалентная доза внешнего облучения хрусталика глаза | На лицевой части головы | 3 | Hp(3) |
| Эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота женщины | На поверхности тела, в соответствующем месте | 10 | Hp(10) |
| Эффективная доза внешнего облучения | На поверхности тела в оптимальных местах, определяемых в зависимости от геометрии облучения | 10 | Hp(10) |

**Приложение 13**

**ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ**

**РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ (НРБ-99/2020)**

|  |  |
| --- | --- |
| Объект загрязнения | частиц/(см2·мин.) |
| Неповрежденная кожа, специальное белье | 200 |
| Основная спецодежда, специальная обувь | 2000 |
| Поверхности помещений постоянного пребывания персонала и находящегося в них оборудования | 2000 |
| Поверхности помещений периодического пребывания персонала и находящегося в них оборудования | 10000 |

**Приложение 14**

**ЗНАЧЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ МОЩНОСТИ ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ (ДМЭД)**

**ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ И НА ТЕРРИТОРИИ**

|  |  |
| --- | --- |
| Помещение, территория | ДМЭД, мкЗв/ч |
| Помещения постоянного пребывания персонала группы А (хранилище, фасовочная, генераторная, моечная, кабинет врача и др.) | 12 |
| Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с помещениями, где проводятся работы с источниками излучения, имеющие постоянные рабочие места персонала группы Б | 2,5 |
| Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с помещениями, где проводятся работы с источниками излучения, без постоянных рабочих мест (холл, гардероб, лестничная площадка, коридор, комната отдыха, уборная, кладовая и др.) | 10 |
| Помещения периодического пребывания персонала группы Б (технический этаж, подвал, чердак и др.) | 40 |
| Территория, прилегающая к наружным стенам помещений, где проводятся работы с источниками излучения | 2,8 |
| Границы территории медицинского учреждения, на которой размещается радиологическое отделение | 0,12 |

**Приложение 15**

**ТРЕБОВАНИЯ, К ПОЛУЧЕНИЮ ИЛИ ПЕРЕОФОРМЛЕНИЮ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ НА УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ** (**РАДИОНУКЛИДНЫМИ**)

Для получения санитарно-эпидемиологического заключения на условия деятельности рентгеновского кабинета представляются следующие документы:

1. Проектная документация на размещение рентгенорадиологического оборудования в изотопной лаборатории.
2. Акты монтажных работ и ввода в эксплуатацию рентгенорадиологического оборудования; лицензия организации, осуществляющей монтаж и ввод в эксплуатацию; акты освидетельствования скрытых работ.
3. Акт санитарно-эпидемиологического обследования.
4. Приказ руководителя организации о назначении ответственных лиц за обеспечение радиационной безопасности, за учет и хранение радиоактивных веществ и отходов, за радиационный контроль.
5. Приказ руководителя организации об отнесении персонала к группе А и Б и допуске к работам с ИИИ.
6. Документы об обучении по вопросам радиационной безопасности лица, ответственного за радиационную безопасность (РБ) и производственный радиационный контроль (ПРК) на специализированных курсах по вопросам радиационной безопасности за последние 5 лет.
7. Документы об обучении по вопросам радиационной безопасности персонала подразделения радионуклидной диагностики, работающего с ИИИ.
8. Результаты медицинского осмотра персонала в специализированной медицинской организации, имеющей лицензию на проведение профосмотров, за последний год и наличие медицинского допуска к работам с ИИИ.
9. Инструкция по РБ при проведении работ с ИИИ, утвержденная администрацией организации.
10. Инструкция по учету и контролю радиоактивных веществ и радиоактивных отходов, утвержденная администрацией организации.
11. Инструкция по действию персонала в аварийных ситуациях, утвержденная администрацией организации и согласованная с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
12. Положение о порядке проведения производственного контроля за радиационной безопасностью, контрольные уровни, карта-схема точек радиационного контроля, согласованные с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
13. Перечень возможных радиационных аварий и план мероприятий по защите персонала при их ликвидации, утвержденный администрацией организации и согласованный с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
14. Документы, подтверждающие организацию индивидуального дозиметрического контроля персонала группы А. Карточки учета индивидуальных доз облучения персонала.
15. Протокол комиссионной проверки знаний персоналом требований РБ.
16. Должностные инструкции сотрудников подразделения.
17. Свидетельства о поверке средств измерения активности и радиационного контроля.
18. Протоколы проверки защитной эффективности средств индивидуальной радиационной защиты, выполненные организацией, аккредитованной в установленном порядке.
19. Протоколы проверки вентиляции (общей и местной: контроля кратности воздухообмена и других параметров нерадиационных факторов в рентгеновском кабинете (параметров микроклимата, освещённость и др.), выполненные аккредитованной лабораторией.
20. Техническая документация на оборудование (шкафы, сейфы, аппаратуру и т.д.).
21. Перечень методик работ с ИИИ.
22. Перечень используемых радионуклидов, активности на рабочих местах в помещениях подразделения, годовое потребление.
23. Паспорта, регистрационные удостоверения на источники от завода-изготовителя, на используемую рентгенорадиологическую аппаратуру.
24. Журналы инструктажа по радиационной безопасности, общего дозиметрического контроля, индивидуального дозиметрического контроля, учёта радиоактивных отходов, учёта РФП и генераторов, журнал введения РФП пациентам.
25. Договор на вывоз радиоактивных отходов, если этого требуют условия работы.

**Глава 5. Обеспечение радиационной безопасности при лучевой терапии закрытыми радионуклидными источниками**

1. **Область применения**
   1. Настоящая глава свода Правил устанавливает требования по обеспечению радиационной безопасности персонала, пациентов и населения при проведении лучевой терапии с использованием закрытых ИИИ (далее - лучевой терапии).
   2. Правила распространяются при проектировании, реконструкции, строительстве новых и эксплуатации действующих кабинетов и отделений лучевой терапии**.** Требования Правил не распространяются на ядерные установки любых типов немедицинского назначения.
   3. Правила обязательны для всех юридических лиц и индивидуальных предпринимателей независимо от их подчиненности и формы собственности, осуществляющих деятельность в области использования генерирующих и радионуклидных источников ионизирующего излучения для медицинских целей (далее – медицинские организации).
   4. Контроль за выполнением настоящих Правил осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
2. **Общие положения**
   1. Обеспечение радиационной безопасности персонала, пациентов и населения при обращении с медицинским оборудованием и проведении лучевой терапии основано на практической реализации трех основных принципов радиационной безопасности – нормирования, обоснования и оптимизации в соответствии с НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020.
   2. Принцип нормирования облучения персонала и населения реализуется установлением и соблюдением основных пределов дозы, установленных НРБ-99/2020. Годовые дозы техногенного облучения у персонала групп А и Б и населения не должны превышать соответствующие основные пределы дозы, значения которых приведены в таблице 3.1 НРБ-99/2020.
   3. Пределы годовой дозы у населения (таблица 3.1 НРБ-99/2020) применяются к лицам, находящимся в зоне воздействия излучения при эксплуатации медицинского рентгенорадиологического оборудования (рентгеновских аппаратов, ускорителей, изотопных источников и т.д.), а также подвергающимся облучению от сбросов и выбросов радионуклидов в окружающую среду, от обращения с радиоактивными отходами.
   4. Принцип нормирования не применяется в отношении медицинского облучения пациентов при проведении лучевой терапии.
   5. Назначение лучевой терапии должно быть обосновано путем сопоставления пользы, которую они приносят пациенту, с радиационным ущербом для здоровья, который может причинить ионизирующее излучение.
   6. Принцип оптимизации радиационной защиты персонала, пациентов и населения при проведении лучевой терапии осуществляется путем поддержания доз облучения пациентов на таких низкий уровнях, которые возможно достичь при условии получения необходимого объема и качества терапевтического эффекта с учетом экономических и социальных факторов. Необходимо максимально возможно снижать поглощенную дозу облучения нормальных органов и тканей, окружающих мишень, при обеспечении терапевтически эффективной дозы облучения мишени и исключении высокой вероятности поздних постлучевых повреждений. Оптимизация должна включать выбор наиболее эффективных технологий и режимов работы оборудования для лечения и средств радиационной защиты с соблюдением программы обеспечения качества и радиационной безопасности.
   7. Медицинскими организациями, выполняющими лучевую терапию, разрабатываются программы обеспечения качества лечебных процедур в соответствии с пунктом 4.8 ОСПОРБ-99/2020. Программы обеспечения качества должны включать регулярный контроль качества работы оборудования, выполнения медицинских процедур и оптимизацию. Процедуры контроля качества оборудования должны выполняться в установленном порядке в объеме и с периодичностью в соответствии с Приложением 1 Правил.
   8. Организации, осуществляющие лучевую терапию, должны иметь:
   * специальное разрешение (лицензию) на медицинскую деятельность, в которую внесены следующие виды работ в соответствии с оказываемыми услугами: «радиология», «радиотерапия»;
   * лицензии на осуществление деятельности по производству лекарственных средств (в случае производства и поставок РФП в сторонние организации) и осуществление фармацевтической деятельности (в случае изготовления РФП только для собственных нужд), а также на право работ в области использования атомной энергии;
   * санитарно-эпидемиологическое заключение органа, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, о соответствии условий деятельности с ИИИ (закрытыми) требованиям Правил. Требования к получению санитарно-эпидемиологического заключения на условия выполнения работы с ИИИ представлены в Приложении 2 к настоящим Правилам;
   * санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии зданий, строений, помещений, используемых для осуществления медицинской деятельности с указанием вида медицинских услуг;
   * специализированное подразделение терапии, укомплектованное квалифицированными специалистами и оснащенное исправным оборудованием, с заключенным договором на техническое обслуживание.
   1. Санитарно-эпидемиологическое заключение на условия работы с ИИИ действительно на срок не более пяти лет. По истечении срока действия, при изменении условий работы с ИИИ, введении в эксплуатацию других ИИИ, администрация медицинской организации обеспечивает получение нового санитарно-эпидемиологического заключения. При выявлении специалистами органа, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, нарушений, требующих прекращения эксплуатации ИИИ, орган выдает санитарно-эпидемиологическое заключение о несоответствии условий труда с ИИИ санитарным правилам. Работа с ИИИ без санитарно-эпидемиологического заключения не допускается.
   2. Производство, проектирование, размещение, техническое обслуживание (монтаж, наладка и радиационный контроль), а также проектирование и изготовление средств радиационной защиты, применяемых в лучевой и радионуклидной терапии, брахитерапии, осуществляются организациями, имеющими лицензии на данный вид деятельности с ИИИ.
   3. Оценка действующей системы обеспечения радиационной безопасности в подразделениях лучевой терапии базируется на основных показателях, предусмотренных Федеральным законом "О радиационной безопасности населения":
   * характеристика возможного и реального радиоактивного загрязнения окружающей среды;
   * анализ обеспечения мероприятий по радиационной безопасности и выполнение санитарных правил в области радиационной безопасности;
   * вероятность возникновения радиационных аварий и их возможных последствий;
   * степень готовности учреждения к ликвидации радиационных аварий и их последствий;
   * анализ доз облучения, получаемых персоналом и отдельными группами населения за счет облучения при нормальной работе подразделений;
   * количество лиц, подвергшихся облучению выше установленных пределов доз.
   1. Все вышеперечисленные показатели указываются в радиационно-гигиеническом паспорте организации, заполняемом в установленном порядке и характеризующем уровень обеспечения радиационной безопасности в данной организации.
3. **Требования к размещению производственных помещений для лучевой терапии**
   1. При выборе мест размещения помещений для подразделений лучевой терапии следует руководствоваться требованиями санитарных правил к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность.
   2. Размещение этих помещений или радиологического корпуса согласовывается с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор. Проектирование, строительство новых и реконструкцию действующих радиологических корпусов, помещений для подразделений лучевой терапии должны выполнять организации, имеющие соответствующие лицензии на проведение данных работ.
   3. Запрещается размещать кабинеты для дистанционного и контактного терапевтического облучения в жилых и общественных зданиях.
   4. Вновь строящиеся отделения и кабинеты дистанционной лучевой терапии должны размещаться в отдельно стоящем радиологическом корпусе, пристройке или отдельном крыле здания медицинской организации.
   5. Состав и площади помещений вновь строящихся и реконструируемых кабинетов и отделений, требования к вентиляции, отоплению и освещению помещений должны соответствовать требованиям санитарных правил.
   6. Основными принципами планировочно-функционального расположения помещений кабинетов и отделений должны быть:
   * сосредоточение помещений, в которых проводятся работы с радионуклидными ИИИ, в одном блоке;
   * расположение пультов управления радиационно-терапевтических аппаратов в отдельных помещениях;
   * возможность организации механизированного транспортирования радионуклидных источников к рабочим местам и автоматизации процесса подготовки радионуклидных источников к эксплуатации.
   1. Помещения для гамма-терапевтических аппаратов дистанционного облучения, требующие усиленных нижних перекрытий или фундамента, как правило, располагаются на первом или цокольном этажах, либо в подвальном помещении (ниже уровня земли).
   2. Рекомендуемый состав помещений для дистанционного гамма-терапевтического облучения:
      1. Помещения для ожидания больными своей очереди на облучение и на остальные технологические процедуры лучевой терапии. Они должны быть изолированы от других помещений медицинской организации аналогичного назначения, где пациенты ожидают своей очереди на проведение диагностических, лечебных и других процедур, не относящихся к лучевой терапии. Площадь помещения для ожидания на облучение рекомендуется предусматривать из расчета 12 пациентов на 1 радиационно-терапевтический аппарат, а для больных, ожидающих своей очереди в кабинет врача-радиолога (радиационного онколога) - 8 пациентов на 1 врача. Площадь проектируемых помещений для ожидания должна обеспечивать также размещение и свободный провоз в каньон аппарата каталок с больными.
      2. Кабинет для размещения рентгеновского симулятора или компьютерного симулятора-томографа. Их габаритные размеры должны обеспечивать беспрепятственное и безопасное для больного и персонала перемещение всех подвижных частей, в том числе и до их крайних положений. Здесь же следует предусмотреть выделенное место или отдельное помещение для хранения средств иммобилизации и формирующих блоков.
      3. Кабинет дозиметрического планирования должен быть размещен поблизости от кабинета с симулятором, но они могут быть несмежными. Рекомендуется оба кабинета связать коммуникационными линиями локальной компьютерной сети с целью передачи топометрической информации для дозиметрического планирования. Площадь кабинета должна обеспечивать размещение нескольких рабочих мест (в зависимости от кадрового обеспечения), оборудованных компьютерами и периферийными устройствами к ним.
      4. Кабинет для изготовления средств формирования пучка излучения и индивидуальных средств иммобилизации больного. Размеры кабинета должны обеспечивать свободное размещение оборудования для разметки, отливки, резки и монтажа формирующих блоков и индивидуальных средств иммобилизации, а также рабочего стола для их подгонки к антропометрическим данным пациента. Необходимо предусмотреть выделенное место или отдельную кладовую для хранения расходных материалов и использованных блоков и иммобилизаторов.
      5. Один или несколько кабинетов должны быть выделены для размещения средств модификации радиочувствительности облучаемых патологических тканей.
      6. Кабинет для терапевтического облучения, т.е. каньон гамма-терапевтического аппарата. Размеры каньона (площадь и высота) должны обеспечивать беспрепятственное и безопасное для пациента и персонала перемещение всех подвижных частей аппарата, в том числе и до их крайних положений. Кроме того, размеры каньона должны обеспечивать возможность облучения всего тела пациента, находящегося в положении стоя. Проход в каньон из помещения для ожидания должен быть удобным как для перемещения персонала и пациента, расположенного на каталке, так и для перевозки и монтажа оборудования. При невозможности выполнения последнего из этих требований следует предусмотреть наличие в радиационной защите монтажного проема с размерами, которые несколько превышают соответствующие габариты устанавливаемого в каньоне оборудования; после выполнения монтажа проем должен быть заложен защитными блоками. Их совокупность должна обеспечивать такую же кратность ослабления излучения, как и остальная часть стены вне проема.
      7. Пультовая для размещения системы управления облучением, как правило, является смежной с каньоном аппарата. Размеры пультовой должны обеспечивать рациональное размещение пульта управления, устройств телевизионного наблюдения за пациентом, контроля продолжительности облучения, двусторонней аудиосвязи, электронной портальной визуализации и всех остальных систем компьютерного управления процессом облучения. Если каньон и пультовая являются смежными, то конфигурация и размеры пультовой должны обеспечивать удобный подход и подвоз каталки с больным к входной двери каньона.
   3. Все помещения блока контактного терапевтического облучения с низкой мощностью дозы (LDR) должны находиться рядом друг с другом, чтобы минимизировать расстояния транспортирования как больных, так и источников излучения. Должна быть исключена необходимость транспортирования больных с введенными в организм ЗРнИ. Рекомендуемый состав помещений для контактного гамма-терапевтического облучения с низкой мощностью дозы следующий.
      1. Кабинет-хранилище для хранения источников и для подготовки их к введению в тело пациента. В нем должен находиться защитный сейф для хранения источников, снабженный надежным замком и схемой размещения источников во внутреннем пространстве сейфа. Площадь помещения должна быть достаточной для обеспечения всех процедур получения источников, их хранения, подготовки к облучению, калибровки и возвращения источников в сейф после завершения терапевтических процедур, а также для их выдержки на распад после истечения срока эксплуатации. Выдержка на распад может также производиться и при перемещении отработавших источников в специальное хранилище радиоактивных отходов с рассчитываемой при проектировании радиационной защитой. Хранилище радионуклидных источников должно быть смежным с помещением для приемки источников излучения или должно быть связано с этим помещением отдельным лифтом, транспортером или другими транспортными средствами, имеющими соответствующую радиационную защиту.
      2. Кабинет-операционная. В нем производится введение эндостатов и аппликаторов в тело больного и осуществляется контроль правильности расположения катетеров, эндостатов и аппликаторов с помощью рентгеноскопического аппарата и (или) ультразвукового сканера, установленного здесь же. Аппарат также должен обеспечивать возможность многопроекционной визуализации для дозиметрического планирования облучения. Здесь же должно быть размещено оборудование для: анестезии, хранения и стерилизации зондов, катетеров, эндостатов и т.п. Необходимо предусмотреть раковину для промывки аппликаторов и эндостатов с защитной сеткой для предотвращения потери источника при промывании, оборудованную системой водоотведения.
      3. Кабинет дозиметрического планирования должен быть поблизости от операционной, но не обязательно смежным с ней. Его площадь должна быть достаточной для размещения компьютерного оборудования и устройств оцифровки изображений на такое количество рабочих мест, которое необходимо для обеспечения бесперебойной работы блока низкодозового контактного облучения.
      4. Палаты для пациентов, куда больные доставляются после введения эндостатов с источниками для достаточно продолжительного контактного облучения, рекомендуется проектировать одноместными. В палатах должно быть установлено все необходимое оборудование для надежной и безопасной эксплуатации используемых для контактного облучения источников, в том числе контейнер для их аварийного удаления, радиационный монитор с устройством бесперебойного электропитания и т.д.
   4. В блоке контактного облучения с высокой мощностью дозы (HDR) рекомендуется проектировать такие же помещения, как и для блока с низкой мощностью дозы: операционную, радиографическую, помещение дозиметрического планирования и лечебный кабинет. Дополнительно вводится помещение пультовой.
      1. Все вышеперечисленные помещения должны быть расположены поблизости друг от друга, чтобы обеспечивать максимальную пропускную способность и одновременно выполнять все необходимые требования по обеспечению радиационной безопасности. Допустимы следующие комбинации помещений:
   * объединение операционной, радиографической и лечебного кабинета в одном и том же помещении - положение эндостата контролируется сразу же после его введения, исключается транспортирование пациента из одного кабинета в другой, но снижается пропускная способность;
   * объединение только операционной и радиографической - пропускная способность при этом возрастает;
   * все три кабинета раздельные, но должны быть расположены рядом друг с другом, чтобы исключить возможность смещения уже введенного эндостата внутри тела пациента в процессе его транспортирования из кабинета в кабинет.
     1. Требования к операционной и кабинету дозиметрического планирования такие же, как в блоке низкодозового контактного облучения. При большом потоке больных целесообразно иметь также дополнительную операционную для амбулаторных больных, которым не требуется анестезия для размещения катетера или аппликатора, в связи с чем все хирургические манипуляции производятся по упрощенной схеме. Здесь же следует установить рентгеноскопический аппарат для оперативного контроля положения эндостата и коррекции этого положения в случае необходимости, а также для двухпроекционной рентгенографии или рентгеностереосъемки для дозиметрического планирования.
     2. Пультовая должна находиться рядом с лечебным кабинетом. Пультовая и лечебный кабинет должны быть оснащены замкнутой телевизионной системой наблюдения за больным и двусторонним переговорным устройством, негатоскопом для просмотра рентгенограмм и КТ-изображений. Необходимо также оборудование для аварийного удаления источника из тела больного в контейнер временного хранения в безопасном положении, если только источник нельзя извлечь в штатном режиме.

**VI. Требования к радиационной защите производственных помещений**

* 1. Радиационная защита производственных помещений в подразделении лучевой терапии должна рассчитываться и проектироваться специализированной проектной организацией, обладающей соответствующей лицензией на проведение данных работ. Конфигурация, материал и толщина защиты должны обеспечивать непревышение установленных в НРБ-99/2020 основных пределов дозы для персонала и населения.
  2. В помещениях кабинетов, в которых пол расположен непосредственно над грунтом, защита от излучения в этом направлении не предусматривается.
  3. В помещениях кабинетов лучевой терапии, потолок которых находится непосредственно под крышей, защита верхнего перекрытия определяется при проектировании с учетом продолжительности возможного пребывания персонала на крыше во время сеансов облучения, а также с учетом непревышения допустимых уровней излучения в остальных помещениях радиологического корпуса, на прилегающей территории и в соседних зданиях (с учетом возможности последующей застройки). Расчет защиты должен проводиться на прямой пучок излучения и излучения, рассеянного в материале перекрытия и в воздухе.
  4. В каньонах для размещения гамма-терапевтических аппаратов дистанционного и контактного облучения не должно быть оконных проемов.
  5. Вход в процедурные помещения аппаратов лучевой терапии должен быть выполнен в виде защитного лабиринта не менее чем с одним коленом.
  6. Все проемы, коммуникационные и технологические каналы в радиационной защите должны быть спроектированы и изготовлены таким образом, чтобы эффективность защиты в местах их расположения была не ниже расчетной для остальной защиты.
  7. Защитные смотровые окна в кабинетах предлучевой подготовки должны располагаться вне прямого пучка излучения при всех возможных положениях источника.
  8. Расчет радиационной защиты кабинетов для предлучевой подготовки, оснащенных рентгеновскими симуляторами или симуляторами-томографами, должен проводиться согласно требованиям действующего законодательства.
  9. Стены хранилища блока контактного облучения с низкой мощностью дозы в дополнительной радиационной защите не нуждаются, т.к. при правильном хранении в защитном сейфе радионуклидных источников низкой активности обеспечивается необходимый уровень РБ персонала.
  10. При проектировании или наличии двухместных палат для размещения больных с веденными в тело ЗРнИ низкой мощности дозы, в непосредственной близости от каждой кровати могут быть установлены радиационно-защитные барьеры. Решение об установке барьеров, их конфигурации, материале и толщине принимается при проектировании на основе принципа оптимизации облучения с учетом необходимости обеспечить снижение облучения каждого больного от другого пациента в той же палате.
  11. При проектировании радиационной защиты кабинетов контактного облучения с высокой мощностью дозы такой расчет выполняется исходя из геометрии расположения источников в своих крайних положениях, определяемых конструкцией гамма-терапевтического аппарата и его расположением в кабинете. При этом следует учитывать, что в отличие от дистанционных аппаратов при контактном облучении с высокой мощностью дозы источник жестко не фиксируется и не коллимируется, в связи с чем расчет толщины стен и потолка должен выполняться по исходному нерассеянному излучению источника, т.е. как для первичных радиационно-защитных барьеров.
  12. Мощность дозы от гамма-терапевтических аппаратов с закрытыми ИИИ не должна превышать 20 мкЗв/ч на расстоянии 1 м от поверхности защитного блока с источником, находящимся в положении "хранение".
  13. Стационарные средства радиационной защиты (стены, пол, потолок, защитные двери и др.) должны обеспечивать ослабление излучения до уровня, при котором не будет превышен предел дозы (ПД) для соответствующей категории облучаемых лиц.

Расчет радиационной защиты основан на определении кратности ослабления (К) мощности эквивалентной дозы излучения в данной точке в отсутствии защиты до значения проектной мощности дозы:

,

где Ḣ - средняя за смену мощность дозы в данной точке без защиты, мкЗв/ч:

а) для гамма-терапевтических аппаратов дистанционного облучения:

,

б) для гамма-терапевтических аппаратов контактного облучения:

где:

W - рабочая нагрузка, т.е. суммарная доза облучения пациентов

за неделю, Гр/нед.;

r - расстояние от источника до изоцентра, м;

R - расстояние от источника до расчетной точки, м;

106 - коэффициент перевода Гр в мкЗв;

Тнед - продолжительность работы в неделю, для односменной работы отделения Тнед = 30 ч, для двухсменной работы Тнед = 60 ч;

Ḣ1 - мощность дозы на расстоянии 1 м от источника, мкЗв/ч;

Коб - доля продолжительности облучения от общей продолжительности работы;

Ḣпр - проектная мощность дозы, мкЗв/ч.

Величина рабочей нагрузки и доли продолжительности облучения указывается в техническом задании на разработку проекта отделения лучевой терапии.

Значения проектной мощности эквивалентной дозы рассчитываются исходя из основных пределов доз для соответствующих категорий облучаемых лиц и возможной продолжительности их пребывания в помещениях различного назначения или на территории по формуле:

где:

0,5 - коэффициент, учитывающий коэффициент запаса, равный 2, вводимый при проектировании защиты;

103 - коэффициент перевода мЗв в мкЗв;

ПД - предел дозы для соответствующей категории лиц по НРБ-99/2020;

tс - стандартизированная продолжительность работы на аппарате лучевой терапии в течение года при односменной работе персонала группы A, tс = 1500 ч/год (30-часовая рабочая неделя);

n - коэффициент сменности, учитывающий возможность двухсменной работы на аппарате лучевой терапии и связанную с ней продолжительность облучения персонала группы Б, пациентов и населения, tр = tс х n;

Т - коэффициент занятости помещения, учитывающий максимально возможную продолжительность нахождения людей в зоне облучения.

* 1. Планировка помещений подразделения лучевой терапии, конструкция стационарных защитных ограждений и перекрытий должны обеспечивать снижение уровней мощностей доз на рабочих местах персонала, в смежных помещениях и на территории, прилегающей к наружным стенам здания, где размещается отделение лучевой терапии, до значений, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

ДОПУСТИМАЯ МОЩНОСТЬ ДОЗЫ Нпр, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТАЦИОНАРНОЙ ЗАЩИТЫ, РАССЧИТАННАЯ ИСХОДЯ ИЗ ЗНАЧЕНИЙ ОСНОВНЫХ ПРЕДЕЛОВ ДОЗ ПД, ПАРАМЕТРОВ Т, n, tр , ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Помещение, территория | Ḣпр, мкЗв/ч | Т, отн. ед. | N, отн. ед. | tp, ч/год | ПД, мЗв/год |
| Помещения постоянного пребывания персонала группы А (все помещения входящие в состав отделений лучевой терапии) | 6,0 | 1 | 1 | 1000 | 20 |
| Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с отделениями, кабинетами лучевой терапии, в размещены постоянные рабочие места персонала группы Б | 1,2 | 1 | 1,2 | 2000 | 5 |
| Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с отделениями, кабинетами лучевой терапии, без постоянных рабочих мест (холл, гардероб, лестничная площадка, коридор, комната отдыха, уборная, кладовая, архив и др.) | 5 | 0,25 | 1,2 | 2000 | 5 |
| Помещения эпизодического пребывания персонала группы Б (технический этаж, подвал, чердак и др.) | 20 | 0,06 | 2 | 2000 | 5 |
| Палаты стационара (нерадиологические), смежные по вертикали и горизонтали с отделениями, кабинетами лучевой терапии | 0,6 | 0,25 | 2 | 3000 | 1 |
| Территория, прилегающая к наружным стенам отделений, кабинетов лучевой терапии | 1,2 | 0,12 | 2 | 3000 | 1 |

1. **Требования к техническому оснащению и организации работ в подразделениях лучевой терапии**
   1. В помещениях, в которых находятся источники излучения, запрещается проводить работы, не связанные с их применением, и размещать оборудование, не предусмотренное для выполнения запланированных технологических процессов.
   2. В кабинетах и отделениях лучевой терапии должна быть установлена автономная приточно-вытяжная вентиляция.
      1. Рециркуляция воздуха в рабочих помещениях запрещена.
      2. Температура и влажность воздуха должны быть стабильными и находиться в следующих пределах:
   * температура 20 - 25 °С;
   * относительная влажность 30 - 75%.

Для исключения сквозняков необходимо ограничить изменения характеристик воздуха, связанных с вентиляционной системой:

* + по температуре - до 1 °С/мин.;
  + по давлению - до 10 гПа/мин.
    1. Устройства забора воздуха из атмосферы должны быть расположены на расстоянии не менее 15 м по горизонтали от устройств выброса воздуха из производственных помещений.
    2. Устройства управления системой вентиляции должны располагаться вне каньонов гамма-терапевтических аппаратов.
  1. Водоснабжение и канализация в помещениях подразделения лучевой терапии должны соответствовать требованиям НРБ-99/2020, ОСПОРБ-99/2020.
  2. Отопление помещений подразделения лучевой терапии должно быть водяным или воздушным.
  3. Электроснабжение и заземление в кабинетах и отделениях лучевой терапии должно удовлетворять требованиям действующих правил устройства электрооборудования.
     1. Запрещается использовать линии водоснабжения, канализации и отопления для заземления электрооборудования.
     2. Зануление аппаратов не допускается.
     3. В кабинетах лучевой терапии должны быть установлены стационарные штепсельные розетки для подключения измерительных приборов, видеоконтрольных и переговорных устройств, а также электроинструментов для технического обслуживания.
     4. Каждый гамма-терапевтический аппарат должен быть присоединен к сети электроснабжения через силовой распределительный щит, доступ к которому должен быть удобным и безопасным.
     5. Для отключения электропитания от аппарата и других устройств, находящихся в каньоне и пультовой, должны быть предусмотрены аварийные выключатели. Они должны быть четко различимы, легко доступны и защищены от случайного срабатывания и автоматического возврата в рабочее положение.
     6. Аварийные выключатели должны быть установлены вне зоны действия первичного пучка излучения на внутренней стороне стены процедурной таким образом, чтобы персоналу был обеспечен легкий доступ к аварийным выключателям:
  + на пульте управления или вблизи него, или у двери в каньон, или на стене возле ввода электропитания в аппарат;
  + в плохо просматриваемых местах процедурной, где случайно могут оставаться люди, не замеченные персоналом в момент начала лечебной процедуры.
    1. В кабинетах дистанционной гамма-терапии и других помещениях, где ведутся работы с применением лазерных оптических центраторов, должно быть предусмотрено искусственное освещение пониженного уровня в пределах 5 - 20 лк.
    2. В каньонах и пультовых подразделениях лучевой терапии должно быть предусмотрено аварийное освещение от автономного источника аварийного электроснабжения.
  1. Входная дверь в каньон предусматривает:
  + легкость открывания и закрывания;
  + непревышение установленных пределов дозы профессионального облучения персонала, находящегося в пультовой. При этом в большей степени непревышение установленных пределов доз обеспечивается конфигурацией защитного лабиринта в каньоне и, в меньшей степени, конструкцией самой двери;
  + наличие на двери хорошо различимого знака радиационной опасности установленной формы;
  + свободное открывание двери с любой стороны во избежание возможного возникновения аварийной ситуации в каньоне в ходе сеанса облучения, а также аварийного облучения лиц из персонала;
  + возможность в любой момент открыть дверь вручную с любой стороны, независимо от наличия или отсутствия питания приводного механизма, если защитная дверь является частью системы биологической защиты и в ней применен электрический, гидравлический или иной механизированный привод.
  1. На входе в каньон устанавливается система блокировки. Изготовитель гамма-терапевтического аппарата предоставляет пользователю монтажные схемы соединения блокировок с аппаратом, установленным в каньоне.
     1. Система блокировки предусматривает:
  + отключение и блокировку режима облучения на аппарате при открытой двери, а также при отказе системы блокировки;
  + перекрывание пучка излучения или возвращение радионуклидного источника из радиационной головки гамма-терапевтического аппарата в камеру-хранилище при открывании входной двери каньона, при изменении параметров облучения, выходящих за пределы установленных для данного сеанса облучения, выключении электроснабжения и возникновении опасности нанесения пациенту травм подвижными частями аппарата;
  + повторное включение пучка должно выполняться только при закрывании двери и активации пусковой кнопки на управляющем пульте;
  + надежное гарантирование от сбоев и отказов в работе.
    1. В каньоне устанавливается как минимум одна красная кнопка аварийного выключения аппарата двери, причем удобный доступ к кнопке персонала предусматривается без необходимости пересечения первичного пучка излучения при любых положениях радиационной головки аппарата относительно облучаемого пациента. Кроме того, красная кнопка аварийного выключения аппарата устанавливается на пульте управления аппаратом.
    2. Механическая, электромеханическая или иная блокировка открывания двери, а также установка любых запорных устройств на входной двери в каньон не допускается.
  1. Система сигнализации должна обеспечивать персонал световой, звуковой и визуальной информацией о положении радионуклидного источника гамма-терапевтического аппарата.
     1. Во время работы гамма-терапевтического аппарата на пульте управления, над входом в процедурное помещение, в защитном лабиринте и в каньоне должны гореть предупреждающие световые сигналы:
  + зеленый свет сигнализирует о положении хранения источника в защитной камере аппарата;
  + желтый свет сигнализирует о предстоящем включении излучения;
  + красный свет сигнализирует о наличии источника в рабочем положении в радиационной головке аппарата.
    1. Световая сигнализация должна быть размещена в поле зрения персонала и пациента.
    2. Звуковая сигнализация может информировать:
  + о предстоящем включении режима дистанционного облучения (работает одновременно с сигналом желтого света);
  + о начале дистанционного терапевтического облучения (срабатывает при включении сигнала красного цвета);
  + о несанкционированном выходе из "активной" палаты пациента с введенным в его тело радионуклидным источником для контактного терапевтического облучения.
    1. Визуальная информация должна быть обеспечена установкой предупредительных и запрещающих знаков, в т.ч. знаков: "Радиационная опасность", "Не входить", "Не включать! Работают люди" и др. Знаки должны быть однозначно читаемыми и доступными для восприятия персоналом и пациентами.
  1. Проверка систем блокировок и сигнализации производится в соответствии с установленными протоколами контроля качества гамма-терапевтических аппаратов. Неисправности систем блокировок и сигнализации должны фиксироваться в рабочем журнале оператора и своевременно устраняться.
  2. В каньоне для дистанционного терапевтического облучения устанавливаются:
  + устройства для настенного прикрепления систем лазерной центрации пучка на изоцентр поля облучения;
  + устройства видеонаблюдения за больным без "мертвых" зон всего пространства каньона;
  + устройства двусторонней аудиосвязи между больным и оператором, проводящим облучение;
  + радиационный монитор для выдачи сигнала о превышении заданного уровня мощности дозы на световую и звуковую сигнализацию; монитор должен быть снабжен источником бесперебойного электропитания, причем световой и звуковой сигналы должны быть ясно различимыми уже при входе в защитный лабиринт;
  + устройство плавного или ступенчатого регулирования уровня освещенности;
  + автономная система аварийного освещения. Допустимо использование системы аварийного освещения в качестве одного из уровней ступенчатого регулирования уровня освещенности.
  1. Оснащение блока контактного терапевтического облучения с высокой мощностью дозы предусматривает:
  + оснащение пультовой и каньона замкнутой телевизионной системой наблюдения за больным и двусторонним переговорным устройством;
  + установку оборудования для аварийного удаления источника из тела больного в контейнер временного хранения в безопасном положении, если только источник нельзя извлечь в штатном режиме;
  + установку на входной двери блокировки, которая автоматически возвращает источник в контейнер-хранилище аппарата при несанкционированном открывании входной двери, а также светового индикатора наличия облучения типа "Идет облучение - выключено";
  + на наружной поверхности двери маркировку со знаком радиационной опасности, указанием типа радионуклида и его номинальной активности;
  + установка в каньоне монитора излучения с источником бесперебойного электропитания для выдачи сигнала о превышении заданного уровня мощности дозы на световую и звуковую сигнализацию;
  + в пультовой могут быть установлены негатоскоп для просмотра рентгенограмм, а также видеотерминал для просмотра компьютерно-томографических, ультразвуковых и других медицинских изображений.
  1. При проведении облучения пациентов не допускается проведение операций, не предусмотренных установленным технологическим процессом, если эти действия не направлены на принятие мер по предотвращению аварий и других нештатных ситуаций, угрожающих жизни и здоровью пациентов и персонала.
  2. Работы с радионуклидными источниками излучения при ручных методах их введения в тело пациента должны проводиться с применением защитно-технологического оборудования и дистанционного инструментария.
  3. Работы при подготовке и проведении терапевтического облучения, связанные с подниманием частей оборудования массой свыше 20 кг, должны проводиться с применением средств механизации. Усилие установки съемных устройств и принадлежностей должно быть не более 100 Н, при этом максимальная высота подъема съемных устройств вручную должна быть не более 1,5 м.
  4. Облучение должно осуществляться только при полностью закрытой входной двери каньона, что контролируется системами блокировки двери. Во время сеанса облучения в каньоне или "активной" палате должен находиться только пациент, доступ в них других лиц запрещен.
  5. Вспомогательные устройства и принадлежности гамма-терапевтических аппаратов (формирующие блоки, фильтры, устройства иммобилизации, эндостаты и т.п.) должны быть размещены так, чтобы был обеспечен удобный подход к ним, их перемещение к пациенту и возвращение обратно. Не допускается наличие открытых свинцовых и свинецсодержащих поверхностей.
  6. Оборудование, инструменты и мебель должны быть закреплены за соответствующими помещениями и промаркированы.
  7. Рабочие места в помещениях подразделения лучевой терапии должны быть организованы так, чтобы при проведении радиационно-опасных операций технологических процессов обеспечивалось минимально возможное облучение персонала с постоянным визуальным и (или) инструментальным контролем положения источников излучения.
  8. Размещение рабочего места оператора гамма-терапевтического аппарата в пультовой рекомендуется сделать таким, чтобы обеспечивать постоянное нахождение в поле зрения оператора входной двери в каньон и всех сигнальных табло.
  9. Ремонтно-профилактические работы должны проводиться персоналом в составе не менее двух человек, имеющих допуск к таким работам, а при выполнении особо опасных работ - с оформлением наряда-допуска на их проведение. При работах должны использоваться коллективные и индивидуальные средства радиационной защиты, набор которых определяется характером этих работ.
  10. Запрещается пребывание посторонних лиц в помещениях, где проводятся пусконаладочные и ремонтно-профилактические работы, в том числе и лиц из персонала, непосредственно не занятых в этих работах.
  11. Получение, хранение, транспортирование и учет наличия радионуклидных источников в подразделении лучевой терапии должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов.
      1. В подразделении лучевой терапии должны быть обеспечены такие условия получения, хранения, применения, расходования и списания радионуклидных источников, которые исключали бы возможность их бесконтрольного использования.
      2. Транспортирование радионуклидных источников в помещениях подразделения лучевой терапии и на территории медицинской организации должно осуществляться в транспортных защитных контейнерах с соблюдением всех мер общей и радиационной безопасности.
      3. Радионуклидные источники должны храниться в специально оборудованных помещениях, хранилищах, защитных сейфах и контейнерах.
      4. Хранилище источников должно быть оборудовано охранной сигнализацией.
      5. В хранилище должна быть вывешена схема размещения радионуклидных источников.
      6. Общая активность радионуклидных источников, находящихся в хранилище, не должна превышать значения, указанного в санитарно-эпидемиологическом заключении.
      7. Выдача источников излучения из хранилища должна производиться ответственным лицом на основании требования и фиксироваться в специальном приходно-расходном журнале.
      8. Радионуклидные источники, не пригодные к дальнейшему использованию, должны рассматриваться как твердые радиоактивные отходы и своевременно списываться и сдаваться на захоронение.
  12. По окончании эксплуатации оборудование с ИИИ утилизируют в установленном порядке. До момента списания и утилизации установки находятся под контролем и охраной эксплуатирующей организации с назначением сотрудника, ответственного за сохранность ИИИ. Запрещается выбрасывать на общую свалку неиспользуемые медицинские установки, предназначенные для рентгенорадиологических исследований пациентов
  13. При выводе из эксплуатации медицинской установки с радионуклидными ИИИ должны быть предусмотрены мероприятия по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения на всех этапах работы, которые включают:
* подготовку необходимого оборудования для проведения демонтажных работ;
* методы и средства дезактивации демонтируемого оборудования;
* порядок сбора, хранения и утилизации радиоактивных отходов;
* перечень и описание мер радиационной защиты, которые будут применяться во время работ по выводу оборудования из эксплуатации;
* дезактивацию освобожденного оборудования от радионуклидного источника и помещения;
* порядок проведения радиационного контроля;
* оценку ожидаемых индивидуальных доз и коллективных доз облучения персонала и населения.
  1. Радионуклидные источники, используемые в медицинском оборудовании, при выводе из эксплуатации, при возможности, могут быть возвращены поставщику или сданы на временное хранение как радиоактивные отходы в соответствии с требованиями ОСПОРБ-99/2020 в части обращения с радиоактивными отходами. Следует предотвращать распространение неконтролируемого загрязнения на персонал и незагрязненные области. В целях обеспечения радиационной безопасности необходимо иметь комплект защитных средств на случай радиационной аварии.
  2. Работы по выводу из эксплуатации и утилизации установки должны завершаться проведением заключительного радиационного обследования, выполненного аккредитованной лабораторией. Результаты обследования оформляются в виде отчета с приложением протоколов радиационного контроля, доз облучения участников утилизации установки, документов, подтверждающих захоронение радиоактивных отходов и/или передачу ИИИ другой организации.
  3. В отделении лучевой терапии должны быть аттестованы:
  + все радионуклидные источники;
  + все дозиметрические и радиометрические приборы, применяемые для определения активности источников, дозы и мощности дозы;
  + все контрольно-измерительные приборы, встроенные в гамма-терапевтические аппараты;
  + аппаратура, применяемая для проверки состояния систем электропитания, заземления, вентиляции и т.д.

1. **Профилактика и устранение последствий радиационных аварий**
   1. В подразделении лучевой терапии возможно возникновение радиационных аварий, происходящих вследствие:
   * технических погрешностей и сбоев в работе аппаратуры и вспомогательного оборудования (особое внимание необходимо уделять новым аппаратам и/или технологиям, исключая ошибки при калибровке пучка излучения или активности радионуклидных источников);
   * человеческих ошибок при взаимодействии специалистов различного профиля, включая неправильное оформление медицинской и технической документации;
   * ошибочной интерпретации результатов топометрии, считывания показаний контрольных приборов и аварийных пороговых дозиметров, данных дозиметрического планирования, динамического наблюдения за состоянием больного в ходе курса лучевой терапии и т.д.;
   * ошибочного распознавания нештатной ситуации. Поскольку персонал обучен действиям в основном в штатных ситуациях, а нештатные инциденты возникают сравнительно редко, то в ходе развития подобных инцидентов недостаток нужного опыта приводит к усугублению ошибок и, в результате, к радиационной аварии;
   * нерегулярного или небрежного выполнения программ гарантии качества аппаратуры и радиационных технологий;
   * внешних воздействий природного характера (землетрясение, наводнение, смерч, ударная волна и т.д.) и техногенного характера (поражение персонала электрическим током, отключение электричества, пожар, разрывы линий водопровода и канализации и т.д.).
   1. К радиационным авариям в подразделении лучевой терапии относятся:
   * потеря радионуклидного источника излучения;
   * застревание радионуклидного источника в рабочем положении или в подводящих каналах внутри радиационной головки дистанционного гамма-терапевтического аппарата или внутри эндостата при контактном облучении;
   * возникновение радиоактивных загрязнений на различных рабочих поверхностях и на теле больного (или внутри него) вследствие нарушения целости герметической оболочки закрытого радионуклидного источника;
   * подведение к опухоли и окружающим нормальным тканям (особенно критическим по радиочувствительности) поглощенных доз излучения, значительно превосходящих запланированные дозы, в результате ошибок топометрии, дозиметрического планирования, проведения собственно облучения и человеческого фактора;
   * переоблучение персонала, которое является, как правило, результатом нарушений установленных технологий работы с ИИИ, собственной невнимательности или ошибочной интерпретации показаний контрольных приборов, индикаторов и аварийных дозиметров.
   1. К нерадиационным авариям относятся:
   * возгорание (задымление) или пожар в рабочих помещениях подразделения лучевой терапии;
   * несанкционированное действие, акт или несанкционированный доступ в отношении радионуклидных источников и помещений их использования, транспортирования и хранения;
   * нарушение нормального санитарного состояния помещений и оборудования в подразделении лучевой терапии, в т.ч. вследствие протечек водопровода, отопления, хозяйственно-бытовой канализации, но без контакта протекшей воды с радионуклидными источниками;
   * отключение электроснабжения, сбои или неисправности электропитания аппаратуры и оборудования, которые ведут к нарушениям правил электробезопасности для пациентов и персонала, но без нарушения радиационной безопасности людей.
   1. В качестве профилактических мероприятий по предотвращению радиационных аварий (радиационных и нерадиационных происшествий) следует применять:
   * выполнение наиболее важных технологических процедур несколькими специалистами независимо друг от друга, в частности, калибровку пучков излучения должны проводить два различных медицинских физика с последующим сличением результатов измерений, результаты дозиметрического планирования должны обязательно перепроверяться;
   * обучение персонала распознаванию сбоев и технологических ошибок;
   * разработку программ подготовки и методик проведения противоаварийных тренировок персонала для отработки действий в условиях аварии (происшествия) и проведение тренировок; персонал должен быть подготовлен к действиям при авариях (происшествиях) и действиям по ликвидации их последствий;
   * составление подробного описания всех этапов радиационно-терапевтических процедур, включая общение между специалистами различного профиля;
   * письменный анализ всех радиационных аварий и необходимых действий персонала по ликвидации или смягчению их последствий;
   * проверку наличия и регулярный контроль состояния системы пожарной безопасности;
   * регулярную проверку комплектности и исправности гамма-терапевтического аппарата и остального радиационно-технического оборудования;
   * регулярный контроль уровня знаний персонала с официальной последующей аттестацией сотрудников, в том числе по действиям персонала при радиационных авариях, пожарах и задымлении.
   1. В производственных помещениях подразделения лучевой терапии должны быть средства по предупреждению и ликвидации нештатных ситуаций, пожара и радиационных аварий:
   * аварийный комплект для ликвидации последствий радиационных аварий;
   * комплект для оказания первой медицинской помощи;
   * комплект оборудования для ликвидации пожара и задымления (огнетушители, песок, покрывала и т.д.);
   * вывешенная на стене помещения выписка из инструкции по действиям персонала при возникновении радиационных аварий и других нештатных ситуаций.
   1. В состав аварийного комплекта средств для ликвидации последствий радиационных аварий должны входить:
   * комплект защитной одежды, включая хирургические перчатки, пластикатовые бахилы, шапочку и респиратор;
   * средства дезактивации, включая впитывающие материалы для вытирания загрязненных рабочих поверхностей, детергенты и фильтровальную бумагу;
   * инструменты для дистанционного сбора использованных впитывающих материалов и загрязненных предметов;
   * пластикатовые мешки для сбора, временного хранения и удаления твердых радиоактивных отходов;
   * комплект аварийных знаков радиационной опасности на устойчивых штативах, выставляемых у места радиационной аварии;
   * инструкция по дезактивации загрязненных рабочих поверхностей различного типа.
   1. В подразделении лучевой терапии должны быть утвержденные администрацией учреждения инструкции по радиационной безопасности и предупреждению и ликвидации аварий (пожара) и нештатных ситуаций, в которых должны быть отражены следующие положения:
   * прогноз возможных аварийных ситуаций и аварий (пожара) и меры по их предупреждению;
   * прогноз радиационной обстановки в случае возникновения радиационной аварии или другой нештатной ситуации;
   * технологии обнаружения радиационных аварий;
   * действия персонала при радиационной аварии и при других нештатных ситуациях, в том числе и при пожаре;
   * порядок ликвидации последствий радиационных аварий и нештатных ситуаций;
   * порядок информирования о возникновении радиационной аварии, пожара и нештатной ситуации;
   * план мероприятий по защите пациентов и персонала при аварийных ситуациях;
   * ответственность администрации за проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий аварий;
   * показатели ликвидации аварии и завершения аварийной ситуации;
   * план подготовки и обучения персонала действиям при аварийных ситуациях.
   1. Действия персонала при типичных радиационных авариях:
   * потеря контроля или утрата радионуклидного источника - на основе действующей системы инвентаризации и прослеживания траектории его перемещения в подразделении лучевой терапии определить тип и активность пропавшего источника и достоверно установить последнее место его пребывания; поиск источника следует производить совместно со службой радиационной безопасности медицинской организации как визуально, так и с использованием высокочувствительной аппаратуры радиационного контроля;
   * застревание радионуклидного источника в транспортных каналах аппарата - произвести попытку возвращения источника в положение хранения; если повторная попытка вернуть источник в нерабочее положение не приводит к положительному результату, то следует больного немедленно вывести из каньона или вынуть из его тела эндостат с источником, после чего принять меры по устранению последствий радиационной аварии;
   * разгерметизация закрытого радионуклидного источника - после удаления источника из рабочего положения, в том числе из тела больного, необходимо принять меры по дезактивации загрязненных поверхностей, в том числе по дезактивации кожных покровов и слизистых оболочек тела больного, а также по недопущению дальнейшего распространения радиоактивных загрязнений в другие помещения.
2. **Обеспечение радиационной безопасности пациентов**
   1. Терапевтическое облучение проводится только при наличии клинических показаний по назначению лучевого терапевта и с согласия больного.
   2. При проведении терапевтического облучения пациента должны использоваться защитные приспособления для экранирования наиболее радиочувствительных органов от прямого и рассеянного излучений.
   3. При проведении лучевой терапии не допускается облучение частей тела пациента, не предусмотренных при дозиметрическом планировании. Должны быть предприняты все возможные меры по предотвращению возникновения лучевых осложнений у пациента.
   4. Любая лучевая терапия беременных женщин должна проводиться только по жизненным показаниям при минимально возможном облучении плода.
   5. В инструкции по радиационной безопасности должен быть план мероприятий по защите пациента при возникновении аварийной ситуации, предусматривающий срочную эвакуацию пациента, определение полученной им незапланированной дозы облучения, оценку его общего состояния и необходимые медицинские меры по предупреждению возникновения незапланированных лучевых повреждений и реакций.
   6. Обеспечение радиационной безопасности больного при лучевой терапии определяется системой мероприятий, используемой в медицинской организации.
   7. Требования к точности подведения дозы облучения должны определяться в зависимости от цели облучения. К детальному планированию облучения в больших терапевтических дозах, близких к толерантным дозам для нормальных тканей, предъявляются повышенные требования. При этом наибольшая точность необходима при облучении большими дозами мишеней, соседних с критическими по радиочувствительности нормальными тканями. При паллиативном облучении применяются меньшие дозы, и требования по точности дозирования могут быть несколько снижены.
   8. При внешнем облучении дозы облучения в опорных точках при нормальных условиях должны быть измерены с погрешностью не более +/- 3%. Измерения глубинных доз, коэффициентов ослабления клиновидных фильтров и подставок для блоков должны выполняться с погрешностью не более 0,5 - 1,0%. При этом дозиметры для контроля заданной дозы в объеме мишени следует калибровать через определенные интервалы по вторичному эталону, который, в свою очередь, калибруется по национальному или международному первичному эталону.
   9. При внутритканевом или внутриполостном облучении погрешность измерений мощности дозы не должна превышать +/- 5%. Активность следует измерять при получении нового источника. Если имплантируется группа источников небольшой активности, например, при внутритканевом облучении рака предстательной железы гранулами 125I, общую активность нужно знать с погрешностью не более +/- 5%,а активности отдельных источников не должны отличаться более чем на 10%.
   10. При дистанционном облучении больного его укладка на ложе радиационно-терапевтического аппарата должна соответствовать укладке на симуляторе облучения и быть воспроизводимой в последующих сеансах облучения. Больной должен находиться в удобном положении и должен быть в максимально возможной степени неподвижным при облучении. С этой целью следует использовать специальные приспособления для иммобилизации больного, которые могут быть изготовлены в индивидуальном порядке по данным топометрии. Если положение больного изменяется, облучение должно быть немедленно прервано, и позиционирование больного нужно выполнить заново.
   11. Дозы облучения пациента в результате проведения лучевой терапии должны быть внесены в персональный лист учета доз медицинского облучения, который является обязательным приложением к амбулаторной карте пациента.
3. **Обеспечение радиационной безопасности персонала**
   1. К непосредственной работе с источниками излучения должны допускаться лица, отнесенные администрацией к персоналу группы А, в соответствии с допуском к такой работе и со специальной подготовкой, дающей право на работу в отделении лучевой терапии.
   2. К персоналу группы А в подразделениях лучевой терапии относятся все штатные сотрудники, работающие с источниками излучения, включая лиц, осуществляющих радиационный контроль. Перечень этих лиц утверждается администрацией медицинской организации.
   3. Сотрудники учреждения, не работающие с источниками излучения, но находящиеся по условиям труда в сфере воздействия ионизирующих излучений, относятся к персоналу группы Б.
   4. Лица, поступающие на работу, должны проходить предварительный, а персонал группы А - периодические ежегодные медицинские осмотры с обязательным заполнением медицинской документации установленной формы.
   5. При выявлении отклонений в состоянии здоровья персонала, препятствующих продолжению работы с источником излучения, вопрос о временном или постоянном переводе на работу вне контакта с излучением решается администрацией в каждом отдельном случае.
   6. Обучение персонала приемам безопасной работы и проверка знаний техники общей и радиационной безопасности должны проводиться по программам, утвержденным администрацией учреждения.
   7. Персонал группы А отделений лучевой терапии должен проходить инструктаж по технике безопасности:
   * вводный - при поступлении на работу;
   * первичный - на рабочем месте;
   * повторный - не реже одного раза в год;
   * внеплановый - при изменении условий труда, нарушении требований безопасности, несчастных случаях и т.д.
   1. Лица, проходящие стажировку и специализацию в кабинетах и отделениях, должны допускаться к работе с источниками излучений только после прохождения инструктажа по технике безопасности.
   2. Регистрация проведенного инструктажа персонала по технике безопасности должна отражаться в специальном журнале.
   3. При терапевтическом облучении основными мерами по обеспечению радиационной безопасности персонала являются:
   * правильный выбор расположения в радиологическом корпусе каньонов с радиационно-терапевтическими установками, конфигурации и размеров каждого каньона, материала и толщины их защитных стен, геометрии и размеров защитного лабиринта в каньоне;
   * правильная организация технологических процессов предлучевой подготовки и терапевтического облучения больных;
   * предотвращение попадания лиц из персонала в каньон в ходе терапевтического облучения больного, а также регламентных работ по ремонту, наладке, испытаниям и калибровке аппаратуры и оборудования, находящихся в каньоне, когда включен пучок гамма-излучения;
   * предотвращение аварийного облучения в ходе указанных работ при случайном или ошибочном включении пучка излучения;
   * использование известных принципов защиты временем, расстоянием и экранированием при работе с гамма-терапевтическими аппаратами для внутритканевого и внутриполостного облучения;
   * строгое соблюдение правил работы с закрытыми радионуклидными источниками;
   * обеспечение достаточной информацией о радиационной обстановке в производственных помещениях подразделения лучевой терапии;
   * соблюдение непревышения установленных контрольных уровней профессионального облучения персонала;
   * выполнение радиационного контроля уровней внешнего облучения персонала.
   1. В подразделении лучевой терапии должны применяться следующие коллективные средства радиационной защиты:
   * собственная радиационная защита гамма-терапевтических аппаратов;
   * стационарные защитные ограждения (стены, перекрытия, лабиринты и т.п.);
   * радиационно-защитное технологическое оборудование (защитные ширмы, экраны, боксы, сейфы, контейнеры, дистанционный инструментарий);
   * устройства контроля уровней вредных производственных факторов, в том числе и радиационных факторов;
   * различные системы блокировок и сигнализации.
   1. При проведении контактного терапевтического облучения радионуклидными источниками с низкой мощностью дозы должны быть выполнены следующие требования:

* каждый источник должен иметь ясно различимые метки, позволяющие достоверно определить вид радионуклида, активность источника и его инвентарный номер;
* обеспечение жесткого контроля места нахождения источника (хранилище, устройство системы транспортирования или тело больного);
* регулярные проверки (не реже 1 раза в год) каждого источника на наличие поверхностного радиоактивного загрязнения; при обнаружении нефиксированного ("снимаемого") загрязнения свыше 2 кБк следует считать источник негерметичным; немедленно должны быть приняты меры по ремонту или списанию источника, а загрязненные поверхности должны подвергнуться дезактивации;
* в помещениях, смежных с процедурным кабинетом (каньоном), необходим периодический контроль мощности дозы гамма-излучения;
* хранилище источников должно быть обеспечено соответствующими устройствами, позволяющими определить, сколько источников и какие именно из них находятся на хранении в настоящий момент;
* при отсутствии работ с источниками хранилище должно быть постоянно закрыто и находиться под охранной сигнализацией;
* после каждой терапевтической процедуры контактного облучения и удаления источников из тела больного его следует подвергнуть радиационному контролю с помощью переносного измерителя мощности дозы, чтобы убедиться, что внутри тела не осталось ИИИ.
  1. При проведении контактного терапевтического облучения радионуклидными источниками с высокой мощностью дозы по технологии последовательного введения источников (afterloading) должны быть выполнены следующие требования:
* после каждого использования источника необходимо визуально проинспектировать его состояние с использованием установки промышленного телевидения или защитной камеры с просвинцованным стеклом;
* на защитном сейфе, где хранятся такие источники, должна быть ясная схема их размещения внутри сейфа, чтобы нужный источник можно было найти и забрать в минимально короткий интервал;
* для перемещения источников обязательно использовать дистанционные манипуляторы типа шпаговых держателей;
* транспортирование источников из хранилища в каньон производится только в защитных контейнерах на транспортной тележке;
* после удаления из тела больного источники должны быть подвергнуты процедуре стерилизации; т.к. при этом они могут быть повреждены вследствие нагревания, абразивного истирания, химических реакций или механического воздействия, их следует снова визуально проконтролировать;
* окраска поверхности источника должна быть яркой, чтобы его можно было легко найти при потере;
* раковина для слива сточных вод после стерилизации или дезактивации поверхности источника должна быть снабжена защитной решеткой, размеры отверстий на которой меньше минимального габаритного размера источника;
* транспортировочные шланги и их сопряжения с другими элементами конструкции гамма-терапевтического аппарата необходимо регулярно контролировать с целью предотвращения застревания в них источников.

1. **Контроль обеспечения радиационной безопасности**
   1. Контроль радиационной безопасности в кабинетах и отделениях лучевой терапии осуществляется централизованной службой радиационной безопасности медицинской организации (ответственным лицом) или аккредитованной организацией, привлекаемой для проведения инструментального радиационного контроля.
   2. Служба РБ создается с учетом объема и характера работ учреждения. Положение о работе службы радиационной безопасности (ответственного за радиационный контроль лица) утверждается администрацией учреждения.
   3. Объектами радиационного контроля в подразделениях лучевой терапии являются:

* помещения и рабочие места;
* радиационно-защитное, технологическое и медицинское оборудование;
* технологические процессы лучевой терапии.
  1. В зависимости от характера проводимых работ и используемых ИИИ радиационный контроль должен включать:
* индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы А;
* измерение и оценку мощностей доз гамма-излучения на рабочих местах персонала групп А и Б, а также в смежных помещениях и на прилегающей территории;
* контроль возможного радиоактивного загрязнения от закрытых ИИИ (проверка герметичности);
* контроль эффективности средств радиационной защиты, включая защиту радиационной головки аппарата для дистанционной терапии, транспортных и защитных контейнеров, сейфов и др.
  1. План проведения производственного контроля радиационной обстановки определяется для каждого подразделения, согласовывается с органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, и утверждается администрацией учреждения.
  2. План проведения радиационного контроля должен включать объем, периодичность, конкретные точки проведения измерений, указанные на схеме помещений подразделения лучевой терапии. При необходимости (ремонт, реконструкция помещений и оборудования, новые технологии, аварийные ситуации и др.) в план проведения производственного радиационного контроля по согласованию с администрацией учреждения вносятся соответствующие изменения.
  3. Должностные лица, осуществляющие производственный контроль, вправе временно приостанавливать работы с ИИИ при выявлении нарушений настоящих указаний и должностных инструкций в области обеспечения радиационной безопасности до устранения обнаруженных нарушений.
  4. Радиационный контроль должен проводиться как планово, так и выборочно, в том числе при отклонениях от установленного технологического процесса, при наличии подозрений на нарушение ведения работ и при аварийных ситуациях.
  5. При внедрении новых методов, технологий и средств лучевой терапии радиационный контроль должен проводиться ежедневно в течение первых 2 - 3 недель.
  6. Приборы радиационного контроля должны ежегодно подвергаться государственной метрологической поверке.
  7. Дозовые нагрузки на персонал и пациентов должны определяться с учетом особенностей технологических процессов лучевой терапии в соответствии с единой государственной системой контроля и учета индивидуальных доз облучения.
  8. Регистрация доз облучения персонала осуществляется:
* от внешнего облучения - с использованием индивидуальных дозиметров;
* от возможного внутреннего облучения при радиационных авариях с разгерметизацией ЗРнИ - методами прямой радиометрии всего тела или радиометрии проб крови и экскретов in vitro.
  1. Регистрация доз облучения пациентов осуществляется:
* расчетным методом при дозиметрическом планировании терапевтического облучения;
* средствами и методами дозиметрического контроля in vivo.
  1. Для регистрации внешнего облучения персонала используются индивидуальные дозиметры, закрепленные на уровне нагрудного кармана медицинского халата. При работе по технологии метода последовательного введения источников целесообразно использовать два дозиметра - на уровнях нагрудного и нижнего карманов халата.
  2. Администрация учреждения обеспечивает свободное перемещение сотрудников, осуществляющих контроль, по всем контролируемым помещениям (территории). Радиационный контроль проводится в присутствии администрации учреждения или лица, ею уполномоченного.
  3. Результаты всех видов радиационного контроля должны регистрироваться в журнале, в котором приведен план помещений подразделения лучевой терапии с указанием размещения ИИИ и точек измерений.
  4. Результаты индивидуального дозиметрического контроля должны фиксироваться в карточке индивидуального учета, которая хранится в течение 50 лет в учреждении, и копия ее передается в случае перехода сотрудника в другое учреждение. Данные об индивидуальных дозах прикомандированных лиц должны сообщаться по месту постоянной работы.
  5. Результаты радиационного контроля должны сопоставляться со значениями основных пределов доз по НРБ-99/2020 и с контрольными уровнями профессионального облучения. В случае регистрации доз, превышающих контрольные уровни, администрация учреждения обязана проанализировать ситуацию и информировать о превышении соответствующий орган, осуществляющий федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
  6. Рекомендации по измерению и оценке уровней мощности дозы на рабочих местах и смежных помещениях, а также по индивидуальному и групповому дозиметрическому контролю приведены в [Приложении](#bookmark=id.1hmsyys) 3.

**Приложение 1**

**ТРЕБОВАНИЯ, К ПОЛУЧЕНИЮ ИЛИ ПЕРЕОФОРМЛЕНИЮ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ НА УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ** (**РАДИОНУКЛИДНЫМИ**)

Для получения санитарно-эпидемиологического заключения на условия деятельности рентгеновского кабинета представляются следующие документы:

1. Проектная документация на размещение рентгенорадиологического оборудования в изотопной лаборатории.
2. Акты монтажных работ и ввода в эксплуатацию рентгенорадиологического оборудования; лицензия организации, осуществляющей монтаж и ввод в эксплуатацию; акты освидетельствования скрытых работ.
3. Акт санитарно-эпидемиологического обследования.
4. Приказ руководителя организации о назначении ответственных лиц за обеспечение радиационной безопасности, за учет и хранение радиоактивных веществ и отходов, за радиационный контроль.
5. Приказ руководителя организации об отнесении персонала к группе А и Б и допуске к работам с ИИИ.
6. Документы об обучении по вопросам радиационной безопасности лица, ответственного за радиационную безопасность (РБ) и производственный радиационный контроль (ПРК) на специализированных курсах по вопросам радиационной безопасности за последние 5 лет.
7. Документы об обучении по вопросам радиационной безопасности персонала подразделения радионуклидной диагностики, работающего с ИИИ.
8. Результаты медицинского осмотра персонала в специализированной медицинской организации, имеющей лицензию на проведение профосмотров, за последний год и наличие медицинского допуска к работам с ИИИ.
9. Инструкция по РБ при проведении работ с ИИИ, утвержденная администрацией организации.
10. Инструкция по учету и контролю радиоактивных веществ и радиоактивных отходов, утвержденная администрацией организации.
11. Инструкция по действию персонала в аварийных ситуациях, утвержденная администрацией организации и согласованная с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
12. Положение о порядке проведения производственного контроля за радиационной безопасностью, контрольные уровни, карта-схема точек радиационного контроля, согласованные с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
13. Перечень возможных радиационных аварий и план мероприятий по защите персонала при их ликвидации, утвержденный администрацией организации и согласованный с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
14. Документы, подтверждающие организацию индивидуального дозиметрического контроля персонала группы А. Карточки учета индивидуальных доз облучения персонала.
15. Протокол комиссионной проверки знаний персоналом требований РБ.
16. Должностные инструкции сотрудников подразделения.
17. Свидетельства о поверке средств измерения активности и радиационного контроля.
18. Протоколы проверки защитной эффективности средств индивидуальной радиационной защиты, выполненные организацией, аккредитованной в установленном порядке.
19. Результаты испытаний электрической безопасности, выполненные организацией, аккредитованной в установленном порядке
20. Протоколы проверки вентиляции (общей и местной): контроля кратности воздухообмена и других параметров нерадиационных факторов в рентгеновском кабинете (параметров микроклимата, освещенности и др.), выполненные аккредитованной лабораторией.
21. Техническая документация на оборудование (шкафы, сейфы, аппаратуру и т.д.).
22. Перечень методик работ с ИИИ.
23. Перечень используемых радионуклидов, активности на рабочих местах в помещениях подразделения, годовое потребление.
24. Паспорта, регистрационные удостоверения на источники от завода-изготовителя, на используемую рентгенорадиологическую аппаратуру.
25. Журналы инструктажа по радиационной безопасности, общего дозиметрического контроля, индивидуального дозиметрического контроля, учёта радиоактивных отходов, учёта РФП и генераторов, журнал введения РФП пациентам.
26. Договор на вывоз радиоактивных отходов, если этого требуют условия работы.

**Приложение 2**

**МЕТОДЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Нормируемые величины, в которых выражены пределы доз профессионального облучения, непосредственно измерить невозможно. Для оценки нормируемых величин используются операционные величины, т.е. физические величины, которые могут быть непосредственно измерены. Использование операционных величин для цели радиационного контроля дает консервативную оценку значений нормируемых величин.

1.2. Операционной величиной внешнего облучения для контроля радиационной обстановки (групповой дозиметрический контроль) международной комиссией по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ) принят амбиентный эквивалент дозы (амбиентная доза) Н\*(d). Это эквивалент дозы, который был бы создан в шаровом тканеэквивалентном фантоме диаметром 30 см на глубине d от его поверхности в направлении падающего излучения. Единицей эквивалента амбиентной дозы является зиверт (Зв). Рекомендуемая единица мощности амбиентного эквивалента дозы мкЗв/ч.

1.3. Операционной величиной внешнего облучения для индивидуального контроля доз облучения человека принят индивидуальный эквивалент дозы H (d) - эквивалент дозы в мягко р биологической ткани, определяемый на глубине d (мм) под рассматриваемой точкой на поверхности плоского фантома или на теле взрослого человека.

1.4. При определении операционных величин значение d принимается равным 10 мм для контроля величины эффективной дозы, 3 мм - для эквивалента дозы облучения хрусталика глаза и 0,07 мм - для эквивалента дозы облучения кожи.

1.5. Соответствие между нормируемыми и операционными величинами при индивидуальном и групповом контроле дано в табл. 1 и [2](file:///C:\Users\vodov\AppData\Documents%20and%20Settings\Admin\Рабочий%20стол\ПЕРЕДЕЛКА%20НОРМАТИВКИ\только%20медицина%20для%20игрищ%20после%20Ильи.docx#Par646).

Таблица 1

СООТВЕТСТВИЕ МЕЖДУ НОРМИРУЕМЫМИ И ОПЕРАЦИОННЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ ПРИ ИНДИВИДУАЛЬНОМ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Нормируемая величина | Операционная величина:  эквивалент индивидуальной дозы - Hp(d) | | |
| положение индивидуального дозиметра (дозиметров) | d, мм | условное обозначение |
| Эффективная доза | В нагрудном кармане спецодежды | 10 | Hp(10) |
| Эквивалентная доза облучения кожи | На поверхности наиболее облучаемого участка кожи | 0,07 | Hp(0,07) |
| Эквивалентная доза облучения хрусталика глаза | На лицевой части головы | 3 | Hp(3) |

Таблица 2

СООТВЕТСТВИЕ МЕЖДУ НОРМИРУЕМЫМИ И ОПЕРАЦИОННЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ ПРИ ГРУППОВОМ (КОЛЛЕКТИВНОМ) ДОЗИМЕТРИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Нормируемая величина | Операционная величина – мощность эквивалента амбиентной дозы | |
| d, мм | Обозначение |
| Мощность эффективной дозы | 10 |  |
| Мощность эквивалентной дозы облучения кожи | 0,07 |  |
| Мощность эквивалентной дозы облучения хрусталика глаза | 3 |  |

2. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

2.1. Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК) проводится для всех лиц, отнесенных приказом по учреждению к группе А персонала подразделения лучевой терапии. ИДК проводит служба РБ учреждения или специализированная организация по договору с администрацией учреждения при наличии соответствующей аккредитации.

2.2. Для определения индивидуального эквивалента дозы Нp (10) необходимо использовать кассеты, где детекторы расположены под слоем из тканеэквивалентного материала толщиной 10 мм. ИДК рекомендуется проводить с помощью термолюминесцентных дозиметров (ТЛД), где в качестве детекторов используются фосфоры из фтористого лития LiF.

Рекомендуемые технические характеристики дозиметров:

- диапазон измерения индивидуального эквивалента дозы Нp(10) 20,0 мкЗв -10,0 Зв;

- диапазон энергии гамма-излучения - 0,15 - 3,00 МэВ.

2.3. Индивидуальные дозиметры (кассета с детектором) закрепляются на наружной поверхности спецодежды, на уровне груди и (или) на нижней части живота. Вопрос о размещении дозиметров решается на основании измерений мощности амбиентной дозы на разных высотах для конкретного рабочего места.

2.4. Медицинский персонал, выполняющий ряд ручных операций с источниками гамма-излучения, должен быть обеспечен дозиметрами для контроля эквивалентных доз облучения кожи пальцев рук и хрусталика глаз. Для этих целей используется ТЛД в кассетах, отвечающих требованиям определения индивидуального эквивалента дозы Нp (0,07) и Нp (3), соответственно. Диапазон измерения индивидуального эквивалента дозы для кожи и хрусталика глаз должен быть 2,0 мЗв - 100,0 Зв.

2.5. Индивидуальные дозиметры необходимо предохранять от температурных воздействий и повышенной влажности, а также от механических повреждений. Запрещается вскрывать кассеты индивидуальных дозиметров. Периодичность ИДК рекомендуется устанавливать не реже 1 раза в квартал.

2.6. Для целей измерения текущих значений индивидуального эквивалента дозы и мощности дозы используют прямопоказывающие электронные дозиметры, т.к. приведенные выше методы ИДК служат для ретроспективной оценки дозы облучения персонала. Современные электронные дозиметры имеют энергонезависимую память, двухстороннюю связь со считывающим устройством либо с портом компьютера, установку порогов по дозе и мощности дозы и другие опции. Такие дозиметры можно использовать для создания в учреждении автоматизированной системы индивидуального дозиметрического контроля. Выпускаемые отечественной промышленностью дозиметры такого типа имеют диапазоны измерений:

- мощность амбиентного эквивалента дозы - 0,1 мкЗв/ч -1,0 Зв/ч;

- индивидуальный эквивалент дозы Нр (10) - 1 мкЗв - 10 Зв.

3. ГРУППОВОЙ (КОЛЛЕКТИВНЫЙ) ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

3.1. Для оценки адиационной обстановки в учреждениях, где используются методы лучевой терапии, необходимо проводить групповой дозиметрическийиконтроль. Целью группового контроля является определение мощности амбиентного эквивалента дозы Ḣ\*(10). По консервативной оценке, т.е. с коэффициентом, равным единице, можно считать, что Н\*(10) соответствует значению мощности эффективной дозы.

3.2. Измерения Ḣ\*(10) проводятся на рабочих местах персонала в помещениях, смежных по вертикали и горизонтали с помещениями, где находятся или ведутся работы с ИИИ. В этих помещениях и на территории учреждения прежде всего определяется мощность дозы от радиационного фона, при этом ИИИ должны находиться в положении "хранение". В дальнейшем значения фона вычитаются из величины измеренной мощности дозы, если компенсация фона не предусмотрена средством измерения.

3.3. В помещениях, где находятся аппараты для дистанционной, внутритканевой и внутриполостной терапии, проводятся измерения мощности амбиентного эквивалента дозы на расстоянии 1 м во всех направлениях от поверхности защитного блока с источником излучения, находящимся в положении "хранение". Измеренное значение Ḣ\*(10) не должно превышать 20 мкЗв/ч.

3.4. Для проведения измерений в помещениях, смежных с каньоном, где находится аппарат для дистанционной гамма-терапии, необходимо использовать тканеэквивалентный (водный) фантом размерами: 300 х 300 х 300 мм. При проведении измерений фантом размещают в изоцентре пучка излучения, при этом устанавливаются максимальные размеры поля облучения с условием, что пучок излучения полностью перекрывается габаритами фантома. При использовании ротационных методов облучения пациентов измерения проводят при углах ротации 0, 90, 180, 270° и более.

3.5. В кабинетах для внутриполостной и внутритканевой терапии при измерениях используют штатные фантомы, входящие в комплект оборудования. При отсутствии штатных фантомов измерения выполняют в процессе проведения лечебной процедуры при нахождении источников в теле пациента.

3.6. В помещениях, смежных с процедурной, измерения мощности амбиентного эквивалента дозы проводятся:

- над процедурной, на высоте 80 см от пола в точках прямоугольной сетки с шагом 1 - 2 м;

- под процедурной, на высоте 120 см от пола в точках прямоугольной сетки с шагом 1 - 2 м;

- по горизонтали на расстоянии 10 см от стены, на высоте 80 - 120 см по всей длине стены с шагом 1 - 2 м.

Измерения проводятся также на стыках защитных ограждений, у дверных проемов и отверстий технологического назначения.

На территории учреждения измерения проводят на расстоянии 10 см от наружной стены помещения процедурной на высоте 80 и 120 см от отмостки здания.

При размещении кабинетов лучевой терапии в пристройке к основному лечебному корпусу необходимо проводить измерения в помещениях основного лечебного корпуса, расположенных в непосредственной близости к процедурной кабинетов лучевой терапии.

3.7. Значение мощности эффективной дозы Е рассчитывается по

формуле:

мкЗв/ч, (1)

где Ḣ 80\*(10), Ḣ 120\*(10) - мощность амбиентного эквивалента 80 120 дозы, измеренная на высоте 80 и 120 см, соответственно.

Значения мощности эффективной дозы, рассчитанные по формуле (1), приводятся к установленной рабочей нагрузке или временному режиму работы аппарата по формулам:

а) для аппаратов контактного облучения:

(2)

б) для аппаратов дистанционного облучения:

(3)

где:

Ėn - мощность эффективной дозы в точке измерения, приведенная к режиму работы аппарата, мкЗв/ч;

Ė - мощность эффективной дозы, рассчитанная по формуле (1),

мкЗв/ч;

tоб - время работы аппарата в режиме облучения за смену, ч;

Тсм - продолжительность смены, Тсм = 6 ч;

Ḣ1 - мощность дозы на 1 м от источника во время облучения, Гр х кв. м/мин.;

W - рабочая нагрузка, суммарная доза облучения пациентов за

неделю, Гр/нед.;

r - расстояние от источника до изоцентра, м;

Тнед - продолжительность работы за неделю, Тнед = 60 ч для двухсменной работы, Тнед = 30 ч для односменной работы;

60 - число минут в 1 ч.

По формуле (2) рассчитываются значения мощности эффективной дозы в помещениях, смежных с хранилищем, радиоманипуляционной, операционной, радиологическими палатами и другими помещениями, где ведутся работы и находятся ИИИ.

В качестве значения tоб принимается реальное время работы с об источником излучения или время нахождения источника в данном помещении.

3.8. На рабочих местах персонала, находящихся в непосредственной близости от источников излучения, при выполнении ряда ручных операций (работа в хранилище, радиоманипуляционной, операционной, радиологической палате и др.) измерения Ḣ\*(10) проводят на трех высотах: 80, 120 и 160 см от уровня пола. При этом за величину мощности эффективной дозы Е принимается максимальное измеренное значение мощности дозы Ḣ\*(10) (i = 80, 120, 160 см).

3.9. Рассчитанные с учетом рабочей нагрузки или временного режима работы аппарата значения мощности эффективной дозы не должны превышать значений допустимой мощности дозы ДМД, представленных в табл. 3.

Таблица 3

**ДОПУСТИМАЯ МОЩНОСТЬ ДОЗЫ ДМД ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ТЕРРИТОРИИ УЧРЕЖДЕНИЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| Помещение, территория | ДМД, мкЗв/ч |
| 1. Помещения постоянного пребывания персонала группы А (все помещения, входящие в состав отделений, кабинетов лучевой терапии) | 12 |
| 2. Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с отделениями, кабинетами лучевой терапии, имеющие постоянные рабочие места персонала группы Б | 2,5 |
| 3. Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с отделениями, кабинетами лучевой терапии, без постоянных рабочих мест (холл, гардероб, лестничная площадка, коридор, комната отдыха, уборная, кладовая и др.) | 10 |
| 4. Помещения эпизодического пребывания персонала группы Б (технический этаж, подвал, чердак и др.) | 40 |
| 5. Палаты стационара (нерадиологические), смежные по вертикали и горизонтали с отделениями, кабинетами лучевой терапии | 1,2 |
| 6. Территория, прилегающая к наружным стенам отделений, кабинетов лучевой терапии | 2,4 |

4. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Для измерений Ḣ\*(10) необходимо использовать переносные измерители мощности дозы, удовлетворяющие следующим требованиям:

- диапазон измерения мощности амбиентного эквивалента дозы Ḣ\*(10) - 0,05 мкЗв/ч - 10,00 Зв/ч;

- энергетический диапазон - 0,015 - 3,000 МэВ;

- предел основной погрешности измерений - не более +/- 20%.

Все используемые средства измерений должны иметь действующее свидетельство о государственной метрологической поверке.

**ГЛАВА 6. Обеспечение радиационной безопасности при внутритканевой лучевой терапии (брахитерапии) методом имплантации закрытых радионуклидных источников**

1. **Область применения**
   1. Настоящий раздел свода санитарно-эпидемиологических правила и нормативов (далее – Правила) устанавливает требования по обеспечению радиационной безопасности пациентов, персонала и населения при проведении внутритканевой лучевой терапии (брахитерапии) злокачественных опухолей различных локализаций методом имплантации закрытых радионуклидных источников.
   2. Правила распространяются на все виды обращения с закрытыми источниками ионизирующего излучения, применяемыми в терапии, а именно на проектирование, реконструкцию, перепрофилирование, размещение, производство, конструирование, реализацию, строительство новых и эксплуатацию действующих кабинетов и отделений брахитерапии и выводе их из эксплуатации, хранение, техническое обслуживание (монтаж, ремонт, наладка и радиационный контроль), транспортирование радионуклидных источников, утилизацию и обращение с радиоактивными отходами, планирование и проведение ядерно-медицинских терапевтических процедур с открытыми и закрытыми радионуклидными источниками. Требования Правил не распространяются на ядерные установки любых типов немедицинского назначения.
   3. Правила обязательны для всех юридических лиц и индивидуальных предпринимателей независимо от их подчиненности и формы собственности, осуществляющих деятельность в области использования генерирующих и радионуклидных ИИИ для медицинских целей (далее – медицинские организации).
   4. Контроль за выполнением настоящих Правил осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
2. **Общие положения**
   1. Обеспечение радиационной безопасности персонала, пациентов и населения при обращении с медицинским оборудованием и проведении брахитерапии основано на практической реализации трех основных принципов радиационной безопасности – нормирования, обоснования и оптимизации в соответствии с НРБ-99/2020 и ОСПОРБ-99/2020.
   2. Принцип нормирования облучения персонала и населения реализуется установлением и соблюдением основных пределов дозы, установленных НРБ-99/2020. Годовые дозы техногенного облучения у персонала групп А и Б и населения не должны превышать соответствующие основные пределы дозы, значения которых приведены в таблице 3.1 НРБ-99/2020.
   3. Пределы годовой дозы у населения (таблица 3.1 НРБ-99/2020) применяются к лицам, находящимся в зоне воздействия излучения при эксплуатации медицинского рентгенорадиологического оборудования (рентгеновских аппаратов, ускорителей, изотопных источников и т.д.), а также подвергающимся облучению от сбросов и выбросов радионуклидов в окружающую среду, от обращения с радиоактивными отходами.
   4. Принцип нормирования не применяется в отношении медицинского облучения пациентов при проведении брахитерапии.
   5. Назначение брахитерапии должно быть обосновано путем сопоставления пользы, которую они приносят пациенту, с радиационным ущербом для здоровья, который может причинить ионизирующее излучение.
   6. Принцип оптимизации радиационной защиты персонала, пациентов и населения при проведении брахитерапии осуществляется путем поддержания доз облучения пациентов на таких низкий уровнях, которые возможно достичь при условии получения необходимого объема и качества терапевтического эффекта с учетом экономических и социальных факторов. Необходимо максимально возможно снижать поглощенную дозу облучения нормальных органов и тканей, окружающих мишень, при обеспечении терапевтически эффективной дозы облучения мишени и исключении высокой вероятности поздних постлучевых повреждений. Оптимизация должна включать выбор наиболее эффективных технологий и режимов работы оборудования для лечения и средств радиационной защиты с соблюдением программы обеспечения качества и радиационной безопасности.
   7. Медицинскими организациями, выполняющими брахитерапию, разрабатываются программы обеспечения качества лечебных процедур в соответствии с пунктом 4.8 ОСПОРБ-99/2020. Программы обеспечения качества должны включать регулярный контроль качества работы оборудования, выполнения медицинских процедур и оптимизацию. Процедуры контроля качества оборудования должны выполняться в установленном порядке в объеме и с периодичностью в соответствии с Приложением 1 Правил.
   8. Организации, осуществляющие брахитерапию, должны иметь:

* специальное разрешение (лицензию) на медицинскую деятельность, в которую внесены следующие виды работ в соответствии с оказываемыми услугами: «радиология», «радиотерапия»;
* лицензии на осуществление деятельности по производству лекарственных средств (в случае производства и поставок РФП в сторонние организации) и осуществление фармацевтической деятельности (в случае изготовления РФП только для собственных нужд), а также на право работ в области использования атомной энергии;
* санитарно-эпидемиологическое заключение органа, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, о соответствии условий деятельности с ИИИ (закрытыми) требованиям Правил. Требования к получению санитарно-эпидемиологического заключения на условия выполнения работы с ИИИ представлены в Приложении 2 к настоящим Правилам;
* санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии зданий, строений, помещений, используемых для осуществления медицинской деятельности с указанием вида медицинских услуг;
* специализированное подразделение терапии, укомплектованное квалифицированными специалистами и оснащенное исправным оборудованием, с заключенным договором на техническое обслуживание.
  1. Санитарно-эпидемиологическое заключение на условия работы с ИИИ действительно на срок не более пяти лет. По истечении срока действия, при изменении условий работы с ИИИ, введении в эксплуатацию других ИИИ, администрация медицинской организации обеспечивает получение нового санитарно-эпидемиологического заключения. При выявлении специалистами органа, осуществляющего федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, нарушений, требующих прекращения эксплуатации ИИИ, орган выдает санитарно-эпидемиологическое заключение о несоответствии условий труда с ИИИ санитарным правилам. Работа с ИИИ без санитарно-эпидемиологического заключения не допускается.
  2. Производство, проектирование, размещение, техническое обслуживание (монтаж, наладка и радиационный контроль), а также проектирование и изготовление средств радиационной защиты, применяемых в брахитерапии, осуществляются организациями, имеющими лицензии на данный вид деятельности с ИИИ.

1. **Характеристика используемых при брахитерапии радионуклидных источников ионизирующего излучения**
   1. Радионуклид 125I распадается путем электронного захвата с испусканием характеристического излучения (49 линий) и гамма-излучения (1 линия) со средней энергией 27,5 кэВ и выходом 0,754 квантов на распад. Период полураспада составляет 60,1 суток. Мощность поглощенной дозы в воздухе на расстоянии 1 м от одного источника активностью 1 МБк равна 0,035 мкГр/ч.
   2. Активность радионуклидных источников 125I, применяемых для брахитерапии, лежит в диапазоне от 7,5 до 62,5 МБк (0,203— 1,689 мКи).
   3. Радионуклид 103Pd распадается путём электронного захвата с испусканием характеристического излучения (40 линий) и гамма-излучения (8 линий) со средней энергией 20,2 кэВ и выходом 0,379 квантов на распад. Период полураспада 17,0 суток. Мощность поглощенной дозы в воздухе на расстоянии 1 м от одного источника активностью 1 МБк равна 0,034 мкГр/ч.
   4. Имплантаты являются закрытыми источниками и поставляются стерильными в защитном пенале или контейнере из нержавеющей стали. При применении имплантаты фиксируются на рассасывающихся нитях. Материал нити после имплантации рассасывается в тканях, капсулы остаются в месте имплантации и не извлекаются из тела пациента впоследствии.
   5. Процедуры брахитерапии выполняются с источниками 125I и 103Pd, допускается использование и других закрытых радионуклидных источников, с учетом развития новых перспективных технологий брахитерапии.
2. **РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ПРОВЕДЕНИЯ БРАХИТЕРАПИИ**
   1. При отсутствии нарушений в установленной технологии брахитерапии возможно воздействие на персонал только внешнего фотонного излучения. При этом следует учитывать незначительную вероятность возникновения нештатных ситуаций, связанных с утерей источника или его разгерметизацией, что может привести к радиоактивному загрязнению рабочих поверхностей, тела и одежды пациента, а также окружающей среды. Сохраняется очень малая вероятность самопроизвольного удаления и выделения источника с мочой у пациента в первые дни после имплантации источника.
   2. С позиций обеспечения радиационной безопасности и необходимости осуществления радиационного контроля изменяющейся радиационной обстановки можно выделить следующие этапы проведения брахитерапии:

* поставка контейнеров с закрытыми радионуклидными источниками в медицинское учреждение, получение и учет источника в приходно-расходном журнале;
* размещение контейнеров с закрытыми источниками в сейфе, расположенном в хранилище источников ионизирующего излучения;
* доставка имплантатов в специальном защитном контейнере в предоперационную, где проводится зарядка игл закрытыми капсулированными источниками;
* зарядка игл и размещение их в матрице специального шаблона или в защитной стойке-штативе;
* перенос шаблона в защитном контейнере или защитной стойке-штативе с заряженными иглами в операционную, где проводится им­ плантация игл;
* подготовка к операции имплантации радионуклидных источников и анестезия пациента;
* имплантация (введение) игл в опухолевый очаг внутри тела пациента под ультразвуковым или компьютерно-томографическим контролем;
* контроль расположения источников методом ультразвуковой визуализации или компьютерной томографии; возможно также проведение рентгеноскопии и (или) рентгенографии;
* извлечение игл из тела пациента;
* измерение мощности дозы на расстоянии 1 м от больного;
* перевод пациента в палату стационара, желательно одноместную;
* пребывание пациента в палате;
* выписка пациента из стационара;
* повторное измерение мощности дозы на расстоянии 1 м от тела выписываемого больного.

1. **ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТ**
   1. Лечебно-профилактическое учреждение, выполняющее контактное облучение закрытыми радионуклидными источниками методом брахитерапии, должно иметь лицензию на право ведения работ с радио­активными материалами, выдаваемую территориальными органами Ростехнадзора, и санитарно-эпидемиологическое заключение на вид деятельности, связанной с обращением источников ионизирующего излучения (закрытых), выдаваемое органами, осуществляющими федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
   2. Работа с радионуклидными источниками излучения разрешается только в помещениях, указанных в санитарно-эпидемиологическом заключении.
   3. Организация работ с использованием имплантатов с закрытыми радионуклидными источниками проводится в соответствии с требованиями ОСПОРБ-99/2020 и настоящих Правил. В наборе помещений необходимо предусмотреть наличие хранилища источников ионизирующего излучения, операционного блока (операционная и предоперационная), оснащенного аппаратурой для ультразвукового исследования и (или) рентгеновским компьютерным томографом, а также пала­ ты, желательно одноместной. Соответствие операционной требованиям, предъявляемым к рентгеноперационным, обязательно только в случае, если планируется использование оборудования под рентгенологическим контролем. Если же контроль рас­положения источников в ткани производится с использованием методов ультразвуковой визуализации, то радиационная защита операционного блока должна отвечать только требованиям Правил.
   4. Наличие, взаимное расположение и оснащение помещений для подготовки и проведения брахитерапии изложены в главе 5 (пп. 3.9, 3.9.1— 3.9.4). Наличие отдельного хранилища твёрдых радиоактивных отходов и отдельного кабинета дозиметрического планирования не обязательно.
   5. При работе с закрытыми радионуклидными источниками излучения специальные требования к отделке помещений не предъявляются.
   6. На оборудовании, контейнерах, упаковках, содержащих радионуклидные источники излучения, а также на дверях помещений, где проводятся работы с ними, должен быть наносится знак радиационной опасности.
   7. Контейнеры с закрытыми радионуклидными источниками поставляются в лечебно-профилактическое учреждение на основании заказа-заявки в транспортном упаковочном комплекте, представляющем собой упаковку типа «А». Транспортный комплект представляет собой охранную тару, в которой размещены защитные пеналы или контейнеры с закрытыми радионуклидными источниками, находящиеся в стерильных мешках или бумажных пакетах. Завод-изготовитель источников должен гарантировать их стерильность и отсутствие поверхностных радиоактивных загрязнений капсул с источниками.
   8. При получении упаковки необходимо проверить ее механическую целостность, в случае ее нарушения вскрывать упаковку запрещается. При нарушении герметичности радионуклидных источников дальнейшие действия должны быть предусмотрены инструкцией по предупреждению аварии и ликвидации их последствий, действующей в учреждении. Если целостность упаковки не нарушена, следует проверить соответствие документации и маркировки данным заказа. Если обнаружено несоответствие, упаковку следует поместить в сейф и известить об этом организацию-поставщика и завод-изготовитель.
   9. Контейнеры с закрытыми радионуклидными источниками должны быть зарегистрированы в приходно-расходном журнале (обязательно указывается название, активность и дата получения). Имплантаты следует учитывать по количеству и номерам серии каждого устройства. Номер серии указан на упаковке устройства и в сертификате.
   10. Контейнеры с закрытыми радионуклидными источниками следует хранить в защитном сейфе, расположенном в хранилище источников ионизирующего излучения.
   11. Перенос контейнеров внутри учреждения осуществляется в защитном контейнере, выполненным из материала с кратностью ослабления фотонного излучения, соответствующей 0,5 мм свинца.
   12. Зарядка игл и размещение их в матрице шаблона, расположенном в защитном контейнере, проводится с помощью пинцета в предоперационной на специально оборудованном столе с небольшими (не менее 0,5 см) бортиками за защитным экраном. Не рекомендуется сдавливать пинцетом шовный материал на участках между капсулами, чтобы не нарушить целостность капсулы. Эта процедура может быть выполнена с помощью специального оборудования (например, станции зарядки игл). Наличие защитного экрана при этом не обязательно. Перед использованием специального оборудования следует тщательно ознакомиться с инструкцией по его применению.
   13. При работе с капсулированными радионуклидными источниками необходимо соблюдать ряд правил:

* запрещается прилагать повышенное усилие к капсуле, так как это может привести к разгерметизации источника;
* разрезать жесткий шовный материал следует с большой осторожностью, чтобы не повредить капсулы;
* отрезанную нить следует поднимать за капсулу при разжимании пинцета;
* не следует поднимать нить, захватив ее за шовный материал, поскольку в этом случае можно повредить саму нить;
  1. На этапе подготовки к имплантации шаблон с заряженными иглами находится в защитном контейнере или же заряженные иглы с закрытыми источниками находятся в защитной стойке-штативе.
  2. После завершения имплантации и перед выпиской пациента из стационара проводится измерение мощности дозы фотонного излучения на расстоянии 1 м от тела пациента.
  3. В историю болезни пациента обязательно заносят следующие данные:
* дату и время проведенной имплантации радионуклидных источников;
* тип, количество и суммарную активность введенных радионуклидных источников;
* суммарную очаговую дозу облучения пациента;
* эффективную дозу облучения пациента (при наличии в программном обеспечении брахитерапии соответствующего расчётного модуля).
  1. В случае смерти пациента с имплантированными источниками излучения во время его пребывания в учреждении, где проводилась брахитерапия, при патологоанатомическом исследовании имплантированные источники извлекаются из тела и передаются на пункт захоронения радиоактивных отходов в установленном порядке. Вскрытие тела умершего и извлечение источников осуществляется под радиационным контролем.
  2. В случае смерти пациента с имплантированными источниками излучения вне лечебного учреждения, патологоанатомическое исследование, захоронение и кремация тела разрешается только после того, как общая остаточная активность в нем или мощность дозы уменьшится до уровня, удовлетворяющего требованиям п. 8.2. В случае смерти пациента, произошедшей через 6 месяцев и более после имплантации источников, никаких требований радиационной безопасности при обращении с телом умершего не предъявляется.

1. **ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА**
   1. К работе с радионуклидными источниками допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний для работы с источниками ионизирующего излучения, отнесенные приказом по учреждению к персоналу группы А.
   2. Перед допуском к работе с источниками излучения персонал должен пройти обучение, инструктаж и проверку знаний по правилам безопасности ведения работ и действующих в организации инструкций.
   3. При проведении брахитерапии должны быть выполнены следующие мероприятия по обеспечению радиационной защиты персонала:

* рабочее место для зарядки игл должно быть оборудовано теневой защитой с прозрачным экраном; наличие теневой защиты обязательно в случае ручной зарядки игл с помощью пинцета; при использовании специального оборудования (например, станции зарядки игл) наличие теневой защиты не обязательно;
* шаблон с заряженными иглами должен быть помещен в защитный контейнер или заряженные иглы должны быть помещены в защитную стойку-штатив;
* стол для зарядки игл необходимо окантовать бортиком высотой 0,5 см;
* необходимо использовать дистанционные инструменты (пинцет, зажимы) или специальное оборудование; перед использованием специального оборудования следует тщательно ознакомиться с инструкцией по его применению;
* персонал, проводящий брахитерапию, должен иметь индивидуальный дозиметр;
* при проведении имплантации следует добиваться максимально возможного снижения дозы за счет увеличения расстояния до источников и уменьшения времени проведения всех технологических операций с радионуклидными источниками, но не в ущерб качеству брахитерапии;
* после окончания имплантации необходимо проводить обязательный радиационный контроль рабочих поверхностей, пола, бачков с больничными отходами, рук, одежды и обуви персонала;
* уборка операционной и удаление отходов допускается только после радиационного контроля;
* при проведении контроля расположения источников в теле пациента методом рентгеноскопии или компьютерной томографии персонал должен использовать рентгенозащитные средства в соответствии с номенклатурой средств радиационной защиты в рентгеновском кабинете.

1. **ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПАЦИЕНТА**
   1. Для пациентов пределы доз терапевтического облучения не устанавливаются, но используется принцип оптимизации, основанный на получении необходимого терапевтического эффекта при минимально возможных уровнях облучения в процессе планирования и проведения радиационного вмешательства.
   2. В целях обеспечения радиационной безопасности других лиц (посетители, другие пациенты, персонал клинических подразделений др.) на протяжении периода нахождения в стационаре пациенту не рекомендуется покидать пределы палаты.
2. **ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ**
   1. Взрослые лица, проживающие вместе с пациентами, прошедшими курс брахитерапии с имплантацией закрытых источников и выпи­ санными из клиники, не должны подвергаться облучению в дозе, превышающей 5 мЗв в год. Для остальных взрослых лиц, а также для детей, контактирующих с пациентами, выписанными из клиники после брахитерапии, предел дозы составляет 1 мЗв в год.
   2. Выписка пациента после брахитерапии с использованием закрытых радионуклидных источников допускается, если введенная или остаточная активность в теле пациента не превышает 4 ГБк, либо если мощность эквивалентной дозы в воздухе на расстоянии 1м от тела пациента не превышает 10 мкЗв/ч.
   3. Перед выпиской пациентам следует дать письменные и устные инструкции относительно мер предосторожности, которые они должны принимать с тем, чтобы защитить от облучения членов семьи и других лиц, с которыми они могут вступать в контакт. Такие же требования предъявляются к режиму амбулаторного лечения пациентов.
   4. После выписки из стационара пациенту рекомендуется пользоваться отдельной постелью, а также ограничивать близкое общение с детьми (держать на коленях) и беременными женщинами в течение полугола с момента имплантации источников. При сохранении половой функции после выписки из стационара первые шесть месяцев необходимо использовать презервативы.
   5. Во избежание утери гранульного радионуклидного источника в домашних условиях пациенту не следует пользоваться общей канализацией в течение 5 дней. В этот период мочевой пузырь опорожняется в резервуар (судно) через слой марли. При обнаружении на марле выделившейся капсулы необходимо поставить в известность медицинский персонал и лечащего врача лечебного учреждения, где проводилась брахитерапия, для оформления заявки на выезд специалиста на дом. Прибывший специалист под радиационным контролем помещает капсулу в защитный контейнер, оформляет акт изъятия радиоактивного истопника возвращает (транспортирует) его в установленном порядке на временное хранение в хранилище источников ионизирующего излучения до решения вопроса о захоронении источника в установленном порядке.
3. **РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ**
   1. В отделении, где проводится брахитерапия, должен осуществляться радиационный контроль, объем и периодичность проведения которого прописывается в плане производственного контроля за радиационной безопасностью в учреждении в соответствии с действующим законодательством.
   2. Для проведения радиационного контроля используются средства дозиметрии и радиометрии гамма и бета-излучения (при необходимости), пригодные для соответствующих измерений с нижней границей диапазона энергии регистрации изучения фотонов не более 15-20 кэВ и погрешностью измерений не более + 20 %. Дозиметрическое оборудование должно быть внесено в государственный реестр средств измерений иметь действующее свидетельство о поверке.
   3. Индивидуальный дозиметрический контроль рекомендуется проводить термолюминесцентными дозиметрами типа DTU-1. ДТЛ-02 и аналогичных им с детекторами на основе фтористого лития (LiF).
   4. Для бета-излучаюших нуклидов результаты измерения загрязнений сопоставляются с допустимыми уровнями загрязнения, установленными НРБ-99/2020.
   5. Для «чистых» гамма-излучающих нуклидов (125I и l03Pd) контроль загрязнения следует проводить путем измерения мощности поглощенной дозы в воздухе на расстоянии 10 см от загрязненной поверхности. При этом для кожи и поверхностей, входящих с ней в контакт, устанавливается контрольный уровень загрязнения, равный 4 мкЗв/ч, а для остальных рабочих поверхностей - 12 мкЗв/ч.
   6. Перед выпиской пациента из стационара проводится контроль мощности дозы на расстоянии 1 м от пациента.
4. **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И ЛИКВИДАЦИЯ НЕШТАТНЫХ (АВАРИЙНЫХ) СИТУАЦИЙ**
   1. При обращении с радионуклидными источниками ионизирующего излучения, имплантируемыми в тело пациента, существует вероятность потери титановых капсул, содержащих радиоактивное вещество источника. Несмотря на то, что капсулы с источником излучения обладают высокой прочностью, при небрежном обращении, при сдавливании или разрезании нити может быть нарушена целостность капсулы, что повлечет высвобождение «свободной» радиоактивности.
   2. В случае нарушения герметичности радионуклидного источника необходимо:

* зону, в которой это произошло, следует изолировать;
* капсулы поместить в защитный контейнер;
* ограничить перемещение персонала с целью исключения распространения радиоактивного загрязнения;
* провести внеочередной радиационный контроль загрязнённых поверхностей в соответствии с п. 9.4 настоящих Правил;
* провести дезактивацию;
* поставить в известность органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
  1. После каждой нештатной ситуации необходимо проводить обязательный радиационный контроль рабочих мест персонала с целью оценки нормализации радиационной обстановки.
  2. Порядок действия персонала при ликвидации нештатных ситуаций должен быть предусмотрен инструкцией по предупреждению и ликвидации радиационных аварий, действующей в подразделениях лучевой терапии медицинского учреждения.

1. **ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ**
   1. При проведении брахитерапии на разных этапах осуществления метода могут образовываться твёрдые радиоактивные отходы, к которым относятся:

* капсулы, не израсходованные при имплантации;
* капсулы, выделившиеся с мочой пациента;
* обнаруженные утерянные капсулы;
* загрязненные радиоактивностью материалы, образовавшиеся в результате разгерметизации капсул.
  1. Во всех случаях образовавшиеся твердые отходы должны быть помещены в пластикатовые или бумажные мешки, сборники-контейнеры и переданы для выдержки на распад в хранилище твёрдых радиоактивных отходов (при его наличии) или в хранилище радионуклидных источников излучения.
  2. После временного хранения в учреждении радиоактивные отходы должны быть отправлены на пункт захоронения в установленном порядке или удаляться после радиационного контроля совместно с нерадиоактивными больничными отходами после полной выдержки на распад.

**Приложение 1**

**ТРЕБОВАНИЯ, К ПОЛУЧЕНИЮ ИЛИ ПЕРЕОФОРМЛЕНИЮ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ НА УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ** (**РАДИОНУКЛИДНЫМИ**)

Для получения санитарно-эпидемиологического заключения на условия деятельности рентгеновского кабинета представляются следующие документы:

1. Проектная документация на размещение рентгенорадиологического оборудования в изотопной лаборатории.
2. Акты монтажных работ и ввода в эксплуатацию рентгенорадиологического оборудования; лицензия организации, осуществляющей монтаж и ввод в эксплуатацию; акты освидетельствования скрытых работ.
3. Акт санитарно-эпидемиологического обследования.
4. Приказ руководителя организации о назначении ответственных лиц за обеспечение радиационной безопасности, за учет и хранение радиоактивных веществ и отходов, за радиационный контроль.
5. Приказ руководителя организации об отнесении персонала к группе А и Б и допуске к работам с ИИИ.
6. Документы об обучении по вопросам радиационной безопасности лица, ответственного за радиационную безопасность (РБ) и производственный радиационный контроль (ПРК) на специализированных курсах по вопросам радиационной безопасности за последние 5 лет.
7. Документы об обучении по вопросам радиационной безопасности персонала подразделения радионуклидной диагностики, работающего с ИИИ.
8. Результаты медицинского осмотра персонала в специализированной медицинской организации, имеющей лицензию на проведение профосмотров, за последний год и наличие медицинского допуска к работам с ИИИ.
9. Инструкция по РБ при проведении работ с ИИИ, утвержденная администрацией организации.
10. Инструкция по учету и контролю радиоактивных веществ и радиоактивных отходов, утвержденная администрацией организации.
11. Инструкция по действию персонала в аварийных ситуациях, утвержденная администрацией организации и согласованная с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
12. Положение о порядке проведения производственного контроля за радиационной безопасностью, контрольные уровни, карта-схема точек радиационного контроля, согласованные с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
13. Перечень возможных радиационных аварий и план мероприятий по защите персонала при их ликвидации, утвержденный администрацией организации и согласованный с органом, осуществляющим федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.
14. Документы, подтверждающие организацию индивидуального дозиметрического контроля персонала группы А. Карточки учета индивидуальных доз облучения персонала.
15. Протокол комиссионной проверки знаний персоналом требований РБ.
16. Должностные инструкции сотрудников подразделения.
17. Свидетельства о поверке средств измерения активности и радиационного контроля.
18. Протоколы проверки защитной эффективности средств индивидуальной радиационной защиты, выполненные организацией, аккредитованной в установленном порядке.
19. Протокол проверки заземления, выполненный организацией, аккредитованной в установленном порядке
20. Протоколы проверки вентиляции (общей и местной): контроля кратности воздухообмена и параметров микроклимата, выполненные аккредитованной лабораторией.
21. Техническая документация на оборудование (шкафы, сейфы, аппаратуру и т.д.).
22. Перечень методик работ с ИИИ.
23. Перечень используемых радионуклидов, активности на рабочих местах в помещениях подразделения, годовое потребление.
24. Паспорта, регистрационные удостоверения на источники от завода-изготовителя, на используемую рентгенорадиологическую аппаратуру.
25. Журналы инструктажа по радиационной безопасности, общего дозиметрического контроля, индивидуального дозиметрического контроля, учёта радиоактивных отходов, учёта РФП и генераторов, журнал введения РФП пациентам.
26. Договор на вывоз радиоактивных отходов, если этого требуют условия работы.

**Раздел 3. Обеспечение радиационной безопасности при облучении природными источниками ионизирующего излучения**

**Глава 1. Требования радиационной безопасности при облучении населения природными источниками ионизирующего излучения**

**I. Область применения**

1.1. Настоящая глава устанавливает общие требования по обеспечению радиационной безопасности населения при воздействии природных источников ионизирующего излучения в производственных, коммунальных условиях и быту.

1.2. Соблюдение требований настоящей главы на территории Российской Федерации является обязательным для всех юридических (далее организаций) и физических лиц, от деятельности которых зависит уровень облучения населения природными источниками ионизирующего излучения в производственных и коммунальных условиях.

1.3. Настоящей главой руководствуются в своей деятельности органы исполнительной власти, уполномоченные осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор, службы радиационной безопасности (радиационного контроля) организаций, а также другие организации, осуществляющие радиационный контроль с целью оценки соответствия (несоответствия) уровней облучения населения природными источниками ионизирующего излучения в производственных и коммунальных условиях, показателей радиационной безопасности производимой продукции и оказываемых услуг требованиям санитарных правил и гигиенических нормативов.

1.4. Требования настоящей главы не распространяются:

- на организации, добывающие и перерабатывающие руды с целью извлечения из них природных радионуклидов, а также организации, использующие эти радионуклиды, которые относятся к организациям, осуществляющим деятельность с использованием техногенных источников ионизирующего излучения;

- на обеспечение радиационной безопасности при облучении природными источниками излучения экипажей космических объектов;

- на космическое излучение вблизи поверхности Земли;

- на внутреннее облучение за счет 40К в организме, содержание которого не зависит от его поступления с водой и пищей.

II. Общие положения

2.1. Излучение природных радионуклидов, которые содержатся в объектах окружающей среды и среды обитания людей, создает естественный радиационный фон. В результате производственной деятельности человека (добыча и переработка минерального сырья, строительство различных объектов и т.п.) происходит перераспределение природных радионуклидов в объектах среды обитания людей и окружающей среды, что приводит к изменению радиационного воздействия на человека.

2.2. Обеспечение радиационной безопасности населения при облучении природными источниками излучения основано на основных принципах: нормирования, оптимизации, обоснования.

2.3. Требования радиационной безопасности населения распространяются на регулируемые природные источники излучения в производственных, коммунальных условиях и быту: изотопы радона и продукты их радиоактивного распада в воздухе помещений, гамма-излучение природных радионуклидов, содержащихся в строительных изделиях и материалах, природные радионуклиды в питьевой воде, минеральных удобрениях и агрохимикатах, а также в продукции, изготовленной с использованием минерального сырья и материалов, содержащих природные радионуклиды, и не регламентируют воздействие других физических и химических факторов.

2.4. Сведения об уровнях облучения населения природными источниками ионизирующего излучения, их вкладе в суммарную дозу, возможностях их снижения для населения региона или отдельных групп жителей, подвергающихся повышенному облучению природными источниками излучения, учитываются в рамках единой государственной системы учета и контроля доз облучения граждан и вносятся в радиационно-гигиенические паспорта территорий субъекта Российской Федерации.

III. Требования по ограничению облучения природными источниками излучения в производственных условиях

3.1. Облучение работников

3.1.1. Для проведения контроля за соблюдением допустимой дозы облучения работников природными источниками ионизирующего излучения администрация организации устанавливает контрольные уровни воздействия радиационных факторов (по мощности дозы гамма-излучения на рабочих местах, среднегодовому значению эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона в воздухе зоны дыхания и интенсивности ингаляционного поступления аэрозолей долгоживущих природных радионуклидов с вдыхаемым воздухом) в зависимости от состояния радиационной обстановки в организации.

3.1.2. Защитные мероприятия по снижению уровней облучения работников за счет природных источников излучения на подземных производствах должны быть направлены на:

- ограничение поступления радона в атмосферу подземных помещений путем изоляции источников выделения радона;

- улучшение вентиляции рабочих мест, организацию непрерывного проветривания тупиковых выработок, исключение последовательного проветривания рабочих мест и рециркуляции воздуха, применение нагнетательного способа проветривания;

- снижение уровней запыленности воздуха на рабочих местах;

- применение средств индивидуальной защиты органов дыхания.

При высоких уровнях запыленности воздуха и высоком содержании долгоживущих природных радионуклидов в витающей пыли внутреннее облучение за счет их ингаляционного поступления с пылью может доминировать над всеми остальными радиационными факторами.

3.2. Требования по ограничению облучения работников за счет нахождения в производственных зданиях и сооружениях

3.2.1. Для ограничения облучения работников природными источниками излучения в производственных зданиях и сооружениях устанавливаются требования к показателям радиационной безопасности земельных участков под строительство, к содержанию природных радионуклидов в строительном сырье, материалах и изделиях, к допустимому содержанию изотопов радона в воздухе помещений и мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в помещениях зданий.

3.2.2. Оценка соответствия показателей радиационной безопасности зданий производственного назначения требованиям пункта 4.2. НРБ-99/2020 при проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и эксплуатации проводится по результатам радиационного контроля. В случаях обнаружения превышения нормативных значений проводится анализ связанных с этим причин, а также осуществляются необходимые защитные мероприятия, направленные на снижение мощности дозы гамма-излучения и/или содержания радона в воздухе помещений.

Порядок проведения производственного контроля за показателями радиационной безопасности объектов строительства устанавливается администрацией организации, осуществляющей их проектирование, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт и эксплуатацию.

3.3. Требования по ограничению облучения экипажей воздушных судов авиации

3.3.1. Воздействие космических излучений на экипажи воздушных судов авиации следует рассматривать как облучение работников природными источниками излучения в производственных условиях. Ведущим радиационным фактором облучения экипажей воздушных судов авиации является ионизирующая компонента космических излучений.

3.3.2. Обеспечение радиационной безопасности экипажей воздушных судов авиации при облучении природными источниками излучения в производственных условиях достигается путем ограничения длительности полетов в течение года и/или высоты полетов.

3.4. Требования к производственному контролю за обеспечением радиационной безопасности при облучении природными источниками в производственных условиях

3.4.1. Радиационный контроль за показателями радиационной безопасности при воздействии природных источников излучения является составной частью производственного контроля. Порядок проведения производственного контроля определяется для каждой организации с учетом особенностей и условий выполняемых ею работ.

3.4.2. Администрация организации разрабатывает и утверждает программу производственного контроля, в которой определяется виды и объем проведения контроля.

IV. Требования по ограничению облучения населения природными источниками излучения в коммунальных условиях и быту

4.1. Облучение населения

4.1.1. Требования по обеспечению радиационной безопасности населения распространяются на регулируемые природные источники излучения: изотопы радона и продукты их радиоактивного распада в воздухе помещений, гамма-излучение природных радионуклидов, содержащихся в строительном сырье, материалах и изделиях, природные радионуклиды в питьевой воде, минеральных удобрениях и агрохимикатах, а также в продукции, изготовленной с использованием минерального сырья и материалов, содержащих природные радионуклиды.

4.1.2. Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации планируют и осуществляют мероприятия по оценке и снижению уровней облучения населения за счет природных источников излучения. Сведения об уровнях облучения населения природными источниками излучения учитываются в рамках единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения населения (ЕСКИД) и заносятся в радиационно-гигиенические паспорта территорий.

4.2. Требования по ограничению облучения населения в жилых домах и общественных зданиях и сооружениях

4.2.1. Для ограничения облучения населения природными источниками излучения в жилых и общественных зданиях устанавливаются требования к показателям радиационной безопасности земельных участков под строительство, к содержанию природных радионуклидов в строительном сырье, материалах и изделиях, к допустимому содержанию изотопов радона в воздухе помещений и мощности дозы гамма-излучения в помещениях зданий.

4.2.2. Оценка соответствия показателей радиационной безопасности зданий жилищного и общественного назначения требованиям пункта 5.3.3. НРБ-99/2020 при проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и эксплуатации проводится по результатам радиационного контроля. В случаях обнаружения превышения нормативных значений проводится анализ связанных с этим причин, а также осуществляются необходимые защитные мероприятия, направленные на снижение мощности дозы гамма-излучения и/или содержания радона в воздухе помещений.

Порядок проведения производственного контроля за показателями радиационной безопасности объектов строительства устанавливается администрацией организации, осуществляющей их проектирование, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт и эксплуатацию.

V. Требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с минеральным сырьем и материалами с повышенным содержанием природных радионуклидов

5.1. К минеральному сырью и материалам с повышенным содержанием природных радионуклидов (эффективная удельная активность природных радионуклидов в которых выше или равна 740 Бк/кг), в рамках настоящей главы относятся:

- сырье для производства огнеупоров (бокситы сырые и обожженные, огнеупорные глины, шамот, графит природный) и огнеупорная продукция;

- руды и минералы редких и редкоземельных металлов (тантолит, касситерит, монацит, лопарит, самарскит, бастенизит, колумбит, лепидолит и др.);

- концентраты редких, редкоземельных и других металлов (цирконовый, рутиловый, танталовый, молибденовый, вольфрамовый, бадделеитовый, лопаритовый, оловянный, ильменитовый и др.), а также продукция на их основе (полировочные порошки, огнеупорные составы для обмазки литейных форм, огнеупорные изделия, специальные виды керамики, различные виды абразивов и специальных стекол и т.п.);

- минеральные материалы (руды и продукты их переработки), содержащие 40К.

- отдельные виды фосфатного сырья и продукты их переработки.

5.2. В зависимости от эффективной удельной активности природных радионуклидов в минеральном сырье и материалах они разделяются на четыре класса.

Таблица 5.1

Классификация минерального сырья и материалов, содержащих природные радионуклиды

|  |  |
| --- | --- |
| Класс | Эффективная удельная активность  природных радионуклидов (Аэфф), Бк/кг |
| I класс | Аэфф ≤ 740 |
| II класс | 740< Аэфф ≤ 1500 |
| III класс | 1500< Аэфф ≤ 4000 |
| IV класс | Аэфф > 4000 |

5.3. Обращение с минеральным сырьем и материалами I класса в производственных условиях осуществляется без ограничений по радиационному фактору.

5.4. В помещениях, где хранятся материалы, сырье и готовая продукция с повышенным содержанием природных радионуклидов, доступ посторонних лиц должен быть исключен. При этом постоянные рабочие места должны располагаться на расстоянии, на котором мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения не превышает 1 мкЗв/ч.

5.5. Транспортирование материалов, сырья и готовой продукции с повышенным содержанием природных радионуклидов, содержащих только природные радионуклиды, с эффективной удельной активностью не более 10 000 Бк/кг, осуществляется всеми видами транспорта как безопасных грузов в радиационном отношении.

В тех случаях, когда мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности груза этих материалов превышает 1,0 мкЗв/ч, они должны помещаться в тару для продукции производственно-технического назначения, исключающую их рассеяние. Мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности тары не должна превышать 2,5 мкЗв/ч, а мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности перевозящего их транспортного средства - 1,0 мкЗв/ч.

VI. Требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с производственными отходами с повышенным содержанием природных радионуклидов

6.1. Основной характеристикой, определяющей потенциальную радиационную опасность производственных отходов с повышенным содержанием природных радионуклидов для населения в производственных и коммунальных условиях, является эффективная удельная активность природных радионуклидов в отходах.

6.2. В зависимости от эффективной удельной активности природных радионуклидов (Аэфф) в производственных отходах, содержащих только природные радионуклиды, они разделяются на три категории, которые приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Классификация производственных отходов, содержащих природные радионуклиды

|  |  |
| --- | --- |
| Категория отходов | Эффективная удельная активность  природных радионуклидов, Бк/кг |
| I категория | Аэфф ≤ 1500 |
| II категория | 1500< Аэфф ≤ 10000 |
| III категория | Аэфф > 10000 |

6.3. Обращение с производственными отходами I категории в производственных условиях, включая их сбор, временное хранение, переработку и транспортирование, осуществляется без ограничений по радиационному фактору. Производственные отходы с эффективной удельной активностью природных радионуклидов до 1500 Бк/кг могут направляться для захоронения в места захоронения промышленных отходов без ограничений по радиационному фактору.

6.4. Производственные отходы II категории с эффективной удельной активностью природных радионуклидов свыше 1500 до 10000 Бк/кг направляются для захоронения на специально выделенные участки в места захоронения промышленных отходов. При этом доза облучения критической группы населения за счет захоронения таких отходов не должна превышать 0,1 мЗв/год. Порядок, условия и способы захоронения таких производственных отходов устанавливаются в соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды.

Выбор мест для захоронения производственных отходов II категории и системы естественных и инженерных барьеров для ограничения миграции радионуклидов из мест захоронения в окружающую среду обосновываются в проектной документации на их захоронение.

6.5. Обращение с производственными отходами III категории с эффективной удельной активностью природных радионуклидов более 10000 Бк/кг производится в соответствии с требованиями по обращению с низкоактивными радиоактивными отходами, приведенными в главе 14 Раздела 1.

6.6. В проектной документации предприятий (организаций), на которых могут образовываться производственные отходы с повышенным содержанием природных радионуклидов, в разделе "Требования радиационной безопасности" приводятся ожидаемые характеристики планового образования отходов, их радионуклидный состав и категория отходов, агрегатное состояние, а также условия и способы сбора, временного хранения, переработки (кондиционирования), транспортирования и захоронения отходов. Места образования отходов определяются и обосновываются в проектной и (или) эксплуатационной документации.

6.7. Переработка производственных отходов, содержащих только природные радионуклиды, с целью извлечения из них полезных компонентов рассматривается как обращение с минеральным сырьем и материалами с повышенным содержанием природных радионуклидов.

6.8. Обеспечение радиационной безопасности при использовании металлических отходов с повышенным содержанием природных радионуклидов в качестве металлолома должно осуществляться в соответствии с требованиями главы 12 Раздела 3 «Обеспечение радиационной безопасности при обращении с металлоломом» .

6.9. Транспортирование производственных отходов с повышенным содержанием природных радионуклидов I и II категорий с эффективной удельной активностью природных радионуклидов до 10000 Бк/кг осуществляется в соответствии с требованиями [п. 5.5](http://snipov.net/c_4655_snip_60190.html) настоящих Правил.

6.10. Транспортирование производственных отходов III категории должно производиться с соблюдением требований по обеспечению радиационной безопасности населения, установленных в соответствии с требованиями главы 1 Раздела 1 «Обеспечение радиационной безопасности при транспортировании радиоактивных материалов (веществ)» для транспортирования низкоактивных радиоактивных отходов.

**Приложение 1****Основные природные радионуклиды и их физические характеристики**

Таблица 1.1

**Основные природные радионуклиды**

| Нуклид | Период полураспада T1/2 | Вид излучения | Нуклид | Период полураспада T1/2 | Вид излучения |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ряд 238U** | | | **Ряд 235U** | | |
| 238U | 4,468 ∙ 109 лет | *α* | 235U | 7,038 ∙ 108 лет | α |
| 234Th | 24,10 дней | *β* | 231Th | 25,52 ч | β, γ |
| 234mPa | 1,17 мин | *β* | 231Pa | 3,276 ∙ 104 лет | α |
| 234U | 2,455 ∙ 105 лет | *α* | 227Ас | 21,773 года | α (1,38 %) %; β (98,62 %) |
| 230Th | 7,538 ∙ 104 лет | *α* | 227Th | 18,72 дней | α |
| 226Ra | 1600 лет | *α, γ* | 223Fr | 21,8 мин | β |
| 222Rn | 3,8232 дней | *α* | 223Ra | 11,435 дней | *α* |
| 218Po | 3,10 мин | *α, β* | 219Rn | 3,96 с | *α, γ* |
| 214Pb | 26,8 мин | *β, γ* | 215Po | 1,78 мс | *α, γ* |
| 214Bi | 19,9 мин | *β, γ* | 211Pb | 36,1 мин | *β, γ* |
| 214Po | 164,3 мкс | *α, γ* | 211Bi | 2,14 мин | *α*(99,72 %);  *β* (0,28 %) |
| 210Pb | 22,3 года | *β, γ* | 207Tl | 4,77 мин | β |
| 210Bi | 5,013 дней | *β* | **Ряд 232Th** | | |
| 210Po | 138,376 дней | *α* | 232Th | 1,405 ∙ 1010 лет | *α* |
| **Калий** | | | 228Ra | 5,75 лет | *β* |
| 40K | 1,265 ∙ 109 лет | *β, γ* | 228Ac | 6,15 ч | *β, γ* |
|  |  |  | 228Th | 1,9116 лет | *α* |
|  |  |  | 224Ra | 3,66 дн. | *α, γ* |
|  |  |  | 220Rn | 55,6 с | *α, γ* |
|  |  |  | 216Po | 145 мс | *α, γ* |
|  |  |  | 212Pb | 10,64 ч | *β, γ* |
|  |  |  | 212Bi | 60,55 | *α*(35,94 %);  *β* (64,06 %) |
|  |  |  | 212Po | 298 нс | *α* |
|  |  |  | 208Tl | 3,053 мин | *β, γ* |

Таблица 1.2

**Гамма-излучение основных природных радионуклидов с энергией *Е*γ более 100 кэВ и квантовым выходом (*ni*) более 1 % для рядов 238U и 232Th и 10 % - для ряда 235U**

| *E*γ, кэВ | *ni*, % | Радионуклид ряда | | | *E*γ, кэВ | *ni*, % | Радионуклид ряда | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 238U | 235U | 232Th | 238U | 232Th |
| 129,1 | 2,93 |  |  | 228Ac | 785,9 | 1,09 | 214Pb |  |
| 143,8 | 10,96 |  | 235U |  | 794,8 | 4,6 |  | 228Ac |
| 185,7 | 57,2 |  | 235U |  | 806,2 | 1,23 | 214Вi |  |
| 186,2 | 3,59 | 226Ra |  |  | 835,6 | 1,71 |  | 228Ac |
| 209,4 | 4,1 |  |  | 228Ac | 860,3 | 12,42 |  | 208Tl\* |
| 236,0 | 12,3 |  | 227Th |  | 911,2 | 26,6 |  | 228Ас |
| 238,6 | 43,6 |  |  | 212Pb | 934,0 | 3,16 | 214Bi |  |
| 240,8 | 3,97 |  |  | 224Ra |  |  |  |  |
| 241,9 | 7,46 | 214Pb |  |  | 964,6 | 5,8 |  | 228Ac |
| 269,4 | 13,7 |  | 223Ra |  | 969,0 | 16,2 |  | 228Ac |
| 270,3 | 3,77 |  |  | 228Ac | 1120 | 15,1 | 214Bi |  |
| 271,1 | 9,9 |  | 219Rn |  | 1155 | 1,69 | 214Bi |  |
| 277,3 | 6.31 |  |  | 208Tl\* | 1238 | 5,92 | 214Bi |  |
| 295,2 | 19,3 | 214Pb |  |  | 1281 | 1,47 | 214Bi |  |
| 300,0 | 3,34 |  |  | 212Pb | 1378 | 4,02 | 214Bi |  |
| 328,0 | 3,5 |  |  | 228Ac | 1401 | 1,39 | 214Bi |  |
| 338,3 | 11,3 |  |  | 228Ac | 1408 | 2,48 | 214Bi |  |
| 350,0 | 12,8 |  | 211Bi |  | 1459 | 1,06 |  | 228Ас |
| 351,9 | 37,6 | 214Pb |  |  | 1461 | 10,66 | 40K | |
| 401,7 | 6,64 |  | 219Rn |  | 1496 | 1,05 |  | 228Ac |
| 409,6 | 2,20 |  |  | 228Ac | 1509 | 2,19 | 214Bi |  |
| 463,1 | 4,6 |  |  | 228Ac | 1588 | 3,6 |  | 228Ac |
| 510,6 | 22,6 |  |  | 208Tl\* | 1621 | 1,51 |  | 212Bi |
| 583,0 | 84,5 |  |  | 208Tl\* | 1630 | 1,95 |  | 228Ac |
| 609,3 | 46,1 | 214Bi |  |  | 1661 | 1,15 | 214Bi |  |
| 665,5 | 1,56 | 214Bi |  |  | 1730 | 3,05 | 214Bi |  |
| 727,3 | 6,58 |  |  | 212Bi | 1765 | 15,4 | 214Bi |  |
| 755,3 | 1,32 |  |  | 228Ac | 1847 | 2,12 | 214Bi |  |
| 763,0 | 1,64 |  |  | 208Tl\* | 2119 | 1,21 | 214Bi |  |
| 768,4 | 4,88 | 214Bi |  |  | 2204 | 4,99 | 214Bi |  |
| 772,3 | 1,09 |  |  | 228Ас | 2448 | 1,55 | 214Bi |  |
| 785,5 | 1,11 |  |  | 212Bi | 2615 | 99,16 |  | 208Tl\* |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\* Квантовые выходы гамма-излучения радионуклидов ряда 235U на акт распада 238U равны приведенным значениям, умноженным на коэффициент, равный 0,0457. Квантовые выходы гамма-излучения 208Tl на акт распада 232Th (при радиоактивном равновесии) равны приведенным значениям, умноженным на 0,3594.

Таблица 1.3

**Малораспространенные природные радионуклиды**

| Химический элемент, изотоп | Т1/2, год | Распространенность в природной смеси, % | Атомная масса изотопа, а.е.м. | Удельная активность элемента | Вид распада,  Энергия, кэВ  (квантовый выход, %) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лантан, 138La | 1,05 ∙ 1011 | 0,0902 | 138,9055 | 818 Бк/кг | ЭЗ (66,4); β (33,6); *Eβc* = 95;  γ: 788,7 (33,6); 1436 (66,4)  *k*α: 31,8 (11,6); 32,2 (21,6)  *k*β: 36,4 (4,16); |
| Самарий, 147Sm | 1,06 ∙ 1011 | 14,99 | 150,36 | 124 кБк/кг | α 2310 |
| Лютеций, 176Lu | 3,73 ∙ 1010 | 2,59 | 174,967 | 52,5 кБк/кг | β 100 % *Eβc* = 180  γ: 88,4 (14,5); 201,8 (78,0); 306,8 (93,6); 401,1 (0,84)  *k*α: 54,6 (9,3); 55,7 (16,2);  *k*β: 63,2 (5,3); 65,25 (1,38) |
| Рубидий, 87Rb | 4,75 ∙ 1010 | 27,835 | 85,4678 | 907 кБк/кг | β 100 % *Eβc* = 111,5 |

**Примечания:**

1. Удельная активность изотопа в природной смеси рассчитывается по формуле:

*А* = 1,323 ∙ 1017 ∙ *R*/(*M* *∙* *T*1/2), Бк/кг, где

*T*1/2 - период полураспада изотопа, год;

*R* - относительная распространенность в природной смеси изотопов элемента, %;

*М* - атомная масса элемента, а.е.m.

2. Удельная активность радионуклида в химическом соединении или материале равна произведению удельной активности элемента на его массовую долю в химическом соединении или материале.

Таблица 1.4

**Основные области применения материалов, содержащих малораспространенные природные радионуклиды**

| Минералы и руды, содержащие элемент | | Область применения |
| --- | --- | --- |
| **Lu** | Монацит, бастенизит | В металлургии в виде специальных тугоплавких сплавов, в качестве раскислителей. В оптике для производства стекол для фото-, кино-, и видеокамер, конденсаторов. Для изготовления кислородостойких печей, мощных дуговых электродов, катализаторов, керамики и др. |
| **La** | Монацит, бастенизит, редкие земли; кальциты, полевые шпаты, апатиты, пироморфиты, вольфраматы, циркониевые руды |
| **Sm** | Монацит, самарскит | В производстве специальных стекол, огнеупоров, катализаторов, пигментов. На основе соединения с кобальтом (SmCo5) изготавливают мощные постоянные магниты |
| **Rb** | Лепидолит, поллуцит, карналлит.  Попутно добывается из калийных солей, литиевых слюд, нефелина. В природе сопутствует калию | В электронике (фотоэлементах, лампах дневного света). Соединения Rb используются в качестве твердых электролитов.  В вакуумной технике (газопоглотитель).  Перспективное «топливо» для ионных ракетных двигателей.  В медицине |

Таблица 1.5

**Космогенные радионуклиды**

| Радионуклид | Период полураспада | Средняя энергия β-излучения *Е*β, кэВ | Энергия гамма-излучения *Е*γ, кэВ | Квантовый выход *п*γ, % | Среднемировая эффективная доза *Н*, мкЗв/год |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3Н | 12,32 года | 5,68 | - | - | 0,01 |
| 7Ве | 53,29 дней | - | 477,6 | 10,52 | 0,03 |
| 14С | 5730 лет | 49,45 | - | - | 12,00 |
| 22Na | 2,6024 года | *β*+ 215,4 | 1275  511 | 99,94  180 | 0,01 |

**Примечания:**

1. Дозы облучения любых групп населения космогенными радионуклидами близки к среднемировым. Для большинства этих радионуклидов дозы крайне малы. Только для 14С доза несколько превышает пренебрежимо малое значение (10 мкЗв/год).

2. Гамма-излучение радионуклидов 7Ве и 22Na может обнаруживаться при гамма-спектрометрическом анализе атмосферных осадков, воздушных фильтров и листовых растений.

**Приложение 2**

**Значения дозовых коэффициентов для расчета доз облучения при ингаляционном поступлении долгоживущих природных радионуклидов с пылью**

Таблица 2.1

**Дозовые коэффициенты для радионуклидов ряда 238U**

| Радионуклид | Период полураспада | Тип распада | Дозовый коэффициент с учетом типа соединения, Зв/Бк | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| тип соединения - П | максимальный |
| 238U | 4,77 ∙ 109 лет | *α* | 2,6 ∙ 10-6 | 7,3 ∙ 10-6 |
| 234Th | 24,10 дней | *β* | 6,3 ∙ 10-9 | 7,3 ∙ 10-9 |
| 234Ра | 1,17 мин | *β* | 3,8 ∙ 10-10 | 4,0 ∙ 10-10 |
| 234U | 2,45 ∙ 105 лет | *α* | 3,1 ∙ 10-6 | 8,5 ∙ 10-6 |
| 230Th | 7,70 ∙ 104 лет | *α* | 4,0 ∙ 10-5 | 4,0 ∙ 10-5 |
| 226Ra | 1600 лет | *α* | 3,2 ∙ 10-6 | 3,2 ∙ 10-6 |
| 214Pb | 26,8 мин | *β* | - | 2,9 ∙ 10-9 |
| 214Bi | 19,9 мин | *β* | 1,4 ∙ 10-8 | 1,4 ∙ 10-8 |
| 210Pb | 22,3 года | *β* | - | 8,9 ∙ 10-7 |
| 210Bi | 5,013 дня | *β* | 8,4 ∙ 10-8 | 8,4 ∙ 10-8 |
| 210Po | 138,4 дня | *α* | 3,0 ∙ 10-6 | 3,0 ∙ 10-6 |
|  | | **Сумма** | **5,20 ∙ 10-5** | **6,30 ∙ 10-5** |

Таблица 2.2

**Дозовые коэффициенты для радионуклидов ряда 232Th**

| Радионуклид | Период полураспада | Тип распада | Дозовый коэффициент с учетом типа соединения, Зв/Бк | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| тип соединения - П | максимальный |
| 232Th | 1,405 ∙ 1010 лет | *α* | 4,2 ∙ 10-5 | 4,2 ∙ 10-5 |
| 228Ra | 5,75 лет | *β* | 2,6 ∙ 10-6 | 2,6 ∙ 10-6 |
| 228Ас | 6,15 ч | *β* | 1,6 ∙ 10-8 | 2,5 ∙ 10-8 |
| 228Th | 1,913 лет | *α* | 3,1 ∙ 10-5 | 3,9 ∙ 10-5 |
| 224Ra | 3,66 дня | *α* | 2,9 ∙ 10-6 | 2,9 ∙ 10-6 |
| 212Pb | 10,64 ч | *β* | - | 1,9 ∙ 10-8 |
| 212Bi | 60,55 мин | *α* (36 %);  *β* (64 %) | 3,0-10"8 | 3,0 ∙ 10-8 |
|  | | **Сумма** | **7,85 ∙ 10-5** | **8,66 ∙ 10-5** |

**Примечание:** Значения дозовых коэффициентов для остальных радионуклидов рядов 238U и 232Th в 10 и более раз меньше приведенных в табл. [2.1](https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293810/4293810924.htm#i656840) и [2.2](https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293810/4293810924.htm#i661329) значений.

**Приложение 3**

**Дозовые коэффициенты для взрослых жителей и уровни вмешательства (УВ) для основных природных радионуклидов в питьевой воде   
(извлечение из прилож. 2а к [НРБ-99/2020](https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293828/4293828132.htm" \o "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)))**

| Радионуклид | Период полураспада, Т1/2 | Дозовый коэффициент, мкЗв/Бк | УВ, Бк/кг |
| --- | --- | --- | --- |
| Ряд 238U | | | |
| 238U | 4,468 ∙ 109 лет | 0,045 | 3,00 |
| 234U | 2,455 ∙ 105 лет | 0,049 | 2,80 |
| 230Th | 7,538 ∙ 104 лет | 0,210 | 0,65 |
| 226Ra | 1600 лет | 0,280 | 0,50 |
| 222Rn | 3,8232 дня | \*) | 60,0 |
| 210Pb | 22,3 года | 0,690 | 0,20 |
| 210Ро | 138,376 дня | 1,200 | 0,11 |
| Ряд 232Th | | | |
| 232Th | 1,405 ∙ 1010 лет | 0,230 | 0,6 |
| 228Ra | 5,75 лет | 0,690 | 0,2 |
| 228Th | 1,9116 лет | 0,072 | 1,9 |
| 224Ra | 3,66 дня | 0,065 | 2,1 |
| Ряд 235U | | | |
| 235U | 7,038 ∙ 108 лет | 0,047 | 2,90 |
| 231Ра | 3,276 ∙ 104 лет | 0,710 | 0,19 |
| 227Ас | 21,773 года | 1,100 | 0,12 |
| 227Th | 18,72 дня | 0,0088 | 16,00 |
| 223Ra | 11,435 дня | 0,100 | 1,40 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\*) Уровень вмешательства установлен с учетом критического пути облучения по п. 5.3.6 [НРБ-99/2020](https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293828/4293828132.htm).

**Приложение 4**

**Порядок установления класса минерального сырья и материалов, в которых *АЭФФ* определяется только содержанием 40К**

В различных отраслях промышленности применяется целый ряд минеральных материалов, в которых эффективная удельная активность природных радионуклидов практически на 100 % определяется содержанием в них 40К (калийные руды и минералы, калийные соли и удобрения и т.д.). Для отдельных видов таких материалов (например, хлористый калий и др.) характерным является значение *АЭФФ* на уровне несколько ниже 1500 Бк/кг даже при 100 % содержания основного вещества (KCl) в продукции. В таких случаях установление класса *Материала* по результатам спектрометрического анализа содержания природных радионуклидов может привести к определенным методическим сложностям, которые связаны с погрешностью анализов.

В тех случаях, когда удельная активность 238U и 232Th в *Материалах* не превышает 5 - 10 Бк/кг, их класс следует определять по данным гамма-спектрометрического анализа содержания природных радионуклидов с учетом табл. [4.1](https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293810/4293810924.htm#i751666).

Таблица 4.1

**Значения *АЭФФ* для наиболее широко применяемых *Материалов*, которые содержат только 40К (при 100 % содержании основного вещества)**

| Реактив, химическое соединение, материал, минерал | Химическая формула | Удельная активность 40К, кБк/кг | *АЭФФ*, кБк/кг | Класс по п. [5.2](https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293810/4293810924.htm#i467657)  Главы1 Раздела 5 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Калий | К | 30,04 | 2,70 | III |
| Надпероксид калия | KO2 | 16,54 | 1,49 | III |
| Пероксид калия | K2O2 | 21,35 | 1,92 | III |
| Супероксид калия | K2O4 | 16,52 | 1,49 | III |
| Гидрид калия | KH | 29,29 | 2,63 | III |
| Гидроокись калия (гидроксид калия, едкий калий) | KOH | 20,94 | 1,88 | III |
| Калий хлористый (хлорид калия) | KCl | 15,76 | 1,42 | II |
| Хлорноватистокислый калий (хлорат калия, бертолетова соль) | KClO3 | 9,59 | 0,86 | II |
| Калий хлорнокислый (перхлорат калия) | KClO4 | 8,47 | 0,76 | II |
| Калий бромистый (бромид калия) | KBr | 9,96 | 0,90 | II |
| Калий бромистоватисто-кислый (бромат калия) | KBrO3 | 6,91 | 0,62 | I |
| Калий йодистый (иодид калия) | KJ | 6,91 | 0,62 | I |
| Калий йодноватистый (иодат калия) | KJO3 | 5,41 | 0,49 | I |
| Калий йодноватистокислый (бииодат калия) | KJO3 ∙ HJO3 | 3,00 | 0,27 | I |
| Калий йоднокислый (периодат калия) | KJO4 | 5,11 | 0,46 | I |
| Калий фтористый (фторид калия) | KF | 20,12 | 1,81 | III |
| KF ∙ 2Н2O | 12,32 | 1,14 | II |
| Калий фтористый кислый (бифторид калия, гидрофторид калия) | KHF2 | 15,02 | 1,35 | II |
| Фторборат калия | KBF4 | 9,31 | 0,84 | II |
| Фторсиликат калия | K2SiF6 | 10,51 | 0,95 | II |
| Сернистый калий (сульфид калия) | K2S | 21,13 | 1,92 | III |
| Калий сернокислый (сульфат калия) | K2SO4 | 13,46 | 1,21 | II |
| Калий надсернокислый (персульфат калия) | K2S2O3 | 12,32 | 1,11 | II |
| Калий пиросернокислый (пиросульфат калия) | K2S2O7 | 9,31 | 0,84 | II |
| Калий пиросернистокислый (калия метабисульфат, калия пиросульфит) | K2S2O5 | 10,64 | 0,95 | II |
| Калий сернокислый кислый (бисульфат калия) | KHSO4 | 8,71 | 0,78 | II |
| Нитрат калия (калиевая селитра) | KNO3 | 11,71 | 1,05 | II |
| Азотистокислый калий (нитрит калия) | KNO2 | 13,82 | 1,24 | II |
| Калий углекислый (карбонат калия, поташ) | K2CO3 | 16,82 | 1,51 | III |
| Калий углекислый кислый (бикарбонат калия, двууглекислый калий) | КНСО3 | 11,71 | 1,05 | II |
| Калий-натрий углекислый | KNaCO3 | 9,61 | 0,87 | II |
| Фосфат калия | К4Р2О7 | 14,12 | 1,27 | II |
| Дигидрофосфат калия | КН2РO4 | 8,71 | 0,78 | II |
| Калий фосфорнокислый кислый двузамещенный (гидрофосфат калия) | К2НРO4 ∙ 3Н2O | 10,21 | 0,92 | II |
| Калий фосфорнокислый кислый (дигидрофосфат калия) | КН2РO4 | 8,63 | 0,78 | II |
| Калий хромовокислый (хромат калия) | K2CrO4 | 12,01 | 1,08 | II |
| Калий двухромовокислый (хромпик калиевый, бихромат калия) | K2Cr2O7 | 7,81 | 0,70 | I |
| Марганцевокислый калий (перманганат калия, марганцовка) | KMnO4 | 7,51 | 0,68 | I |
| Фторсиликат калия | K2SiF6 | 10,51 | 0,95 | II |
| Феррицианид калия (красная кровяная соль) | K3 [Fe(CN)6] | 10,51 | 0,95 | II |
| Калий железистосинеродистый (желтая кровяная соль) | K4Fe(CN)6 ∙ 3H2O | 11,11 | 1,00 | II |
| Калий-натрий виннокислый (сегнетова соль) | KNaC4H4O6 ∙ 4H2O | 4,20 | 0,38 | I |
| Калий пиросурьмянокислый (пироантимонат калия) | K2H2Sb2O7 ∙ 4H2O | 4,81 | 0,43 | I |
| Калий радонистый (радонит калия) | KCNS | 12,01 | 1,08 | II |
| Калий сурьмяновокислый (антимонилтартрат калия, виннокислый антимонилкалий, рвотный камень) | K(SbO)C4H4O6 ∙ 1/2Н2O | 3,60 | 0,32 | I |
| Калий тиоуглеродистый (тиокарбонат калия) | K2CS3 | 12,61 | 1,13 | II |
| Калий цианистый (цианид калия) | KCN | 18,02 | 1,62 | III |
| Калий щавелевокислый (оксалат калия) | K2C2O4 | 14,12 | 1,27 | II |
| Калий уксуснокислый (ацетат калия) | KH3C2O2 | 12,12 | 1,08 | II |
| Сильвин (52 % К) | (KCl) | 15,74 | 1,42 | II |
| Сильвинит (35,8 % К) | (NaK)Cl | 12,03 | 1,08 | II |
| Каинит | KClMgSO4 ∙ 3H2O | 4,81 | 0,43 | I |
| Полигалит | K2SO4 ∙ MgSO4 ∙ 2CaSO4 ∙ 2H2O | 3,91 | 0,35 | I |
| Алунит | KAl3(SO4)2(OH)6 | 2,70 | 0,24 | I |
| Карналлит | KCl ∙ MgCl2 ∙ 6H2O | 4,21 | 0,38 | I |

**Приложение 5**

**Расчет значений *АЭФФ* для производственных отходов с нарушенным равновесием в рядах урана и тория**

1. Настоящее приложение распространяется только на порядок определения эффективной удельной активности природных радионуклидов (*АЭФФ*) в производственных отходах с целью установления их категории. Требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с производственными отходами разной категории установлены в разделе [VI](https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293810/4293810924.htm#i506880) настоящей главы.

2. В случае когда все радионуклиды рядов 238U и 232Th находятся в радиоактивном равновесии, значение эффективной удельной активности природных радионуклидов (*АЭФФ*) в производственных отходах рассчитывается по формуле:

*АЭФФ* = *ARa* + 1,3 ∙ *ATh* + 0,09 ∙ *АK*, Бк/кг, где

*АRa* и *ATh* - удельные активности 226Ra и 232Th в производственных отходах, находящихся в радиоактивном равновесии с остальными членами рядов 238U и 232Th, Бк/кг соответственно;

*АK* - удельная активность 40К, Бк/кг.

3. При нарушении радиоактивного равновесия в рядах 238U и 232Тп эффективная удельная активность природных радионуклидов должна рассчитываться с учетом вклада отдельных гамма-излучающих радионуклидов в значение интегрального показателя *АЭФФ*. В настоящем приложении рассмотрены два наиболее часто встречающихся вида нарушений радиоактивного равновесия в рядах 238U и 232Th:

3.1. Когда при образовании отходов в них поступают только изотопы радия: 226Ra из ряда 238U и 224Ra и 228Ra из ряда 232Th. Нарушение радиоактивного равновесия такого рода наблюдается в производственных отходах, образующихся при добыче и первичной подготовке нефти и газа, при очистке природных вод с использованием фильтрующих материалов и в ряде других случаев.

3.2. Когда нарушение радиоактивного равновесия в производственных отходах связано с высоким значением коэффициента эманирования\* радона.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\* Эманирование радона из производственных отходов (материалов) - выход в окружающую среду атомов радона, образующихся в результате распада радионуклида 226Ra (выделение твердыми веществами, содержащими радий, радиоактивного газа радона в окружающую среду). Коэффициент эманирования - доля активности радона, которая выделяется в окружающую среду, от общей активности радона, который образуется в результате распада *226Ra* в объеме вещества (производственных отходов).

4. В случае нарушения радиоактивного равновесия, когда накопление природных радионуклидов в отходах происходит за счет поступления в них трех изотопов радия (226Ra, 224Ra и 228Ra), а сами материнские радионуклиды 238U и 232Th в производственных отходах отсутствуют, значение *АЭФФ* следует рассчитывать с учетом длительности периода накопления радионуклидов в отходах (*tHAK*) и длительности периода хранения отходов (*tXP*) по формуле:

 Бк/кг, где



 - удельная активность 228Ra в отходах, определяемая обычно по гамма-излучению 228Ас, Бк/кг.



Численные значения коэффициента *k*(*tHAK*, *tXP*) для разных периодов накопления и хранения отходов приведены в таблице:

| Время накопления радионуклидов *tНАК*, лет | Значение *k*(*tHAK*, *tXP*) при времени хранения отходов *tXP*, лет | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| До 0,5 | Свыше 0,5 до 2 | Свыше 2 до 5 | Свыше 5 до 10 | Более 10 |
| До 1 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 |
| Свыше 1 до 3 | 0,85 | 0,90 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Свыше 3 до 6 | 1,05 | 1,10 | 1,15 | 1,20 | 1,20 |
| Свыше 6 до 10 | 1,20 | 1,25 | 1,30 | 1,30 | 1,30 |
| Более 10 | 1,25 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 |

При неизвестной длительности периода накопления радионуклидов в производственных отходах и периода их хранения значение коэффициента *k*(*tHAK*, *tXP*) в формуле п. [4](https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293810/4293810924.htm#i828759) настоящего приложения должно приниматься равным 1,3.

5. Если значения *tНАК* и *tXP* заведомо больше 5 и 6 лет соответственно, то значение *АЭФФ* для производственных отходов следует рассчитывать по формуле:

 Бк/кг, где



 - то же, что и в п. [4](https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293810/4293810924.htm#i828759) настоящего приложения.



6. Для производственных отходов, в которых нарушение радиоактивного равновесия в ряду 238U связано с высоким значением коэффициента эманирования радона (0,10 < *КЭМ* < 1,00), а радионуклиды ряда 232Th находятся в равновесии, эффективную удельную активность природных радионуклидов следует рассчитывать по формуле:

*АЭФФ* = (1 - *КЭМ*) *∙* *АRa* + 1,3 ∙ *АTh* + 0,09 ∙ *АK*, Бк/кг, где

*КЭМ* - коэффициент эманирования радона.

Численное значение *КЭМ* определяется по формуле:

*КЭМ* = (*АRa* - *АДПР*)/*ARa*, отн. ед., где

*АRа* и *АДПР* - удельная активность радионуклида 226Ra (без дочерних продуктов распада) и одного из его гамма-излучающих дочерних продуктов распада в производственных отходах соответственно, Бк/кг\*.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\* Значение *АДПР* определяется по удельной активности одного из гамма-излучающих дочерних продуктов 222Rn, поскольку в производственных отходах они, начиная от 218Ро, находятся в радиоактивном равновесии.

7. Для производственных отходов с высоким значением коэффициента эманирования радона при одновременном нарушении равновесия в ряду 232Th, которое описано в п.п. 5.3.1 и 5.4 настоящего приложения, эффективную удельную активность природных радионуклидов следует рассчитывать с учетом указаний п.п. [4](https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293810/4293810924.htm#i828759) и [5](https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293810/4293810924.htm#i833523) настоящего приложения по формуле:

 Бк/кг, где



8. Эффективная удельная активность природных радионуклидов в производственных отходах с другими видами нарушения радиоактивного равновесия в рядах 238U и 232Th в каждом конкретном случае должна определяться с учетом реального характера нарушения равновесия.

**Глава 2. Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации радоновых лабораторий, отделений радонотерапии**

**I. Область применения**

1.1. Настоящая глава устанавливает гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и пациентов при использовании искусственных концентратов радона (222Rn) или минеральных природных радоновых вод в радоновых лабораториях и отделениях радонотерапии (радонолечебницах) для профилактических и/или лечебных целей.

1.2. Глава является обязательной для исполнения гражданами, индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами (далее - организациями), деятельность которых связана с размещением, устройством, оборудованием и эксплуатацией радоновых лабораторий и отделений радонотерапии (радонолечебниц), производством (приготовлением), хранением, применением и транспортированием источников (препаратов) радона для медицинских целей, использованием для отпуска радоновых процедур минеральных природных радоновых вод, а также выполнением производственного контроля в радоновых лабораториях и отделениях радонотерапии.  
1.3. Контроль за выполнением настоящей главы осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации органами, уполномоченными на осуществление федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

1.4. При разработке методов радонотерапии и методик отпуска радоновых процедур должны учитываться требования настоящей главы.

1.5. На радоновые лаборатории и радонолечебницы, которые для отпуска радоновых процедур используют минеральные природные радоновые воды, кроме настоящей главы, в части, касающейся обеспечения радиационной безопасности медицинского персонала, не относящегося к персоналу группы А и/или Б (далее - работников), распространяются также требования по обеспечению радиационной безопасности при воздействии природных источников ионизирующего излучения, установленные в [НРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902170553) и [ОСПОРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902214068).

1.6. Требования настоящей главы не распространяются на организации, осуществляющие проектирование и изготовление источников радона, а также монтаж, ремонт и обслуживание данных источников.

**II. Общие положения**

2.1. Все виды радоновых процедур, применяемых в профилактических и/или лечебных целях, осуществляются в медицинских организациях и относятся к медицинскому облучению пациентов.

2.2. Для отпуска радоновых процедур используются как естественные (минеральные природные радоновые воды), так и искусственно приготовленные радоновые воды и другие лечебные среды с радоном (воздушные, тканевые, масляные и другие). Для искусственного приготовления радоновых вод применяют два типа генераторов радона. В первом из них для накопления радона (222Rn) используют водные растворы солей радия (226Ra), во втором - 226Ra в легкоплавкой твердой матрице (далее - сухие генераторы радона), которые помещаются в специальные сосуды-барботеры.  
Радон из генератора радона извлекается методом барботирования (в случае использования водного раствора соли 226Ra) или методом продувки воздушного объема барботера (при использовании сухих генераторов). Для получения водного концентрата радона его переводят из генераторов радона в водный раствор.

2.3. Искусственное приготовление водного концентрата радона для проведения процедур осуществляется в радоновых лабораториях - ординарных и кустовых. Кустовая радоновая лаборатория обеспечивает водными концентратами радона несколько радонолечебниц, расположенных в разных лечебно-профилактических медицинских организациях.

2.4. При искусственном приготовлении водного концентрата радона существует потенциальная опасность внешнего и внутреннего облучения персонала, источниками которого являются:

- барботеры и генераторы радона с радием, баки-смесители, порционные дозаторы, порционная и транспортная тара с концентратом радона;

- таблетированные препараты радона;

- воздух помещений при поступлении в него радона и его короткоживущих дочерних продуктов распада, в том числе при разгерметизации генераторов радона или неэффективной работе системы вентиляции;

- рабочие поверхности помещений, загрязненные в случае аварии с барботером или генератором радона с радием.

2.5. В медицинских организациях, проводящих радоновые процедуры с искусственным приготовлением водного концентрата радона, в санитарно-эпидемиологическом заключении должна содержаться оценка соответствия условий обращения с источниками (генераторами) радона на основе 226Ra требованиям санитарных правил и гигиенических нормативов, выданное органами, уполномоченными осуществлять федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

2.6. Санитарно-эпидемиологическое заключение на работу с искусственными источниками (генераторами) радона на основе 226Ra не требуется, если на рабочем месте активность 226Ra в генераторе радона не превышает 1\*104 Бк, а в организации суммарная активность 226Ra в генераторах радона не превышает 1\*105 Бк.

2.7. Медицинские организации, в которых для приготовления водного концентрата радона используются генераторы радона, должны иметь специальное разрешение (лицензию) на право осуществления деятельности по обращению с техногенными источниками ионизирующего излучения, выданное органами, уполномоченными осуществлять лицензирование.

2.8. Лицензия на право работы с искусственными источниками (генераторами) радона на основе 226Ra не требуется, если на рабочем месте активность 226Ra в генераторе радона не превышает 1\*104 Бк, а в организации суммарная активность 226Ra в генераторах радона не превышает 1\*105 Бк.

2.9. В соответствии с [ОСПОРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902214068) кустовые и ординарные лаборатории по потенциальной опасности относятся к IV категории радиационных объектов, радиационное воздействие при аварии на которых ограничивается помещениями, где проводятся работы по приготовлению водных концентратов радона и/или их использованию для отпуска радоновых процедур.

2.10. Класс работ с источниками 226Ra (генераторами радона) в радоновых лабораториях устанавливается в соответствии приложением 1 к настоящей главе.  
2.11. Суммарная активность 226Ra в источнике (генераторе радона) , приведенная к группе А, рассчитывается по формуле:



,



где СRa- активность 226Ra в источнике, Бк.

В условиях радиоактивного равновесия между 226Ra и 222Rn в источнике (генераторе радона) суммарная активность радона , приведенная к группе А радиационной опасности, рассчитывается по формуле:



.



2.12. Помещения для проведения радоновых ванн и/или отпуска радоновых процедур на основе искусственно приготовленных радоновых препаратов относятся к лабораториям III класса, если общее количество радона и его дочерних продуктов в порционных склянках, находящихся в вытяжном шкафу, превышает величину минимально значимой активности (МЗА) 222Rn, которая составляет 1·108 Бк.

Если активность 222Rn на рабочем месте, приведенная к группе А радиационной опасности, не превышает 1·103 Бк или суммарная активность радона в равновесии со всеми его короткоживущими дочерними продуктами распада не превышает 1·108, то работы с указанной активностью разрешается проводить в производственных помещениях, к которым не предъявляются специальные требования по обеспечению радиационной безопасности.



2.13. Радиационная обстановка в радоновых лабораториях и отделениях радонотерапии определяется двумя факторами: мощностью эквивалентной дозы гамма-излучения на рабочих местах и эквивалентной равновесной объемной активностью (далее - ЭРОА) радона в воздухе помещений.  
2.14. Организации, имеющие в своем составе радоновые лаборатории и/или радонолечебницы, в которых для получения искусственных радоновых концентратов используются генераторы радона на основе 226Ra, а также организации, в которых для отпуска радоновых процедур используются искусственно приготовленные радоновые концентраты, ежегодно заполняют в установленном порядке радиационно-гигиенический паспорт, за исключением организаций, указанных в пунктах 2.6 и 2.8 настоящей Главы.

2.15. Захоронение генераторов радона на основе 226Ra осуществляется с соблюдением требований  [ОСПОРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902214068).

2.16. Организации, имеющие в своем составе радоновые лаборатории и/или радонолечебницы, в которых для отпуска радоновых процедур используются минеральные радоновые воды, относятся к организациям, в которых происходит облучение работников природными источниками излучения в производственных условиях. Требования по обеспечению радиационной безопасности в таких организациях приведены в главе XIII настоящей главы.

**III. Требования к размещению, устройству и оснащению ординарных и кустовых радоновых лабораторий**

3.1. Размещение и оборудование ординарных и кустовых радоновых лабораторий с установками искусственного приготовления радонового концентрата осуществляется в соответствии с проектом, в котором предусматриваются меры по обеспечению радиационной безопасности персонала, населения и пациентов при строительстве, эксплуатации, выводе из эксплуатации и в случае радиационной аварии, а также по оснащению радоновых лабораторий средствами радиационного контроля.

3.2. Ординарные радоновые и кустовые радоновые лаборатории с установками искусственного приготовления радонового концентрата размещаются в отдельном здании или отдельной части здания, изолированно от других его помещений.

В жилых зданиях и помещениях и детских организациях размещение ординарных и кустовых радоновых лабораторий не допускается.  
3.3. При проектировании защиты персонала от внешнего гамма-излучения проектная мощность эквивалентной дозы гамма-излучения устанавливается на уровнях, не превышающих:

- 6 мкЗв/ч в помещениях постоянного пребывания персонала группы А;

- 12 мкЗв/ч в помещениях временного пребывания персонала группы А;

- 1,2 мкЗв/ч в помещениях постоянного пребывания персонала группы Б;

- 0,6 мкЗв/ч в любых других помещениях и на территории ординарных, а также кустовых радоновых лабораторий с установками искусственного приготовления радонового концентрата.

При проектировании защиты персонала от внутреннего облучения за счет ингаляционного поступления радона и его короткоживущих дочерних продуктов распада (ДПР) с вдыхаемым воздухом требования к системе вентиляции устанавливаются из расчета обеспечения среднегодовой ЭРОА радона в воздухе помещений постоянного пребывания персонала группы А не выше допустимого уровня 1200 Бк/м3, а в воздухе помещений постоянного пребывания персонала группы Б - не более 300 Бк/м3. При установлении проектной кратности воздухообмена расчетное значение среднегодовой ЭРОА радона в воздухе помещений постоянного пребывания персонала группы А принимается равным 600 Бк/м3, а в помещениях постоянного пребывания персонала группы Б - 150 Бк/м3.

3.4. При одновременном воздействии внешнего гамма-излучения и ЭРОА радона для рабочих мест в помещениях постоянного пребывания персонала группы А должно выполняться условие:

,  
  
где Еу- среднее в течение года значение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на рабочем месте, мкЗв/ч;  
- среднегодовое значение ЭРОА радона в воздухе рабочей зоны, Бк/м3.



Для рабочих мест в помещениях постоянного пребывания персонала группы Б должно выполняться условие:

,



где обозначения те же, что и в формуле, приведенной в первом абзаце пункта 3.4 настоящей главы.

3.5. Санитарно-защитная зона для ординарных, а также кустовых радоновых лабораторий с установками искусственного приготовления радонового концентрата как радиационных объектов IV категории по потенциальной опасности не устанавливается. Радиационное воздействие при аварии на таких объектах ограничивается помещениями, где проводятся работы по приготовлению водных концентратов радона и/или их использованию для отпуска радоновых процедур.

3.6. В зависимости от класса работ, который определяется активностью 226Ra в генераторе радона в соответствии с приложением 1 к настоящим Правилам, набор помещений в лабораториях с установками искусственного приготовления радонового концентрата и их отделка должны соответствовать требованиям [пункта 3.8.8 ОСПОРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902214068) для работ III класса с активностью 226Ra в генераторе радона менее 1 МБк или [пункта 3.8.9 ОСПОРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902214068) - для работ II класса с активностью 226Ra в генераторе радона свыше 1 до 1000 МБк.

Все работы по приготовлению искусственных концентратов радона, в том числе и розлив концентрата по порционным склянкам, должны проводиться в вытяжных шкафах.

Рекомендуемый набор помещений для ординарных, а также кустовых радоновых лабораторий с установками искусственного приготовления радонового концентрата приведен в приложении 2 к настоящей главе.

3.7. Установки для насыщения таблеток радоном, а также установки для приготовления водных концентратов радона вместе с генераторами радона размещаются в отдельном помещении в вытяжном шкафу и должны иметь защиту для снижения мощности дозы гамма-излучения на рабочем месте персонала до уровней, не превышающих значений, указанных в пункте 3.3 настоящей главы.

Таблетки с радоном и порционная тара с водным концентратом радона должны храниться и транспортироваться в защитных контейнерах.

3.8. Ординарные радоновые лаборатории и отделения радонотерапии, в которых для отпуска радоновых процедур используются искусственно приготовленные радоновые концентраты, оснащаются средствами контроля ЭРОА радона в воздухе и мощности дозы гамма-излучения, а ординарные и кустовые радоновые лаборатории и отделения радонотерапии с установками искусственного приготовления радонового концентрата дополнительно оснащаются также средствами контроля радиоактивного загрязнения поверхности помещений и оборудования альфа-активными радионуклидами.

**IV. Общие требования к устройству радоновых лабораторий отделений радонотерапии**

4.1. По потенциальной опасности отделения радонотерапии относятся к IV категории радиационных объектов, где радиационное воздействие при аварии ограничивается помещениями, в которых проводятся радоновые процедуры.  
4.2. Отделение радонотерапии входит в состав медицинской организации и включает в себя помещения, необходимые для проведения всех видов радоновых процедур, выполняемых в организации. Требования к набору помещений, их оснащению и оборудованию устанавливаются в методах радонотерапии и методиках отпуска радоновых процедур.

4.3. Помещения для отпуска радоновых процедур выделяются в изолированный от остальных помещений организации блок.

Рекомендуемый набор помещений для отделений радонотерапии приведен в приложении 2 к настоящей главе.

Требования к устройству и оборудованию помещений для отпуска различных видов радоновых процедур применительно к особенностям их проведения приведены в приложении 3 к настоящей главе.

4.4. Хранение порционной тары с концентратом радона осуществляется в помещении, оборудованном вытяжным шкафом. Место хранения порционной тары с концентратом радона в вытяжном шкафу оборудуется дополнительной защитой для снижения внешнего облучения персонала в соответствии с требованиями, указанными в пункте 3.3 настоящей главы.

Помещение для хранения порционной тары с концентратом радона должно находиться в непосредственной близости от помещений для проведения радоновых процедур и сообщаться с ними через коридор для персонала или дверь.

4.5. Боксы для проведения воздушно-радоновых процедур должны быть подсоединены к системе приточно-вытяжной вентиляции и обеспечивать его продувку чистым воздухом до полного удаления радона из объема бокса не более чем за 2-3 минуты.

**V. Требования к водоснабжению, канализации и вентиляции радоновых лабораторий и отделений радонотерапии**

5.1. Радоновые лаборатории и отделения радонотерапии оборудуются системами водоснабжения и канализации, которые могут быть частью общих систем водоснабжения и канализации данной организации.

При использовании для приготовления водных концентратов радона генераторов радона на основе 226Ra, а также отпуске радоновых процедур в кустовых и ординарных лабораториях и отделениях радонотерапии, жидкие радиоактивные отходы, содержащие 222Rn, не образуются. Сброс остатков водного концентрата радона и радоновых вод после отпуска радоновых процедур из лабораторий и отделений радонотерапии (радонолечебниц) осуществляется в систему канализации организации.

5.2. Помещения радоновых лабораторий (радонолечебниц) оборудуются системой приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением. Поступающий воздух в помещения подается в верхнюю зону, а удаляется из нижней зоны.

Общий воздухообмен в помещениях радоновых лабораторий и радонолечебниц устанавливается из расчета обеспечения среднегодового значения ЭРОА радона в воздухе помещений не выше допустимых уровней, указанных в пункте 3.3 настоящей главы. При расчете требуемой кратности воздухообмена следует использовать коэффициент запаса, равный 2.

Системы вентиляции помещений, в которых осуществляется приготовление искусственных концентратов радона и розлив концентрата по порционным склянкам, и помещений для отпуска радоновых процедур должны быть раздельными по притоку и вытяжке.

Выброс воздуха с остатками радона из установки для приготовления искусственных концентратов радона и розлива концентрата по порционным склянкам осуществляется через фильтр-поглотитель радона и его короткоживущих дочерних продуктов распада. Защитные боксы для размещения генераторов радона и установки для приготовления водного концентрата радона, а также вытяжные шкафы в помещении розлива радонового концентрата по порционным склянкам подсоединяются к вытяжной вентиляции помещения.

5.3. Включение вентиляции помещений для приготовления искусственных концентратов радона и розлива концентрата по порционным склянкам осуществляется дистанционно за пределами этих помещений. Необходимо предусматривать оборудование таких помещений резервным вытяжным агрегатом, производительность которого составляет не менее 1/3 от полной расчетной величины воздухообмена по вытяжке.

5.4. Выброс воздуха из помещений радоновых лабораторий и отделений радонотерапии с установками искусственного приготовления радонового концентрата организуется через вытяжной воздуховод, поднятый не менее чем на 1 м над коньком крыши самого высокого здания в радиусе 50 м.

Воздух из помещений для отпуска радоновых процедур допускается удалять в атмосферу без предварительного улавливания радона.

Для радоновых лабораторий и отделений радонотерапии с установками искусственного приготовления радонового концентрата расчетное содержание радона в удаляемом воздухе указывается в проекте.

5.5. Забор наружного воздуха для системы приточной вентиляции помещений радоновых лабораторий и радонолечебниц производится из чистой зоны на высоте не менее 2 м от поверхности земли и на расстоянии не менее 20 м по горизонтали от места удаления воздуха из помещений.

5.6. Требования к контролю за характеристиками системы приточно-вытяжной вентиляции в процессе эксплуатации устанавливаются в проектной документации. Проверка эффективности работы таких систем проводится не реже одного раза в 2 года.

При увеличении активности Ra в генераторе радона, внедрении новых методик отпуска радоновых процедур и увеличении их частоты проводится внеочередной контроль характеристик системы вентиляции.

5.7. Для снижения поступления радона в смежные помещения радоновых лабораторий и радонолечебниц помещения для приготовления и хранения препаратов радона и помещения для отпуска радоновых процедур следует размещать в отдельном крыле (отсеке) здания, изолированном и удаленном от остальных помещений организации.

5.8. Раковины для мытья рук в помещениях радоновых лабораторий и радонолечебниц с установками искусственного приготовления радонового концентрата оборудуются смесителями с локтевым (бесконтактным, педальным и прочим не кистевым) управлением.

**VI. Требования к радиационной безопасности при приготовлении водных концентратов радона и отпуске радоновых процедур**

6.1. Для обеспечения радиационной безопасности и предотвращения утечки радона конструкция генераторов радона и установок для приготовления водного концентрата радона должна быть герметичной. В процессе эксплуатации герметичность генераторов радона и установок для приготовления водного концентрата радона должна контролироваться в соответствии с технической документацией производителя.

6.2. Для снижения внешнего облучения персонала периодический осмотр генераторов радона и установок для приготовления водного концентрата радона и смазка кранов производятся не ранее, чем через 3 ч после полного удаления радона из генератора и/или установки.

6.3. Генератор радона, размещенный в свинцовом контейнере, и бак-смеситель для приготовления концентрата радона со стороны рабочего места персонала должны иметь защитный экран для снижения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на рабочем месте до уровня, не превышающего допустимый.

6.4. Фасовка концентрата радона в порционную тару осуществляется при помощи дистанционного дозатора, оборудованного резиновой трубкой с дистанционным держателем. Концентрат радона вводится в порционную тару, предварительно заполненную водой и размещенную в транспортных ящиках. Между транспортным ящиком и рабочим местом персонала устанавливается защитный экран для снижения внешнего облучения персонала до уровней, не превышающих значения, указанные в пункте 3.3 настоящей Главы.

6.5. Оставшийся в баке-смесителе установки для приготовления водного концентрата радона концентрированный водный раствор допускается удалять в канализационную систему с соблюдением требований, установленных в пункте 6.9 настоящей главы.

6.6. Минимально необходимый единовременный запас порционной тары с водным концентратом радона в кустовой или ординарной лаборатории, а также в радонолечебнице должен храниться в вытяжном шкафу. Не допускается оставлять порционную тару с водным концентратом радона в открытом виде.

6.7. Для проведения комбинированных радоновых ванн с интенсивным выделением газов (углекисло-, азотно-, кислородно-радоновых и других) следует применять ванны, оборудованные бортовыми отсосами воздуха.  
6.8. После окончания радоновых процедур вода из ванн или бассейнов сливается в систему канализации. Специальные меры очистки ванн от остатков радона и его ДПР не требуются.

6.9. Не использованный в течение дня раствор радона допускается сливать в наполненную водой ванну и выпускать в канализационную систему организации. Слив раствора радона в ванну, не заполненную водой, не допускается.

6.10. При проливе водных концентратов радона должна быть обеспечена интенсивная вентиляция помещения в течение 3-4 ч до полного удаления радона из воздуха помещения лаборатории в атмосферу, а остатки раствора с рабочих поверхностей удаляются с помощью ветоши или бумажной салфетки. Присутствие персонала в указанном помещении лаборатории до полного удаления радона из воздуха не допускается.

**VII. Ограничение облучения пациентов при отпуске радоновых процедур**

7.1. Беременные или кормящие женщины, а также родители детей-пациентов до проведения радоновых процедур должны быть информированы о пользе назначаемой процедуры и связанном с ней радиационном риске для эмбриона или плода, новорожденных и детей младшего возраста для обеспечения возможности принятия сознательного решения о проведении процедуры или отказе от нее.

7.2. Оценку доз облучения пациентов при назначении и отпуске радоновых процедур следует проводить по данным измерений удельной активности радона в воде радоновых ванн и ЭРОА радона в воздухе зоны дыхания пациентов с учетом продолжительности процедуры.

Методика оценки эффективных доз облучения пациентов при проведении наиболее часто назначаемых видов радоновых процедур приведена в приложении 4 к настоящей Главе. При внедрении новых радоновых процедур должна быть предусмотрена разработка методик оценки доз облучения пациентов при их отпуске.

7.3. Дозы облучения пациентов при проведении радоновых процедур подлежат регистрации и должны вноситься в персональный лист учета доз медицинского облучения. Контроль и учет доз облучения пациентов при проведении радоновых процедур осуществляется в рамках единой государственной системы контроля и учета доз облучения граждан (ЕСКИД).

7.4. Годовая эффективная доза облучения лиц, добровольно участвующих в медико-биологических исследованиях, обусловленная радоновыми процедурами, не должна превышать 1 мЗв.

**VIII. Меры безопасности при работе в радоновой лаборатории и радонолечебнице**

8.1. К работе на установках для приготовления искусственных концентратов радона допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, отнесенные приказом руководителя организации к категории персонала группы А. К работе допускаются лица, прошедшие обучение. Персонал радоновых лабораторий и радонолечебниц должен проходить предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры в установленном порядке.

8.2. Персонал группы А обеспечивается индивидуальными дозиметрами и радиометрами радона для контроля индивидуальных эффективных доз облучения. Оценка доз облучения персонала группы Б проводится расчетными методами по результатам определения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на рабочих местах и ЭРОА радона в воздухе помещений.

Для женщин в возрасте до 45 лет эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота не должна превышать 1 мЗв в месяц, а поступление радионуклидов в организм за год не должно быть более 1/20 предела годового поступления для персонала. На период беременности и грудного вскармливания ребенка женщины должны переводиться на работу, не связанную с источниками ионизирующего излучения.

8.3. Работа в лабораториях и радонолечебницах с установками для приготовления искусственных концентратов радона допускается только при действующей системе вентиляции, обеспечивающей предусмотренную проектом кратность воздухообмена и скорость движения воздуха в рабочих проемах вытяжных шкафов.

8.4. Вход персонала на рабочие места в помещения с установками для приготовления искусственных концентратов радона разрешается не ранее чем через 20 минут после включения приточно-вытяжной вентиляции.  
8.5. Персонал радоновых лабораторий с установками для приготовления искусственных концентратов радона должен быть обеспечен халатами, шапочками, перчатками, специальной обувью и средствами индивидуальной защиты органов дыхания.

8.6. К стирке специальной одежды дополнительные требования не предъявляются. При загрязнении спецодежды концентратом радона она помещается в вытяжной шкаф на 2-3 ч, после чего она может сдаваться в стирку.

8.7. Специальная одежда и средства индивидуальной защиты после ликвидации аварии, связанной с выходом радия из генератора радона, помещаются в сборник радиоактивных отходов и подлежат захоронению.

8.8. Помещения радоновых лабораторий с установками для приготовления искусственных концентратов радона оборудуются душевой, раздевалкой со шкафами для хранения личных вещей и специальной одежды.

При выходе персонала из этих помещений необходимо снять специальную одежду и средства индивидуальной защиты, вымыть руки с моющим средством и проверить отсутствие радиоактивного загрязнения рук прибором радиационного контроля.

8.9. В помещении радоновой лаборатории с установками для приготовления искусственных концентратов радона не допускается пребывание сотрудников без спецодежды, хранение пищевых продуктов, предметов косметики, личной одежды и других предметов, не имеющих прямого отношения к производственному процессу.

**IX. Мероприятия по профилактике и ликвидации радиационных аварий в радоновой лаборатории**

9.1. В радоновой лаборатории с установками для приготовления искусственных концентратов радона возможно два вида радиационных аварий: нарушение герметичности и/или целостности генератора радона (барботера), которое могло привести или привело к выходу за его пределы 226Ra, и пролив концентрата радона.

9.2. В организациях, в составе которых имеются радоновые лаборатории с установками для приготовления искусственных концентратов радона, разрабатывается инструкция по действиям персонала в аварийных ситуациях (далее - Инструкция). При возникновении радиационной аварии необходимо:

- проверить работу приточно-вытяжной вентиляции и, при необходимости, включить ее на постоянный режим;

- покинуть помещение, в котором произошла авария, проверив уровень радиоактивной загрязненности рук, одежды и обуви и, в случае наличия загрязнения, снять загрязненную одежду и пройти санитарную обработку;

- определить зону радиоактивного загрязнения и оградить ее;

- о случившейся радиационной аварии администрация организации в установленном порядке должна сообщить в органы государственной власти, в том числе органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

9.3. Для ликвидации последствий возможных аварий Инструкцией должен быть предусмотрен аварийный комплект, минимальный набор которого включает полукомбинезон, фартук с нагрудником, нарукавники, бахилы, респираторы, набор моющих средств, специальная герметичная емкость (контейнер) для сбора радиоактивных отходов и специальный герметик на случай разгерметизации барботера. Аварийный комплект должен храниться в специальном шкафу.

9.4. В случае нарушения целостности генератора радона (барботера), которое не привело к утечке Ra, необходимо образовавшееся в барботере отверстие закрыть герметиком, удалить стеклянную пробку крана и закрыть ее отверстие резиновыми пробками. На входную и выходную трубки барботера надеть резиновые трубки с зажимами.

9.5. В случае нарушения целостности генератора радона (барботера), которое привело к утечке Ra, разлитый раствор соли радия необходимо собрать ватным тампоном, смоченным слабым раствором соляной кислоты. Использованные ватные тампоны, разбитый барботер и другие загрязненные предметы собирают в контейнер для последующей передачи на захоронение в специализированную организацию.

9.6. После ликвидации аварии и окончания дезактивационных работ проводится радиационное обследование помещений с определением уровней снимаемого радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей помещения, оборудования и инструментов, которые не должны превышать 20 альфа-частиц в минуту с 1 кв.см.

**X. Производственный радиационный контроль**

10.1. В радоновых лабораториях и отделениях радонотерапии с установками для приготовления искусственных концентратов радона или использующих для отпуска радоновых процедур искусственно приготовленные концентраты радона осуществляется производственный радиационный контроль.  
10.2. Администрацией организации, в состав которой входит радоновая лаборатория с установками для приготовления искусственных концентратов радона или отделение радонотерапии, в которой для отпуска радоновых процедур используются искусственно приготовленные концентраты радона, утверждается программа радиационного контроля, устанавливающая объем, характер и периодичность радиационного контроля, а также порядок регистрации результатов с учетом особенностей и условий выполняемых работ (далее - Программа).

10.3. Радиационный контроль в радоновых лабораториях с установками для приготовления искусственных концентратов радона и отделениях радонотерапии, в которых для отпуска радоновых процедур используются искусственно приготовленные концентраты радона, включает:

- контроль индивидуальных доз облучения персонала группы А;

- контроль радиоактивного загрязнения кожных покровов персонала группы А, специальной одежды, средств индивидуальной защиты и поверхности рабочих помещений и оборудования;

- контроль за радиационной обстановкой в организации.

Контроль индивидуальных доз облучения лиц из числа персонала группы А включает индивидуальный дозиметрический контроль доз их внешнего облучения и определение доз внутреннего облучения за счет ЭРОА радона в воздухе. По результатам контроля определяются значения годовых эффективных доз облучения персонала.

Контроль индивидуальных доз облучения персонала группы Б допускается определять расчетными методами по результатам измерений мощности дозы гамма-излучения на рабочих местах и ЭРОА радона в воздухе производственных помещений.

10.4. Контроль радиоактивного загрязнения кожных покровов персонала группы А, специальной одежды и средств индивидуальной защиты проводится каждый раз при выходе из помещений с установками для приготовления искусственных концентратов радона, контроль радиоактивного загрязнения поверхности рабочих помещений и оборудования осуществляется в соответствии с Программой.

10.5. В рамках Программы проводятся следующие виды радиационного контроля в организации:

- измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на рабочих местах, в смежных помещениях и в помещениях для отпуска радоновых процедур;  
- определение ЭРОА радона в воздухе рабочих помещений лаборатории и радонолечебницы, а также в помещениях для отпуска радоновых процедур (контроль ЭРОА радона во время проведения радоновых процедур проводится в зоне дыхания пациента);

- контроль радиоактивного загрязнения поверхности помещений и оборудования лабораторий с установками для искусственного приготовления радоновых концентратов (в соответствии с Программой), а в помещениях для отпуска радоновых процедур - в случае радиационной аварии после ее ликвидации;

- контроль содержания радона в воздухе на выбросе из вентиляционного воздуховода после фильтров-поглотителей из помещений радоновых лабораторий с установками искусственного приготовления радонового концентрата.  
10.6. Радиационный контроль в радоновых лабораториях с установками для приготовления искусственных концентратов радона проводится службой радиационного контроля или лицом, ответственным за радиационный контроль, прошедшим специальное обучение.

10.7. При обнаружении радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей проводится комплексное радиационное обследование помещений с установками для приготовления искусственных концентратов радона и помещений для отпуска радоновых процедур.

10.8. Квартальные и годовые дозы персонала фиксируются в карточке учета (базе данных) индивидуальных доз. Копия карточки хранится в медицинской организации в течение 50 лет после увольнения персонала. В случае изменения места работы карточка учета доз работника передается на новое место работы. Данные о дозах у прикомандированных лиц сообщаются по месту работы. Работнику предоставляется полная информация о полученных им дозах профессионального облучения (в соответствии с подпунктом 3.13.7 ОСПОРБ-99/2020).

10.9. В радоновых лабораториях с установками для приготовления искусственных концентратов радона устанавливаются контрольные уровни по величине мощности дозы гамма-излучения на рабочих местах персонала, ЭРОА радона в воздухе помещений, включая и помещения для отпуска радоновых процедур, а также по уровню радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей и оборудования. При установлении контрольных уровней учитывают переменный в течение рабочего дня характер производственного процесса в лаборатории.

XI. Требования радиационной безопасности при транспортировании концентрата радона

11.1. Для транспортирования концентрата радона в порционной таре из кустовой радоновой лаборатории в радонолечебницу используется специально выделенное транспортное средство, оборудованное креплением для ящиков с гнездами для порционной тары с радоновым концентратом, исключающим их перемещение во время транспортирования.

Порционная тара должна иметь герметично закрывающиеся крышки. Укупоренную порционную тару размещают в гнезда ящиков для транспортирования. Таблетки с радоном перевозятся в транспортных свинцовых контейнерах.

11.2. Транспортный отсек автомобиля должен проветриваться и иметь систему обогрева для перевозки радонового концентрата в зимнее время. При перевозке концентрата радона водитель (экспедитор) должен при себе иметь:

- маршрут перевозки, указанный в путевом листе;

- сопроводительную документацию с указанием общего числа порционной тары с радоновым концентратом и активность радона в порционной таре или суммарную активность радона в перевозимом грузе.

11.3. Разовые поставки порционной тары с концентратом радона допускается перевозить на транспорте организации в багажном отделении с соблюдением требований по креплению груза.

11.4. Транспортные ящики должны располагаться на максимально возможном удалении от кабины водителя. При этом мощность дозы гамма-излучения в кабине водителя не должна превышать 1,2 мкЗв/ч.

11.5. Суммарная активность радона одновременно перевозимого концентрата радона не ограничивается. При этом, если суммарная активность радона превышает 100 МБк, то условия перевозки концентрата радона в транспортном средстве должны соответствовать требованиям главы 1 Раздела 1 «Обеспечение радиационной безопасности при транспортировании радиоактивных материалов (веществ)».

11.6. Водитель или экспедитор обеспечивают сохранность концентрата радона (таблеток с радоном) во время транспортирования. После доставки концентрата радона в радоновую лабораторию или радонолечебницу водитель или экспедитор под расписку в журнале или накладной сдает радоновый концентрат (таблетки с радоном) лицу, ответственному за хранение и учет радиоактивных веществ в организации.

11.7. При транспортировании растворов радона не допускается одновременная перевозка грузов, не предусмотренных документацией, а также проезд посторонних лиц.

Не допускается перевозка концентрата радона одновременно со взрывоопасными и легковоспламеняющимися веществами.

11.8. При аварийном розливе концентрата радона во время его перевозки необходимо тщательно проветрить грузовой отсек транспортного средства. О происшествии вносится запись в журнал или накладную и составляется акт с указанием причин происшествия и принятых мерах.

Водитель или экспедитор сообщают о случившемся администрации организации, обеспечивающей перевозку радона, потребителю (радоновую лабораторию, куда направлялся радоновый концентрат), а также в органы, осуществляющие федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Решение о возможности дальнейшей транспортировки концентрата радона принимается после расследования происшествия уполномоченными органами.  
11.9. После ликвидации последствий розлива сохранившаяся часть концентрата радона доставляется потребителю, а разбитая порционная тара возвращается в радоновую лабораторию.

11.10. На случай аварии в транспортном средстве для перевозки концентрата радона предусматривается аварийный комплект: лопата штыковая, флажки или предупредительные знаки радиационной опасности, резиновые перчатки, сапоги резиновые, халат или фартук, ветошь.

**XII. Поставка, учет, хранение генераторов радона и радонового концентрата**

12.1. Поставка генераторов радона для приготовления искусственных концентратов радона, а также концентратов радона проводится по заявкам.

Поставка генераторов радона для приготовления искусственных концентратов радона, а также концентратов радона проводится без заявок, если активность 226Ra в генераторе не превышает 10 кБк, а суммарная активность радона в получаемой партии радонового концентрата составляет менее 100 МБк.

Генераторы радона для приготовления искусственных концентратов радона должны иметь заводской номер с указанием в технической документации или паспорте номинальной активности 226Ra.

12.2. Передача генераторов радона для приготовления искусственных концентратов радона с активностью 226Ra более 10 кБк, а также радонового концентрата с суммарной активностью радона более 100 МБк от одной организации в другую проводится с обязательным информированием органов, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор по месту нахождения как передающей, так и принимающей организации в 10-дневный срок.

12.3. Поступившие в организацию генераторы радона с активностью Ra более 10 кБк и/или радоновый концентрат с суммарной активностью радона более 100 МБк подлежат учету.

12.4. В кустовой радоновой лаборатории лицо, назначенное ответственным за учет и хранение источников излучения, при отпуске радонового концентрата в ординарную радоновую лабораторию или радонолечебницу в журнале учета регистрирует количество порционных упаковок с концентратом радона, суммарную активность радона и наименование получателя.  
  
Сведения о полученных порциях радонового концентрата, их суммарной активности, а также расходе порционных упаковок для отпуска радоновых процедур заносятся в журнал.

12.5. Генераторы радона, не находящиеся в работе, должны храниться в вытяжном шкафу в специально оборудованном месте. При этом должна быть обеспечена их сохранность и исключен доступ к ним посторонних лиц. Генераторы радона в стеклянных барботерах должны быть помещены в охранную тару.

12.6. Генераторы радона, не пригодные для дальнейшего использования, подлежат сдаче в установленном порядке на долговременное хранение или захоронение в специализированную организацию.

**XIII. Требования по обеспечению радиационной безопасности при отпуске радоновых процедур с использованием минеральных радоновых вод**

13.1. Организации, в которых для отпуска радоновых процедур используются минеральные природные радоновые воды, к радиационным объектам не относятся. Облучение работников в этих организациях относится к облучению природными источниками ионизирующего излучения в производственных условиях.

13.2. При использовании для отпуска радоновых процедур минеральных природных радоновых вод в организации должны соблюдаться требования по обеспечению радиационной безопасности при облучении работников, населения и пациентов природными источниками излучения, установленные в [НРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902170553), [ОСПОРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902214068) и главе 1 Раздела 3.

13.3. При использовании для отпуска радоновых процедур минеральных природных радоновых вод основным источником облучения работников организаций и пациентов являются радон и его ДПР в воздухе помещений.

13.4. В организациях, в которых для отпуска радоновых процедур используются минеральные природные радоновые воды, радиационному контролю подлежат среднегодовые значения ЭРОА радона в воздухе помещений, в том числе и помещений для отпуска радоновых процедур. Источники радиоактивного загрязнения рабочих поверхностей, оборудования, инструментов, кожных покровов и одежды в данных организациях отсутствуют.

13.5. Требования к системе вентиляции в организациях, в которых для отпуска радоновых процедур используются минеральные природные радоновые воды, устанавливаются исходя из требований обеспечения среднегодового значения ЭРОА радона в воздухе помещений не выше 310 Бк/м. При расчете проектной кратности воздухообмена следует использовать коэффициент запаса, равный 2.

Система вентиляции помещений для отпуска радоновых процедур в таких организациях должна иметь световую и звуковую индикацию, которая должна срабатывать при нарушении установленного режима работы или выключении вентиляции.

В тех случаях, когда общий воздухообмен помещений связан с высокой подвижностью воздуха в помещении, используется система местных отсосов воздуха вблизи основных источников поступления радона в воздух помещений.  
13.6. Специальные требования к системам водоснабжения и канализации в организациях, в которых для отпуска радоновых процедур используются минеральные природные радоновые воды, не устанавливаются. Радиоактивные отходы при использовании для отпуска радоновых процедур минеральных природных радоновых вод радиоактивные отходы, в том числе жидкие не образуются.

Остатки неиспользованной минеральной природной радоновой воды, а также воду из ванн и бассейнов допускается сливать в общую канализацию.

13.7. Годовые эффективные дозы облучения работников организаций, в которых для отпуска радоновых процедур используются минеральные природные радоновые воды, в производственных условиях не должны превышать 5 мЗв/год.

В случаях, предусмотренных [пунктом 4.4. НРБ-99/2020](http://docs.cntd.ru/document/902214068), отдельные работники организаций по условиям труда могут быть приравнены к персоналу группы А.

13.8. Рекомендуемый набор помещений радоновых лабораторий и радонолечебниц, использующих для отпуска радоновых процедур природную минеральную радоновую воду, определяется видом и объемом отпускаемых процедур и приведен в приложениях 2 и 3 к настоящей главе.

13.9. В организациях, в которых для отпуска радоновых процедур используются минеральные природные радоновые воды, аварийные ситуации и радиационные аварии не возникают. При наличии световой и/или звуковой индикации нарушения режима работы системы вентиляции или ее отключении работников и пациентов следует вывести из помещений до устранения неисправности системы вентиляции.

13.10. При использовании минеральных природных радоновых вод радоноотделители размещаются в отдельных помещениях.

Из радоноотделителя воздушно-радоновая смесь подается в бокс по герметичному газопроводу.

Управление работой радоноотделителя и проведением радоновой процедуры в боксе осуществляется с пульта управления.

13.11. Транспортирование природной радоновой воды допускается без ограничений по радиационному фактору как безопасных грузов в радиационном отношении.

**Приложение 1.**

**Класс работ при работе с источниками Ra в радоновых лабораториях**

|  |  |
| --- | --- |
| Класс работ | Суммарная активность 226Ra на рабочем месте, приведенная к группе А, Бк |
| I | Более 1·109 |
| II | Свыше 1·106 до 1·109 |
| III | Свыше 1·104 до 1·106 |

**Приложение 2.**

**Рекомендуемый набор помещений для ординарных, кустовых радоновых лабораторий, радонолечебниц и отделений радонотерапии**

В зависимости от назначения и видов проводимых профилактических и/или лечебных радоновых процедур устанавливается перечень помещений, которые определяются при проектировании объекта.

**Ординарная радоновая лаборатория** размещается в отдельном здании или отдельной части здания изолировано от других его помещений. В лаборатории предусматривается следующий набор помещений:

- хранилище для размещения в специальной нише генераторов радона, установки для приготовления концентрата радона и поглотительного фильтра для радона;

- помещение розлива, где размещается вытяжной шкаф с дозатором и проводится розлив концентрата радона по порционным склянкам с установкой их в тарные ящики;

- помещение для персонала с индивидуальными шкафами для специальной одежды;

- помещения душевой и туалета.

**Кустовая радоновая лаборатория** размещается в отдельном здании и имеет следующий набор помещений:

- помещение для размещения установки по производству концентрата радона и размещения эксплуатируемых генераторов радона;

- помещение для ремонтных работ с генераторами радона, а также для хранения неиспользуемых препаратов радия и радиоактивных отходов;

- помещение для розлива концентрата радона по порционным склянкам, оборудованное вытяжным шкафом;

- хранилище для тары;

- хранилище готовой продукции, оборудованное стеллажами или транспортерами;

- моечная тары;

- санитарный пропускник с душевой, туалетом и дозиметрическим постом;

- раздевалка с индивидуальными шкафами для спецодежды персонала;

- комната персонала;

- помещение дозиметрической лаборатории;

- кабинет заведующего;

- помещение для персонала;

- кладовая для хранения уборочного инвентаря и аварийного комплекта средств защиты и моющих средств;

- прихожая с гардеробом для верхней одежды и раздевальная с индивидуальными шкафчиками для специальной одежды;

- вентиляционная камера.

Для лабораторий, оснащенных установками для производства таблеток с радоном, должно быть предусмотрено размещение установок в изолированных отсеках здания кустовой радоновой лаборатории. Установка для насыщения таблеток радоном вместе с генератором радона размещается в отдельном помещении в вытяжном шкафу и должна иметь защиту от внешнего гамма-излучения со стороны рабочих мест и смежных помещений, а также оснащаться поглотительным патроном с активированным углем.

При использовании гидрохинона необходимо контролировать величину его содержания в воде ванны по отношению к предельно допустимой концентрации гидрохинона.

**Отделение радонотерапии** включает следующие помещения:  
- кабины для проведения водных радоновых ванн;

- кабины для проведения гинекологических орошений;

- кабину для приема питьевых радоновых процедур или капсул с маслом, насыщенным радоном;

- помещение для проведения воздушно-радоновых ванн;

- кабины для проведения орошений радоновой водой головы и десен;

- кабины для проведения двух- и четырехкамерных ванн;

- помещение для проведения радоновых ингаляций (ингаляторий);

- кабины для проведения контрастных ванн, для проведения кишечных промываний, микроклизм, орошений, для введения ректальных свечей из масла какао, насыщенного радоном;

- помещение для писцин (специальных проточных бассейнов со ступенчатым дном) и др.;

- помещения для медицинского персонала, гардероб, санузел, хранилище порционных склянок и/или контейнеров с таблетками радона.

**Приложение 3.**

**Требования к оборудованию помещений отделений радонотерапии для отпуска радоновых процедур**

Требования к устройству помещений для проведения радоновых ванн

Помещения для отпуска радоновых ванн выделяется в изолированный от общего ванного отделения блок, в состав которого включают ванные кабины, помещение для хранения порционной тары, комнаты для персонала, служебный коридор и коридор для пациентов, помещение для сестринского поста и комнату отдыха для пациентов. Для проведения радоновых ванн выделяются ванные кабины с двумя помещениями для раздевания.

Во вновь строящихся ванных отделениях все ванны оборудуются бортовыми отсосами. В действующих отделениях при отпуске ванн с концентрацией радона в воде 4,5 кБк/л и более оборудование ванных емкостей бортовыми отсосами обязательно. Ванные отделения обеспечиваются приточно-вытяжной вентиляцией не менее чем с трехкратным воздухообменом в час по притоку и пятикратным - по вытяжке.

Помещение для хранения порционной тары с концентратом радона должно быть оборудовано вытяжным шкафом, в котором при необходимости устанавливают дополнительную свинцовую защиту, и находиться в непосредственной близости от ванных кабин для проведения радоновых процедур и сообщаться с ним через дверь либо через служебный коридор.

В водолечебницах, где проводятся радоновые ванны, служебные и вспомогательные помещения, ожидальные могут быть общими с другими помещениями водолечебницы, за исключением раздевалки для персонала. Отпуск радоновых ванн допускается проводить в общих водолечебных помещениях, когда другие процедуры в них не проводятся.

Требования к помещениям для проведения воздушно-радоновых ванн

Воздушно-радоновые ванны отпускаются в герметичных боксах, оборудованных системой подачи воздушно-радоновой смеси и приточно-вытяжной вентиляцией. Введение воздушно-радоновой смеси в бокс из порционной тары с водным концентратом радона осуществляется по герметичным воздуховодам. Для размещения одного бокса выделяется помещение для воздушно-радоновых ванн и для двух кабин-раздевалок. Бокс должен быть подсоединен к системе приточно-вытяжной вентиляции, обеспечивающей продувку его чистым воздухом не более чем за 2-3 минуты перед выходом пациента из бокса. Воздух для продувки бокса подогревается до температуры не менее 25°С.

Если воздушно-радоновые ванны отпускаются с использованием концентрата радона, то для его хранения процедурное помещение оборудуется вытяжным шкафом. При необходимости в вытяжном шкафу устанавливается дополнительная защита персонала и пациентов от внешнего гамма-излучения. При использовании природных радоновых вод воздушно-радоновую смесь получают в радоноотделителях, которые размещаются в отдельных помещениях. Если пациент при приеме воздушно-радоновых ванн находится в боксе и дышит воздушно-радоновой смесью, то перед подачей в бокс она пропускается через специальный фильтр для очистки от короткоживущих дочерних продуктов распада радона.

Требования к помещениям для проведения радоновых ингаляций

Помещение для проведения индивидуальных радоновых ингаляций оборудуется полукабинами, которые оснащаются системой местной вытяжной вентиляции.

Радоновые ингаляции проводятся через дыхательные маски с подачей в них по шлангам воздушно-радоновой смеси (в объеме 20-30 л/мин) и удалением выдыхаемого воздуха в вытяжную вентиляцию. Маска крепится на голове пациента подгоняемыми резиновыми лямками для практического исключения выделения радона из дыхательного объема маски в воздух ингалятория.

Устройство для получения воздушно-радоновой смеси размещается в отдельном помещении, а для очистки подаваемого в маску воздуха от короткоживущих дочерних продуктов распада радона предусматривается специальный фильтр.

Требования к помещениям для проведения радоновых орошений

Место для проведения орошения **головы и десен** оборудуется раковиной для удаления в канализацию используемого при орошении водного раствора радона, а также местным отсосом вытяжной вентиляции. Скорость движения воздуха в рабочем проеме местного отсоса должна быть не менее 1,5 м/с. Помещение для проведения орошений оборудуется общеобменной вентиляцией с учетом удаления воздуха через местные отсосы.

Для проведения **кишечных промываний и микроклизм** с применением радона выделяются отдельные кабины, оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией, санузлом и помещениями для раздевания.

Для проведения **гинекологических орошений** с применением радона выделяются отдельные кабины, оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией, санузлом и помещениями для раздевания.

Требования к помещениям для отпуска питьевых радоновых процедур

Для приема питьевых радоновых процедур выделяются помещения из расчета необходимой площади для пациентов и персонала медицинской организации.

В помещении устанавливают вытяжной шкаф для хранения порционной тары с водным раствором радона. При использовании для приема питьевых радоновых процедур искусственно приготовленных водных концентратов радона в вытяжном шкафу устанавливается дополнительная защита персонала и пациентов от внешнего гамма-излучения.  
Питье радоновой воды из порционной тары осуществляется при помощи сифона.

Требования к помещениям для проведения групповых ванн

Групповые ванны проводятся в специальных проточных бассейнах со ступенчатым дном - писцинах, рассчитанных на 8-20 пациентов с объемом воды на каждого из них не менее 1000 л.

Помещение для отпуска групповых радоновых ванн оборудуется системой общей приточно-вытяжной вентиляции. В необходимых случаях для эффективного удаления радона, выделяющегося из воды, вблизи зоны дыхания пациентов дополнительно устанавливаются устройства для местного отсоса воздуха.

**Приложение 4.**

**Методика расчета эффективных доз облучения пациентов при отпуске радоновых процедур**

При отпуске различных видов радоновых процедур дозы облучения пациентов определяются длительностью процедур, характеристиками источника излучения и условиями облучения пациентов.  
  
Дозы облучения пациентов при водных радоновых ваннах

Эффективная доза облучения пациентов при отпуске водных радоновых ванн определяется двумя основными компонентами: внешним облучением тела за счет гамма-излучения короткоживущих дочерних продуктов распада радона, содержащихся в радоновой воде ванн, и внутренним облучением пациента за счет ингаляционного поступления радона и его ДПР с вдыхаемым воздухом.

Считая, что при приеме водных радоновых ванн тело пациента целиком погружено в воду с удельной активностью радона (Бк/кг), эффективная доза его внешнего облучения определяется по формуле:



|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| , мЗв/процедуру, | (4.1) |

где Т - длительность процедуры, мин.

Эффективная доза внутреннего облучения пациента за счет ингаляционного поступления радона и его ДПР с вдыхаемым воздухом определяется значением ЭРОА радона в воздухе зоны дыхания (Бк/м3) и длительностью процедуры и рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| , мЗв/процедуру, | (4.2) |

где Т - то же, что и в формуле (4.1).

Суммарное значение эффективной дозы облучения пациента при приеме водных радоновых ванн рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| , мЗв/процедуру. | (4.3) |

Как следует из формулы (4.3), для расчета эффективных доз облучения пациентов при отпуске водных радоновых ванн необходимы данные об ЭРОА радона в воздухе зоны дыхания пациента, удельной активности радона в воде радоновой ванны и длительности процедуры. В ней не учтено, что пациент при входе в помещение для отпуска радоновых ванн и после окончания процедуры подвергается облучению за счет ингаляционного поступления радона и его ДПР с вдыхаемым воздухом.

Если длительность процедуры составляет 20-30 минут и более. Это влияет на оценку дозы его облучения незначительно. Для кратковременных процедур значение эффективной дозы облучения пациента при приеме водных радоновых ванн следует рассчитывать по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| , мЗв/процедуру, | (4.4) |

где Тing- время от момента входа пациента в помещение для приема водной радоновой ванны до выхода из него, мин.

Дозы облучения пациентов при воздушных радоновых ваннах

Если при отпуске воздушных радоновых процедур пациент дышит чистым воздухом, в котором ЭРОА радона близко к ее значению в атмосферном воздухе, то эффективная доза его облучения практически целиком определяется гамма-излучением ДПР радона в воздухе кабины, в которой пациент принимает воздушную радоновую ванну. Оценку эффективной дозы облучения пациента в этих условиях рассчитывают по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| , мЗв/процедуру, | (4.5) |

где Т - длительность процедуры, мин;

CRn- объемная активность радона в воздухе кабины (Бк/м3) в условиях полного радиоактивного равновесия с его ДПР.

Если при отпуске воздушных радоновых процедур пациент дышит воздухом помещения, в котором установлены кабины для отпуска воздушных радоновых ванн, то при расчете эффективных доз облучения пациента в этих условиях должен учитываться также вклад ингаляционного поступления радона и его ДПР с вдыхаемым воздухом. Эта составляющая эффективной дозы облучения пациента определяется по формуле (4.2), а для оценки суммарной дозы к ней добавляется доза за счет внешнего облучения пациента, полученная по формуле (4.5).

Дозы облучения пациентов при радоновых ингаляциях

Эффективная доза внутреннего облучения пациента за счет ингаляционного поступления радона с вдыхаемым воздухом при радоновых ингаляциях, когда перед подачей воздушной смеси от нее отделяются короткоживущие дочерние продукты радона, определяется значением ОА радона во вдыхаемой воздушной смеси CRn (Бк/м3) и длительностью процедуры и рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| , мЗв/процедуру, | (4.6) |

где Т - длительность процедуры, мин.

Эффективные дозы облучения пациентов при радоновых орошениях и свечах с радоном

Эффективные дозы облучения пациентов при проведении специальных радоновых процедур, при которых происходит локальное облучение отдельных органов, при наиболее неблагоприятных ситуациях не превышают 0,1 мЗв за процедуру.

1. Собрание законодательства Российской Федерации, 1996, № 3, ст. 141; 2011, № 30 (ч. 1), ст. 4596. [↑](#footnote-ref-1)
2. Действует до 31.12.2025. [↑](#footnote-ref-2)
3. Вводится с 01.01.2026 и распространяется на персонал группы А и группы Б. [↑](#footnote-ref-3)
4. Облучение медицинское – облучение ионизирующим излучением, которому подвергаются:

   - пациенты при прохождении ими диагностических или терапевтических медицинских процедур;

   - лица (за исключением персонала), которые сознательно и добровольно помогают в уходе за пациентами в больнице или дома;

   - лица, проходящие медицинские обследования в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур;

   - лица, участвующие в медицинских профилактических обследованиях и в медико-биологических исследованиях. [↑](#footnote-ref-4)
5. Объект радиационный - физический объект (сооружение, здание, огороженный комплекс зданий), где осуществляется обращение с техногенными источниками ионизирующего излучения. [↑](#footnote-ref-5)
6. Уровень вмешательства (УВ) - уровень радиационного фактора, при превышении которого следует проводить определенные защитные мероприятия. [↑](#footnote-ref-6)
7. Для лучевой терапии это требование относится к здоровым, не намеренно облучаемым, органам и тканям. [↑](#footnote-ref-7)
8. Вмешательство – деятельность, направленная на снижение вероятности, либо дозы, либо неблагоприятных последствий облучения населения при радиационных авариях, при обнаружении радиоактивных загрязнений объектов окружающей среды или повышенных уровней природного облучения на территориях, в зданиях и сооружениях. [↑](#footnote-ref-8)
9. Зона радиационной аварии - территория, на которой установлен факт радиационной аварии и дозы облучения персонала или населения могут превысить пределы доз. [↑](#footnote-ref-9)
10. \* Поступление радионуклидов с пищей не рассматривается у детей в возрасте менее 1 года, поскольку они питаются преимущественно грудным молоком. [↑](#footnote-ref-10)
11. Срок действия нормативов таблицы 8.3 до 31.12.2025. [↑](#footnote-ref-11)
12. Срок действия нормативов таблицы 8.7 до 31.12.2025 г. [↑](#footnote-ref-12)
13. Документ, выдаваемый федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными на осуществление федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, и удостоверяющий соответствие или несоответствие санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям факторов среды обитания, условий деятельности юридических лиц, граждан, в том числе индивидуальных предпринимателей. [↑](#footnote-ref-13)
14. Собрание законодательства Российской Федерации, 1996, № 3, ст. 141; 2011, № 30 (ч. 1), ст. 4596. [↑](#footnote-ref-14)
15. Постановлением Правительства Российской Федерации от 28.01.1997 № 93 «О порядке разработки радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий». [↑](#footnote-ref-15)
16. Постановление Правительства Российской Федерацииот 03.03.1997 № 240 «Об утверждении перечня должностей работников объектов использования атомной энергии, которые должны получать разрешения Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на право ведения работ в области использования атомной энергии (Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, № 10, ст. 1180; 2018, № 17, ст. 2485). [↑](#footnote-ref-16)
17. Для лучевой терапии это требование относится к здоровым, ненамеренно облучаемым, органам и тканям. [↑](#footnote-ref-17)
18. Федеральный закон от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации». [↑](#footnote-ref-18)
19. Постановление Правительства РФ от 27 декабря 2012 г. N 1416 "Об утверждении Правил государственной регистрации медицинских изделий" [↑](#footnote-ref-19)
20. Постановление Правительства Российской Федерации от 28 января 1997 г. № 93 «О порядке разработки радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий» [↑](#footnote-ref-20)
21. Федеральный закон от 09.01.1996 N 3-ФЗ (ред. от 19.07.2011) "О радиационной безопасности населения" [↑](#footnote-ref-21)
22. Используемые для проведения таких измерений дозиметрические приборы должны быть защищены от воздействия высокочастотных электромагнитных полей и соответствовать параметрам регистрируемого излучения и иметь действующее свидетельство о поверке. [↑](#footnote-ref-22)
23. Собрание законодательства Российской Федерации, 2011, № 29, ст. 4281; 2013, № 27, ст. 3480. [↑](#footnote-ref-23)
24. Собрание законодательства Российской Федерации, 2012, № 44, ст. 6017; 2015, № 6, ст. 974. [↑](#footnote-ref-24)
25. Такой подход к определению критической группы позволяет оценить в одинаковых условиях дозообразующие свойства территорий, прилегающих к местам проведения МЯВ, по сумме внешнего и внутреннего облучения. [↑](#footnote-ref-25)
26. ДМЭД равна отношению основного предела годовой эффективной дозы для рассматриваемой категории лиц к продолжительности их равномерного облучения в рабочее время в течение года. [↑](#footnote-ref-26)
27. Для передвижных рентгеновских установок допускается повышение ДМЭД на прилегающей территории в 10 раз. [↑](#footnote-ref-27)
28. Для кратковременных операций с ИИИ (например, перемещение фасовки РФП и др), вместо соблюдения производных допустимых уровней мощности дозы (ДМЭД, см. Приложение 3) следует ограничивать эффективную дозу за рабочий день не более 0,07 мЗв. [↑](#footnote-ref-28)