Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при лучевой терапии закрытыми радионуклидными источниками

Методические указания
МУ 2.6.1.2135—06

Издание официальное

Москва • 2007

gost.e-ecolog.ru

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

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ.
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при лучевой терапии закрытыми радионуклидными источниками

Методические указания
МУ 2.6.1.2135—06

ББК 51.26
Г46

Г46 **Гигиенические** требования по обеспечению радиационной безопасности при лучевой терапии закрытыми радионуклидными источниками: Методические указания.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007.—46 с.

ISBN 5—7508—0631—6

1. Разработаны: ГОУ ДПО Российская медицинская академия последипломного образования Минздравсоцразвития России (С. И. Иванов – руководитель разработки, Н. А. Акопова, Е. П. Ермолина, Н. Н. Котов, В. Н. Летов, В. А. Перцов); Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Г. С. Перминова); Институт медицинской физики и инженерии (Б. Я. Наркевич, В. А. Костылёв); Медицинский радиологический научный центр РАМН, Обнинск (Ю. С. Мардынский); Российский онкологический научный центр им. Н. Н. Блохина РАМН (С. И. Ткачёв); Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П. А. Герцена Минздравсоцразвития России (Ю. А. Рахманин); Государственный специализированный проектный институт Росатома (В. А. Жажа, Б. Ф. Чащин, А. П. Хромов); Московский отдел инспекций радиационной безопасности Центрального межрегионального территориального округа по надзору за ядерной и радиационной безопасностью Ростехнадзора (А. В. Левчук); Филиал ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» в ЮАО г. Москвы (Н. П. Зиновьева); ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в Орловской области (В. Г. Симонова); ТО Управления Роспотребнадзора по г. Москве (Д. Н. Логинов).

2. Рекомендованы к утверждению комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию (протокол № 2 от 11.07.06).

3. Утверждены Руководителем федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 8 ноября 2006 г.

4. Введены в действие с 1 января 2007 года.

5. Введены впервые.

ББК 51.26

ISBN 5—7508—0631—6

© Роспотребнадзор, 2007
© Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007

Содержание

1. Область применения 4
2. Нормативные ссылки 5
3. Общие положения 6
4. Требования к размещению производственных помещений для лучевой терапии 12
5. Требования к радиационной защите производственных помещений 17
6. Требования к техническому оснащению и организации работ в подразделениях лучевой терапии 21
7. Профилактика и устранение последствий радиационных аварий 27
8. Обеспечение радиационной безопасности пациентов 31
9. Обеспечение радиационной безопасности персонала 33
10. Контроль обеспечения радиационной безопасности 36
Приложение. Методы радиационного контроля 40

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации
Г. Г. Онищенко
8 ноября 2006 г.
Дата введения: 1 января 2007 г.

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ.
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при лучевой терапии закрытыми радионуклидными источниками

Методические указания
МУ 2.6.1.2135—06

1. Область применения

1.1. Настоящие методические указания устанавливают основные требования по обеспечению радиационной безопасности пациентов, персонала, населения и окружающей среды при проведении лучевой терапии с использованием закрытых источников ионизирующего излучения (далее – *лучевой терапии*).

1.2. Указания распространяются на кабинеты и отделения лучевой терапии лечебно-профилактических учреждений, научно-исследовательских институтов, учреждений высшего и дополнительного профессионального образования и других учреждений, где применяются методы дистанционной, контактной (внутриполостной и внутритканевой) лучевой терапии закрытыми радионуклидными источниками ионизирующего излучения.

1.3. Требования указаний используются при проектировании, реконструкции, строительстве новых и эксплуатации действующих кабинетов и отделений лучевой терапии.

1.4. Требования указаний предназначены для органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологичес-

кий надзор. Ими могут руководствоваться также органы государственной власти и местного самоуправления, организации всех форм собственности, индивидуальные предприниматели, граждане.

1.5. Указания не распространяются на кабинеты и отделения лучевой терапии открытыми радионуклидными источниками ионизирующего излучения, на кабинеты с генерирующими источниками ионизирующего излучения, в том числе с ускорителями заряженных частиц и с рентгенотерапевтическими аппаратами.

2. Нормативные ссылки

Настоящие методические указания основаны на следующих нормативных документах, рекомендациях и методических указаниях:

- Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 09.01.96 № 3-ФЗ;
- Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.99 № 52-ФЗ;
- Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.02 № 184-ФЗ;
- Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» от 21.11.95 № 170-ФЗ;
- Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): СП 2.6.1.758—99. Минздрав России, 1999;
- Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99): СП 2.6.1.799—99. Минздрав России, 2000;
- Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002): СП 2.6.6.1168—02. М.: Минздрав России, 2002;
- Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации больниц, родильных домов и других лечебных стационаров: СанПиН 2.1.3.1375—03;
- Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований: СанПиН 2.6.1.1192—03;
- Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий: СП 1.1.1058—01;
- Санитарные правила по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов (веществ): СанПиН 2.6.1.1281—03;
- Установление категории потенциальной опасности радиационного объекта: МУ 2.6.1.2005—05;

• Правила организации системы государственного учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 11.10.97 № 1298);

• Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками ионизирующего излучения. Серия изданий МАГАТЭ № 115, 1996;

• Данные для использования при защите от внешнего излучения. Защита пациента в ядерной медицине. Публикации 51 и 52 МКРЗ. Энергоатомиздат, 1993;

• International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radionuclide Sources. IAEA, Vienna, 2003;

• Design and Implementation of a Radiotherapy Program: Clinical, Medical Physics, Radiation Protection and Safety Aspects. IAEA TECDOC-1040, IAEA, Vienna, 1998;

• Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X-Rays and Gama Rays of Energies up to 10 MeV. NCRP Report 49. Washington, DC, 1976.

3. Общие положения

3.1. В соответствии с классификацией радиационных объектов по потенциальной опасности кабинеты лучевой терапии должны отвечать требованиям III или IV категории радиационной опасности. Конкретная категория опасности устанавливается на стадии проектирования кабинета лучевой терапии.

3.2. Система обеспечения радиационной безопасности при проектировании и эксплуатации кабинетов лучевой терапии должна предусматривать практическую реализацию трех основополагающих принципов радиационной безопасности – нормирования, обоснования и оптимизации.

3.2.1. Принцип нормирования реализуется:

• установлением гигиенических нормативов (основных пределов доз, допустимых и контрольных уровней) облучения персонала и населения.

3.2.2. Принцип обоснования реализуется с учетом следующих требований:

• лучевая терапия проводится строго по медицинским показаниям лишь в тех случаях, когда отсутствуют альтернативные методы лечения, пациент отказывается от альтернативных методов лечения или альтернативные методы лечения приводят к клинически худшему результату;

• польза для пациента от ожидаемого терапевтического эффекта, безусловно, должна превосходить ожидаемый вред от полученной дозы облучения;

• риск отказа от лучевой терапии должен заведомо превышать риск от облучения при ее проведении.

3.2.3. Принцип оптимизации или ограничения уровней облучения при проектировании и эксплуатации кабинетов лучевой терапии осуществляется посредством:

• поддержания доз облучения пациентов на таких низких уровнях, которые возможно достичь при условии обеспечения необходимого объема и качества терапевтического эффекта, с учетом экономических и социальных факторов;

• максимально возможного снижения поглощённой дозы облучения нормальных органов и тканей, окружающих мишень, при обеспечении терапевтически эффективной дозы облучения мишени и исключении высокой вероятности поздних постлучевых повреждений;

• поддержания доз профессионального облучения персонала на таких низких уровнях, которые возможно достичь с учётом экономических и социальных факторов.

3.3. Радиационная безопасность в подразделении лучевой терапии обеспечивается:

• обоснованным выбором места и площадки для размещения радиологического корпуса (подразделения лучевой терапии);

• технологически и санитарно-гигиенически обоснованными характеристиками проекта помещений, в которых размещается подразделение лучевой терапии;

• конструкцией и физико-техническими характеристиками радиационно-терапевтических аппаратов и качеством их изготовления;

• рациональной организацией рабочих мест и работ с источниками ионизирующих излучений;

• штатной эксплуатацией радиационно-терапевтической аппаратуры и оборудования;

• использованием средств и технологий коллективной и индивидуальной радиационной защиты от воздействия источников ионизирующего излучения;

• наличием и непрерывным функционированием системы радиационного контроля;

• планированием и проведением конкретных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности пациентов, персонала и насе-

ления при нормальной работе подразделения, реконструкции его помещений и выводе из эксплуатации;

• государственным санитарно-эпидемиологическим надзором за соблюдением требований радиационной безопасности;

• обучением персонала радиационно-безопасным методам и приёмам работы с закрытыми радионуклидными источниками;

• повышением радиационно-гигиенической грамотности пациентов и населения.

3.4. 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.

3.5. Все вышеперечисленные показатели указываются в радиационно-гигиеническом паспорте организации, заполняемом в установленном порядке и характеризующем уровень обеспечения радиационной безопасности в данной организации.

3.6. При проведении лучевой терапии администрация учреждения (клиники, больницы, другой организации) обеспечивает:

• контроль сроков действия разрешительных документов (лицензия, разрешение, санитарно-эпидемиологическое заключение и пр.) органов государственного регулирования радиационной безопасности, а также их своевременное переоформление;

• контроль состояния, обслуживания и ремонта оборудования, влияющего на обеспечение безопасности разрешенной деятельности, в объёме, необходимом для поддержания его исправного состояния; указанное оборудование должно иметь необходимую эксплуатационную документацию;

• беспрепятственный доступ должностных лиц органов государственного регулирования радиационной безопасности на объекты осуществления разрешенного вида деятельности для проведения инспекций, а также предоставление им необходимых справок и сведений по возникающим вопросам;

• разработку и реализацию плана мероприятий по приведению системы обеспечения радиационной безопасности в соответствие с требованиями введенных в действие новых нормативных и организационно-распорядительных документов;

• наличие нормативной документации по обеспечению радиационной безопасности в полном объеме действующих документов и своевременную корректировку её перечня;

• выполнение требований нормативной документации по обеспечению радиационной безопасности в условиях нормальной эксплуатации радиационных источников и в аварийных ситуациях;

• периодический анализ и оценку радиационной безопасности в учреждении, реализацию мер по совершенствованию обеспечения радиационной безопасности;

• выполнение постановлений и предписаний должностных лиц органов исполнительной власти, осуществляющих государственный надзор и контроль в области обеспечения радиационной безопасности;

• ведение учета и контроля радионуклидных источников по формам государственного учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов;

• сдачу радионуклидных источников, дальнейшее использование которых не предусматривается (включая радионуклидные источники с истекшим сроком службы), в специализированные организации по обращению с радиоактивными отходами для их захоронения;

• осуществление эксплуатации радиационных источников только в назначенный срок эксплуатации. При необходимости эксплуатации радиационных источников сверх назначенного срока – проведение оценки возможности его продления или вывода из эксплуатации в соответствии с требованиями ОСПОРБ-99;

• физическую защиту радионуклидных источников с целью исключения их хищения и несанкционированного использования;

• необходимую численность и квалификацию работников (персонала), осуществляющих разрешенный вид деятельности;

• планирование и осуществление повышения квалификации работников (персонала) по радиационной безопасности, радиационному кон-

тролю, учету и контролю радиоактивных веществ и радиоактивных отходов, физической защите;

• контроль радиационной обстановки на рабочих местах, в помещениях и на территории учреждения;

• индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы А;

• обучение, регулярную переподготовку и аттестацию руководителей и исполнителей работ в подразделениях лучевой терапии, специалистов службы радиационной безопасности, а также других лиц, постоянно или временно выполняющих работы с источниками излучения, по вопросам обеспечения радиационной безопасности;

• регулярное проведение инструктажа и проверки знаний персонала в области радиационной безопасности;

• проведение предварительного (при поступлении на работу) и периодических (не реже одного раза в год) медицинских осмотров персонала;

• регулярное информирование персонала об уровнях облучения на рабочих местах и величинах полученных индивидуальных доз профессионального облучения;

• своевременное информирование органов Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека о радиационных авариях;

• выполнение заключений и предписаний органов указанной службы;

• реализацию прав граждан в области обеспечения радиационной безопасности.

3.7. Ответственность за обеспечение безопасности при работе в кабинетах и отделениях лучевой терапии возлагается на администрацию учреждения.

3.8. Администрация учреждения разрабатывает и утверждает инструкцию по радиационной безопасности, включающую положения о порядке работ с источниками ионизирующего излучения, учете, хранении, выдаче источников излучения, производственном контроле, в том числе, радиационном контроле, мерах личной гигиены, а также о действиях персонала в случаях возникновения радиационных аварий в соответствии с требованиями нормативных документов.

3.9. Кабинет лучевой терапии может быть введен в эксплуатацию только после оформления санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии условий работы санитарным правилам и получения лицензии.

3.10. Не допускается использование радиационных источников без санитарно-эпидемиологических заключений и лицензий.

3.11. Сведения по текущей профилактике и ремонту оборудования указываются в контрольно-техническом журнале данного кабинета.

3.12. Все применяемые методики лучевой терапии должны быть утверждены Федеральным агентством в сфере здравоохранения и социального развития России в виде методических указаний или рекомендаций, или стандартов противоопухолевого лечения. В описаниях этих методик устанавливаются контрольные уровни облучения пациента при выполнении процедур в оптимальном режиме. Числовые значения контрольных уровней облучения пациента должны обеспечивать минимизацию радиационного ущерба при безусловном превосходстве пользы над вредом.

3.13. Проектирование, строительство помещений подразделений лучевой терапии, изготовление, монтаж, наладка, ремонт и сервисное обслуживание аппаратуры, технологического оборудования и средств радиационной защиты осуществляются только организациями, имеющими специальное разрешение (лицензию) на осуществление указанной деятельности.

3.14. Санитарно-эпидемиологический надзор за обеспечением радиационной безопасности в отделениях лучевой терапии включает оценку всех условий и факторов, оказывающих влияние на уровни облучения персонала, пациентов и населения, перечисленных в настоящих указаниях.

3.15. При работах в подразделениях лучевой терапии возможно воздействие на персонал следующих опасных и вредных производственных факторов.

3.15.1. Ионизирующее излучение:

• внешнее облучение гамма-квантами от радионуклидных закрытых источников ионизирующего излучения;

• внешнее облучение потоками бета-частиц от радионуклидных закрытых источников ионизирующего излучения;

• возможное радиоактивное загрязнение рабочих поверхностей и повышенное содержание радиоактивных аэрозолей в воздухе рабочих помещений в случае разгерметизации закрытых радионуклидных источников излучения.

3.15.2. Нерадиационные факторы:

• опасный уровень напряжения в электрических цепях аппаратуры и оборудования, замыкание которых может произойти через тело человека;

• повышенный уровень шума, создаваемого электроприводами радиационной аппаратуры, холодильными установками, воздушными вентиляторами и другими установками;

• повышенные физические усилия при эксплуатации оборудования;

• токсичные компоненты защитных материалов (свинец и т. п.);

• лазерное излучение, применяемое в аппаратах лучевой терапии и предлучевой подготовки (прямое, отражённое, рассеянное);

• открытые движущиеся элементы аппаратов, машин и механизмов;

• возможность воздушной и контактной передачи инфекции.

3.16. Уровни опасных и вредных производственных факторов в кабинетах лучевой терапии не должны превышать величин, указанных в действующих нормативных документах.

4. Требования к размещению производственных помещений для лучевой терапии

4.1. При выборе мест размещения помещений для подразделений лучевой терапии следует руководствоваться требованиями СанПиН 2.1.3.1375–03 «Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации больниц, родильных домов и других лечебных учреждений», настоящих указаний.

4.2. Размещение этих помещений или радиологического корпуса согласовывается с органами Роспотребнадзора. Проектирование, строительство новых и реконструкцию действующих радиологических корпусов, помещений для подразделений лучевой терапии должны выполнять организации, имеющие соответствующие лицензии на проведение данных работ.

4.3. Запрещается размещать кабинеты для дистанционного и контактного терапевтического облучения в жилых и общественных зданиях.

4.4. Вновь строящиеся отделения и кабинеты дистанционной лучевой терапии должны размещаться в отдельно стоящем радиологическом корпусе, пристройке или отдельном крыле здания медицинского учреждения.

4.5. Состав и площади помещений вновь строящихся и реконструируемых кабинетов и отделений, требования к вентиляции, отоплению и освещению помещений должны соответствовать требованиям санитарных правил.

4.6. Основными принципами планировочно-функционального расположения помещений кабинетов и отделений должны быть:

• сосредоточение помещений, в которых проводятся работы с радионуклидными источниками ионизирующих излучений, 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.

4.7. 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).

4.8. Рекомендуемый состав помещений для дистанционного гамматерапевтического облучения:

4.8.1. Помещения для ожидания больными своей очереди на облучение и на остальные технологические процедуры лучевой терапии. Они должны быть изолированы от других помещений клиники 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.

4.8.2. 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.

4.8.3. 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.

4.8.4. 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 инди-

видуальных 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.

4.8.5. Один или несколько кабинетов должны быть выделены для размещения средств модификации радиочувствительности облучаемых патологических тканей.

4.8.6. 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 проёма с размерами, которые несколько превышают соответствующие габариты устанавливаемого в каньоне оборудования; после выполнения монтажа проём должен быть заложен защитными блоками. Их совокупность должна обеспечивать такую же кратность ослабления излучения, как и остальная часть стены вне проема.

4.8.7. 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.

4.9. 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 закрытыми радионуклидными источниками излучения. Рекомендуемый состав помещений для контактного гамма-терапевтического облучения с низкой мощностью дозы следующий.

4.9.1. Кабинет-хранилище для хранения источников и для подготовки их к введению в тело пациента. В нём должен находиться защитный сейф для хранения источников, снабжённый надёжным 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.

4.9.2. Кабинет-операционная. В нём 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.

4.9.3. 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.

4.9.4. Палаты для пациентов, куда больные доставляются после введения эндостатов с источниками для достаточно продолжительного контактного облучения, рекомендуется проектировать одноместными. В палатах должно быть установлено всё необходимое оборудование для надёжной 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.

4.10. 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.

4.10.1. 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.

4.10.2. 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 упрощённой 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 рентгеностереосъёмки для дозиметрического планирования.

4.10.3. 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.

5. Требования к радиационной защите производственных помещений

5.1. 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 основных пределов дозы для персонала и населения.

5.2. В помещениях кабинетов, в которых пол расположен непосредственно над грунтом, защита от излучения в этом направлении не предусматривается.

5.3. В помещениях кабинетов лучевой терапии, потолок которых находится непосредственно под крышей, защита верхнего перекрытия определяется при проектировании с учётом продолжительности возможного пребывания персонала на крыше во время сеансов облучения, а также с учётом непревышения допустимых уровней излучения в остальных помещениях радиологического корпуса, на прилегающей территории и в соседних зданиях (с учётом возможности последующей застройки). Расчёт защиты должен проводиться на прямой пучок излучения и излучения, рассеянного в материале перекрытия и в воздухе.

5.4. В каньонах для размещения гамма-терапевтических аппаратов дистанционного и контактного облучения не должно быть оконных проемов.

5.5. Вход в процедурные помещения аппаратов лучевой терапии должен быть выполнен в виде защитного лабиринта не менее чем с одним коленом.

5.6. Все проёмы, коммуникационные и технологические каналы в радиационной защите должны быть спроектированы и изготовлены таким образом, чтобы эффективность защиты в местах их расположения была не ниже расчётной для остальной защиты.

5.7. Защитные смотровые окна в кабинетах предлучевой подготовки должны располагаться вне прямого пучка излучения при всех возможных положениях источника.

5.8. Расчёт радиационной защиты кабинетов для предлучевой подготовки, оснащённых рентгеновскими симуляторами или симуляторами-томографами, должен проводиться согласно требованиям СанПиН 2.6.1.1192—03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований».

5.9. 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 радиационной безопасности персонала.

5.10. При проектировании или наличии двухместных палат для размещения больных с веденными в тело закрытыми радионуклидными источниками 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 учётом необходимости обеспечить снижение облучения каждого больного от другого пациента в той же палате.

5.11. При проектировании радиационной защиты кабинетов контактного облучения с высокой мощностью дозы такой расчёт 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 жёстко не фиксируется и не коллимируется, в связи с чем расчёт толщины стен и потолка должен выполняться по исходному нерассеянному излучению источника, т. е. как для первичных радиационно-защитных барьеров.

5.12. Мощность дозы от гамма-терапевтических аппаратов с закрытыми источниками ионизирующего излучения не должна превышать 20 мкГр/ч (мкЗв/ч) на расстоянии 1 м от поверхности защитного блока с источником, находящимся в положении «хранение».

5.13. 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 (K) мощности эквивалентной дозы излучения в данной точке в отсутствии защиты до значения проектной мощности дозы:

$$K = \frac{\dot{H}}{\dot{H}_{пр}}, \text{ где}$$

$\dot{H}$ – средняя за смену мощность дозы в данной точке без защиты, мкЗв/ч:

а) для гамма-терапевтических аппаратов дистанционного облучения:

$$\dot{H} = \frac{W \cdot 10^6 \cdot r^2}{T_{нед} \cdot R^2},$$

б) для гамма-терапевтических аппаратов контактного облучения:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_1 \cdot K_{об.}}{R^2}, \text{ где}$$

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;

10^6 – коэффициент перевода Гр в мкЗв;

$T_{нед}$ – продолжительность работы в неделю, для односменной работы отделения $T_{нед}$ = 30 ч, для двухсменной работы $T_{нед}$ = 60 ч;

$\dot{H}_1$ – мощность дозы на расстоянии 1 м от источника, мкЗв/ч;

$K_{об}$ – доля продолжительности облучения от общей продолжительности работы;

$\dot{H}_{пр}$ – проектная мощность дозы, мкЗв/ч.

Величина рабочей нагрузки и доли продолжительности облучения указываются 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:

$$\dot{H}_{пр} = \frac{0{,}5 \cdot 10^3 \cdot ПД}{t_c \cdot n \cdot T}, \text{ где}$$

0,5 – коэффициент, учитывающий коэффициент запаса, равный 2, вводимый при проектировании защиты;

10^3 – коэффициент перевода мЗв в мкЗв;

$ПД$ – предел дозы для соответствующей категории лиц по НРБ-99;

t_c – стандартизированная продолжительность работы на аппарате лучевой терапии в течение года при односменной работе персонала группы А, t_c = 1 500 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, $t_p = t_c \cdot n$;

T – коэффициент занятости помещения, учитывающий максимально возможную продолжительность нахождения людей в зоне облучения.

5.14. 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 $\dot{H}_{пр}$, используемая при проектировании стационарной защиты, рассчитанная исходя из значений основных пределов доз ПД, параметров T, n, t_p для помещений различного назначения

Помещение, территория	$\dot{H}_{пр}$, мкЗв/ч	T, отн. ед.	N, отн. ед.	t_p, ч/год	$ПД$, мЗв/год
Помещения постоянного пребывания персонала группы А (все помещения, входящие в состав отделений лучевой терапии)	6,0	1	1	1 000	20
Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с отделениями, кабинетами лучевой терапии, в которых размещены постоянные рабочие места персонала группы Б	1,2	1	1,2	2 000	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	2 000	5
Помещения эпизодического пребывания персонала группы Б (технический этаж, подвал, чердак и др.)	20	0,06	2	2 000	5
Палаты стационара (нерадиологические), смежные по вертикали и горизонтали с отделениями, кабинетами лучевой терапии	0,6	0,25	2	3 000	1
Территория, прилегающая к наружным стенам отделений, кабинетов лучевой терапии	1,2	0,12	2	3 000	1

6. Требования к техническому оснащению и организации работ в подразделениях лучевой терапии

6.1. 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.

6.2. В кабинетах и отделениях лучевой терапии должна быть установлена автономная приточно-вытяжная вентиляция.

6.2.1. Рециркуляция воздуха в рабочих помещениях запрещена.

6.2.2. 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.

6.2.3. Устройства забора воздуха из атмосферы должны быть расположены на расстоянии не менее 15 м по горизонтали от устройств выброса воздуха из производственных помещений.

6.2.4. Устройства управления системой вентиляции должны располагаться вне каньонов гамма-терапевтических аппаратов.

6.3. Водоснабжение и канализация в помещениях подразделения лучевой терапии должны соответствовать требованиям НРБ-99, ОСПОРБ-99.

6.4. Отопление помещений подразделения лучевой терапии должно быть водяным или воздушным.

6.5. Электроснабжение и заземление в кабинетах и отделениях лучевой терапии должно удовлетворять требованиям действующих правил устройства электрооборудования.

6.5.1. Запрещается использовать линии водоснабжения, канализации и отопления для заземления электрооборудования.

6.5.2. Зануление аппаратов не допускается.

6.5.3. В кабинетах лучевой терапии должны быть установлены стационарные штепсельные розетки для подключения измерительных приборов, видеоконтрольных и переговорных устройств, а также электроинструментов для технического обслуживания.

6.5.4. Каждый гамма-терапевтический аппарат должен быть присоединен к сети электроснабжения через силовой распределительный щит, доступ к которому должен быть удобным и безопасным.

6.5.5. 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.

6.5.6. 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.

6.5.7. 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.

6.5.8. В каньонах и пультовых подразделениях лучевой терапии должно быть предусмотрено аварийное освещение от автономного источника аварийного электроснабжения.

6.6. Входная дверь в каньон должна отвечать следующим требованиям:

- легкость открывания и закрывания;
- материал и толщина полотна двери должны обеспечивать непревышение установленных пределов дозы профессионального облучения персонала, находящегося в пультовой. Данное требование должно быть обеспечено, главным образом, конфигурацией защитного лабиринта в каньоне и, в меньшей степени, конструкцией самой двери;
- на двери должен быть хорошо различимый знак радиационной опасности установленной формы;
- дверь должна свободно открываться изнутри каньона во избежание возможного возникновения аварийной ситуации в каньоне в ходе сеанса облучения, а также аварийного облучения лиц из персонала.

6.7. На входе в каньон должно быть установлено не менее двух полностью автономных систем блокировки: система, связывающая оборудование на двери с аппаратом, и система, связывающая механизм от-

крывания двери с мощностью дозы. Изготовитель гамма-терапевтического аппарата обязан предоставить пользователю монтажные схемы соединения блокировок с аппаратом, установленным в каньоне.

6.7.1. Системы блокировки должны отвечать следующим требованиям:

• блокировка открывания двери в режиме облучения, срабатывающая от сигнала аппарата и от аппаратуры контроля мощности дозы;

• блокировка включения режима облучения при открытой двери;

• отключение и блокировка режима облучения на аппарате при отказе любой из двух систем 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.

6.7.2. В каньоне должна быть смонтирована красная кнопка аварийного выключения аппарата и блокировки двери, причём удобный доступ к кнопке персонала должен быть обеспечен без необходимости пересечения первичного пучка излучения при любых положениях радиационной головки аппарата относительно облучаемого пациента. Кроме того, красная кнопка аварийного выключения блокировки двери должна быть установлена на пульте управления аппаратом.

6.7.3. Механическая или электромеханическая блокировка входной двери в каньон не допускается.

6.8. Система сигнализации должна обеспечивать персонал световой, звуковой и визуальной информацией о положении радионуклидного источника гамма-терапевтического аппарата.

6.8.1. 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:

• зелёный свет сигнализирует о положении хранения источника в защитной камере аппарата;

• жёлтый свет сигнализирует о предстоящем включении излучения;

• красный свет сигнализирует о наличии источника в рабочем положении в радиационной головке аппарата.

6.8.2. Световая сигнализация должна быть размещена в поле зрения персонала и пациента.

6.8.3. Звуковая сигнализация может информировать:

• о предстоящем включении режима дистанционного облучения (работает одновременно с сигналом жёлтого 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.

6.8.4. Визуальная информация должна быть обеспечена установкой предупредительных и запрещающих знаков, в том числе знаков: «Радиационная опасность», «Не входить», «Не включать! Работают люди» и др. Знаки должны быть однозначно читаемыми и доступными для восприятия персоналом и пациентами.

6.9. Проверка систем блокировок и сигнализации производится в соответствии с установленными протоколами контроля качества гамматерапевтических аппаратов. Неисправности систем блокировок и сигнализации должны фиксироваться в рабочем журнале оператора и своевременно устраняться.

6.10. В каньоне для дистанционного терапевтического облучения должны быть смонтированы:

• 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 сигнализацию и на блокировку двери; монитор должен быть снабжён источником бесперебойного электропитания, причём показания монитора должны быть ясно различимыми уже при входе в защитный лабиринт;

• устройство плавного регулирования уровня освещенности;

• автономная система аварийного освещения.

6.11. Оснащение блока контактного терапевтического облучения с высокой мощностью дозы должно отвечать следующим требованиям:

• пультовая и каньон должны быть оснащены замкнутой телевизионной системой наблюдения за больным и двусторонним переговорным устройством;

• в пультовой могут быть установлены негатоскоп для просмотра рентгенограмм, а также видеотерминал для просмотра компьютерно-томографических, ультразвуковых и других медицинских изображений;

• должно быть установлено оборудование для аварийного удаления источника из тела больного в контейнер временного хранения в безопасном положении, если только источник нельзя извлечь в штатном режиме;

• на входной двери должна быть установлена блокировка, которая автоматически возвращает источник в контейнер-хранилище аппарата при несанкционированном открывании входной двери, а также световой индикатор наличия облучения типа «Идёт облучение – выключено»;

• на наружной поверхности двери должна быть нанесена маркировка со знаком радиационной опасности, указанием типа радионуклида и его номинальной активности;

• в каньоне должен быть установлен монитор излучения с источником бесперебойного электропитания для выдачи сигнала о превышении заданного уровня мощности дозы на световую сигнализацию и на блокировку двери.

6.12. 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.

6.13. Работы с радионуклидными источниками излучения при ручных методах их введения в тело пациента должны проводиться с применением защитно-технологического оборудования и дистанционного инструментария.

6.14. 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.

6.15. 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.

6.16. 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.

6.17. Оборудование, инструменты и мебель должны быть закреплены за соответствующими помещениями и промаркированы.

6.18. 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.

6.19. 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.

6.20. 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.

6.21. Запрещается пребывание посторонних лиц в помещениях, где проводятся пуско-наладочные и ремонтно-профилактические работы, в том числе и лиц из персонала, непосредственно не занятых в этих работах.

6.22. Получение, хранение, транспортирование и учёт наличия радионуклидных источников в подразделении лучевой терапии должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов.

6.22.1. В подразделении лучевой терапии должны быть обеспечены такие условия получения, хранения, применения, расходования и списания радионуклидных источников, которые исключали бы возможность их бесконтрольного использования.

6.22.2. Транспортирование радионуклидных источников в помещениях подразделения лучевой терапии и на территории медицинского учреждения должно осуществляться в транспортных защитных контейнерах с соблюдением всех мер общей и радиационной безопасности.

6.22.3. Радионуклидные источники должны храниться в специально оборудованных помещениях, хранилищах, защитных сейфах и контейнерах.

6.22.4. Хранилище источников должно быть оборудовано охранной сигнализацией.

6.22.5. В хранилище должна быть вывешена схема размещения радионуклидных источников.

6.22.6. Общая активность радионуклидных источников, находящихся в хранилище, не должна превышать значения, указанного в санитарно-эпидемиологическом заключении.

6.22.7. Выдача источников излучения из хранилища должна производиться ответственным лицом на основании требования и фиксироваться в специальном приходно-расходном журнале.

6.22.8. Радионуклидные источники, не пригодные к дальнейшему использованию, должны рассматриваться как твёрдые радиоактивные отходы и своевременно списываться и сдаваться на захоронение.

6.23. 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.

7. Профилактика и устранение последствий радиационных аварий

7.1. 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.).

7.2. 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) поглощённых 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 источниками излучения, собственной невнимательности или ошибочной интерпретации показаний контрольных приборов, индикаторов и аварийных дозиметров.

7.3. 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 том числе 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.

7.4. 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.

7.5. 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.

7.6. 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 загрязнённых рабочих поверхностей, детергенты и фильтровальную бумагу;
- инструменты для дистанционного сбора использованных впитывающих материалов и загрязнённых 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 загрязнённых рабочих поверхностей различного типа.

7.7. В подразделении лучевой терапии должны быть утверждённые 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.

7.8. 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 медицинского учреждения 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 загрязнённых поверхностей, в том числе по дезактивации кожных покровов и слизистых оболочек тела больного, а также по недопущению дальнейшего распространения радиоактивных загрязнений в другие помещения.

8. Обеспечение радиационной безопасности пациентов

8.1. Терапевтическое облучение проводится только при наличии клинических показаний по назначению лучевого терапевта и с согласия больного.

8.2. При проведении терапевтического облучения пациента должны использоваться защитные приспособления для экранирования наиболее радиочувствительных органов от прямого и рассеянного излучения.

8.3. 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.

8.4. Любая лучевая терапия беременных женщин должна проводиться только по жизненным показаниям при минимально возможном облучении плода.

8.5. 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.

8.6. Обеспечение радиационной безопасности больного при лучевой терапии определяется системой мероприятий, используемой в данном медицинском учреждении.

8.6.1. 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.

8.6.2. 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 объёме мишени следует калибровать через определённые интервалы по вторичному эталону, который, в свою очередь, калибруется по национальному или международному первичному эталону.

8.6.3. 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 ^{125}I,

общую активность нужно знать с погрешностью не более ± 5 %, а активности отдельных источников не должны отличаться более чем на 10 %.

8.7. 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.

8.8. Дозы облучения пациента в результате проведения лучевой терапии должны быть внесены в персональный лист учёта доз медицинского облучения, который является обязательным приложением к амбулаторной карте пациента.

9. Обеспечение радиационной безопасности персонала

9.1. 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.

9.2. 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 медицинского учреждения.

9.3. Сотрудники учреждения, не работающие с источниками излучения, но находящиеся по условиям труда в сфере воздействия ионизирующих излучений, относятся к персоналу группы Б.

9.4. Лица, поступающие на работу, должны проходить предварительный, а персонал группы А – периодические ежегодные медицинские осмотры с обязательным заполнением медицинской документации установленной формы.

9.5. 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.

9.6. Обучение персонала приемам безопасной работы и проверка знаний техники общей и радиационной безопасности должны проводиться по программам, утвержденным администрацией учреждения.

9.7. 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, нарушений требований безопасности, несчастных случаях и т. д.

9.8. Лица, проходящие стажировку и специализацию в кабинетах и отделениях, должны допускаться к работе с источниками излучений только после прохождения инструктажа по технике безопасности.

9.9. Регистрация проведенного инструктажа персонала по технике безопасности должна отражаться в специальном журнале.

9.10. 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 включён 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.

9.11. 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.

9.12. 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 жёсткого 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 загрязнённые 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 мощно-

сти дозы, чтобы убедиться, что внутри тела не осталось источника излучения.

9.13. 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 решёткой, 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.

10. Контроль обеспечения радиационной безопасности

10.1. Контроль радиационной безопасности в кабинетах и отделениях лучевой терапии осуществляется централизованной службой радиационной безопасности медицинского учреждения (ответственным лицом) или аккредитованной организацией, привлекаемой для проведения инструментального радиационного контроля.

10.2. Служба радиационной безопасности создается с учетом объема и характера работ учреждения. Положение о работе службы радиационной безопасности (ответственного за радиационный контроль лица) утверждается администрацией учреждения.

10.3. Объектами радиационного контроля в подразделениях лучевой терапии являются:

- помещения и рабочие места;
- радиационно-защитное, технологическое и медицинское оборудование;
- технологические процессы лучевой терапии.

10.4. В зависимости от характера проводимых работ и используемых источников излучения 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 источников излучения (проверка герметичности);
- контроль эффективности средств радиационной защиты, включая защиту радиационной головки аппарата для дистанционной терапии, транспортных и защитных контейнеров, сейфов и др.

10.5. План проведения производственного контроля радиационной обстановки определяется для каждого подразделения, согласовывается с органами Роспотребнадзора и утверждается администрацией учреждения.

10.6. План проведения радиационного контроля должен включать объём, 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.

10.7. Должностные лица, осуществляющие производственный контроль, вправе временно приостанавливать работы с источниками ионизирующих излучений при выявлении нарушений настоящих указаний и должностных инструкций в области обеспечения радиационной безопасности до устранения обнаруженных нарушений.

10.8. Радиационный контроль должен проводиться как планово, так и выборочно, в том числе при отклонениях от установленного техноло-

гического процесса, при наличии подозрений на нарушение ведения работ и при аварийных ситуациях.

10.9. При внедрении новых методов, технологий и средств лучевой терапии радиационный контроль должен проводиться ежедневно в течение первых 2—3 недель.

10.10. Приборы радиационного контроля должны ежегодно подвергаться государственной метрологической поверке.

10.11. Дозовые нагрузки на персонал и пациентов должны определяться с учётом особенностей технологических процессов лучевой терапии в соответствии с единой государственной системой контроля и учёта индивидуальных доз облучения.

10.11.1. Регистрация доз облучения персонала осуществляется:

• от внешнего облучения – с использованием индивидуальных дозиметров;

• от возможного внутреннего облучения при радиационных авариях с разгерметизацией закрытого радионуклидного источника – методами прямой радиометрии всего тела или радиометрии проб крови и экскретов in vitro.

10.11.2. Регистрация доз облучения пациентов осуществляется:

• расчётным методом при дозиметрическом планировании терапевтического облучения;

• средствами и методами дозиметрического контроля in vivo.

10.11.3. 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.

10.12. Администрация учреждения обеспечивает свободное перемещение сотрудников, осуществляющих контроль, по всем контролируемым помещениям (территории). Радиационный контроль проводится в присутствии администрации учреждения или лица, ею уполномоченного.

10.13. Результаты всех видов радиационного контроля должны регистрироваться в журнале, в котором приведен план помещений подразделения лучевой терапии с указанием размещения источников излучения и точек измерений.

10.14. 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.

10.15. Результаты радиационного контроля должны сопоставляться со значениями основных пределов доз по НРБ-99 и с контрольными уровнями профессионального облучения. В случае регистрации доз, превышающих контрольные уровни, администрация учреждения обязана проанализировать ситуацию и информировать о превышении соответствующий орган Роспотребнадзора.

10.16. 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.

Приложение

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) МКРЕ принят амбиентный эквивалент дозы (амбиентная доза) $H^*(d)$. 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 $H_p(d)$ – эквивалент дозы в мягкой 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.

Таблица 1

Соответствие между нормируемыми и операционными величинами при индивидуальном дозиметрическом контроле внешнего облучения

Нормируемая величина	Операционная величина – эквивалент индивидуальной дозы		
	Положение индивидуального дозиметра	d, мм	Обозначение
Эффективная доза	На нагрудном кармане спецодежды	10	$H_p(10)$
Эквивалентная доза облучения кожи	На поверхности наиболее облучаемого участка кожи	0,07	$H_p(0,07)$
Эквивалентная доза облучения хрусталика глаза	На лицевой части головы	3	$H_p(10)$

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	$\dot{H}^*(10)$
Мощность эквивалентной дозы облучения кожи	0,07	$\dot{H}^*(0,07)$
Мощность эквивалентной дозы облучения хрусталика глаза	3	$\dot{H}^*(3)$

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 $H_p(10)$ 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 $H_p(10)$ – 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 хруста-

лика глаз. Для этих целей используется ТЛД в кассетах, отвечающих требованиям определения индивидуального эквивалента дозы $H_p(0,07)$ и H_p (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 $\dot{H}^*(10)$ – 0,1 мкЗв/ч—1,0 Зв/ч;
- индивидуальный эквивалент дозы $H_p(10)$ – 1 мкЗв—10 Зв.

3. Групповой (коллективный) дозиметрический контроль

3.1. Для оценки радиационной обстановки в учреждениях, где используются методы лучевой терапии, необходимо проводить групповой дозиметрический контроль. Целью группового контроля является определение мощности амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$. По консервативной оценке, т. е. с коэффициентом, равным единице, можно считать, что $\dot{H}^*(10)$ соответствует значению мощности эффективной дозы.

3.2. Измерения $\dot{H}^*(10)$ проводятся на рабочих местах персонала в помещениях, смежных по вертикали и горизонтали с помещениями, где находятся или ведутся работы с источниками ионизирующих излучений. В этих помещениях и на территории учреждения прежде всего определяется мощность дозы от радиационного фона, при этом источники излучения 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, находящемся в положении «хранение». Измеренное значение $\dot{H}^*(10)$ 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 × 300 × 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 E рассчитывается по формуле:

$$\dot{E} = \frac{1}{2}[\dot{H}^{*}(10)_{80} + \dot{H}^{*}(10)_{120}] \text{ мкЗв/ч, где} \quad (1)$$

$\dot{H}^{*}(10)_{80}$, $\dot{H}^{*}(10)_{120}$ – мощность амбиентного эквивалента 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

$$\dot{E}_{n} = \dot{E} \cdot \frac{t_{об}}{T_{см}}, \quad (2)$$

б) для аппаратов дистанционного облучения

$$\dot{E}_{n} = \dot{E} \cdot \frac{W \cdot r^{2}}{T_{нед} \cdot H_{1} \cdot 60}, \text{ где} \quad (3)$$

$\dot{E}_{n}$ – мощность эффективной дозы в точке измерения, приведенная к режиму работы аппарата, мкЗв/ч;

$\dot{E}$ – мощность эффективной дозы, рассчитанная по формуле (1), мкЗв/ч;

$t_{об}$ – время работы аппарата в режиме облучения за смену, ч;

$T_{см}$ – продолжительность смены, $T_{см} = 6$ ч;

$\dot{H}_{1}$ – мощность дозы на 1 м от источника во время облучения, Гр · м^{2}/мин;

W – рабочая нагрузка, суммарная доза облучения пациентов за неделю, Гр/нед;

r – расстояние от источника до изоцентра, м;

$T_{нед}$ – продолжительность работы за неделю, $T_{нед} = 60$ ч для двухсменной работы, $T_{нед} = 30$ 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 источники ионизирующего излучения. В качестве значения $t_{об}$ принимается реальное время работы с 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 $\dot{H}^*(10)$ проводят на трёх высотах 80, 120 и 160 см от уровня пола. При этом за величину мощности эффективной дозы $\dot{E}$ принимается максимальное измеренное значение мощности дозы $\dot{H}^*(10)_i$ (i = 80, 120, 160 см).

3.9. Рассчитанные с учётом 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 (не радиологические), 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 $\dot{H}^*(10)$ необходимо использовать переносные измерители мощности дозы, удовлетворяющие следующим требованиям:

- диапазон измерения мощности амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ – 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.

Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при лучевой терапии закрытыми радионуклидными источниками

Методические указания
МУ 2.6.1.2135—06

Редакторы Н. Е. Акопова, Л. С. Кучурова
Технический редактор Е. В. Ломанова

Подписано в печать 30.01.07

Формат 60x88/16 Печ. л. 3,0

Тираж 1000 экз. Заказ 4
(1-й завод 1—200 экз)

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18/20

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

gost.e-ecolog.ru