

**2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ,
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Контроль эффективных доз облучения
пациентов при проведении медицинских
рентгенологических исследований**

**Методические указания
МУ 2.6.1.2944—11**

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

1. Разработаны Федеральным бюджетным учреждением науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. профессора П. В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУН НИИРГ) (В. Ю. Голиков, С. А. Кальницкий, С. С. Сарычева, А. А. Братилова).
2. Рекомендованы к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (протокол от 02.06.2011 № 1).
3. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 19 июля 2011 г.
4. Введены взамен МУК 2.6.1.1797—03 «Контроль эффективных доз облучения пациентов при медицинских рентгенологических исследованиях».

Содержание

| | |
|---|----|
| 1. Область применения | 74 |
| 2. Нормативные ссылки | 75 |
| 3. Общие положения | 75 |
| 4. Определение эффективных доз облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований общего назначения | 76 |
| 5. Определение эффективных доз облучения пациентов при проведении рентгенологических стоматологических исследований | 79 |
| 6. Определение эффективной дозы облучения пациентов при проведении исследований на рентгеновском компьютерном томографе | 80 |
| 7. Определение эффективной дозы и максимальной поглощенной дозы в коже у пациентов при проведении интервенционных исследований | 84 |
| 8. Определение эффективной дозы облучения пациентов при проведении маммографии | 86 |
| 9. Определение эффективной дозы облучения пациентов при проведении ударно-волновой литотрипсии | 87 |
| <i>Приложение 1. Значения коэффициентов K_e и K_d для рентгенологических процедур общего назначения</i> | 89 |
| <i>Приложение 2. Значения коэффициентов K_e и K_d для рентгенологических стоматологических исследований</i> | 97 |
| <i>Приложение 3. Значения коэффициентов перехода от ПДП к эффективной дозе и максимальной поглощенной дозе в коже у пациентов при проведении интервенционных исследований</i> | 98 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный врач
Российской Федерации

Г. Г. Онищенко

19 июля 2011 г.

Дата введения: 19 июля 2011 г.

2.6.1. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований

**Методические указания
МУ 2.6.1.2944—11**

1. Область применения

1.1. Методические указания «Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований» (далее – методические указания или МУ) являются документом, развивающим основные положения СанПиН 2.6.1.2523—09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», СП 2.6.1.2612—10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)», СанПиН 2.6.1.1192—03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований».

1.2. Настоящими МУ должны руководствоваться в своей деятельности органы и организации Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, службы радиационной безопасности (радиационного контроля), организации, аккредитованные в установленном порядке на право проведения радиационного контроля.

1.3. Методические указания распространяются на следующие виды медицинских рентгенологических исследований:

- общего назначения (рентгенография, рентгеноскопия);
- стоматологические;
- компьютерную томографию;
- интервенционные;
- маммографию;
- ударно-волновую литотрипсию.

1.4. В целях обеспечения единства методических подходов к дозиметрическому контролю облучения граждан в рамках ЕСКИД настоящие методические указания устанавливают:

- перечень исходных данных, необходимых для определения эффективных доз облучения пациентов;
- алгоритмы с таблицами параметров для расчета эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований, указанных

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

в п. 1.3, а в случае интервенционных исследований и максимальной поглощенной дозы в коже.

1.5. Настоящие МУ должны использоваться при подготовке радиационно-гигиенических паспортов организаций и статистической формы З-ДОЗ.

2. Нормативные ссылки

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

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

2.3. СанПиН 2.6.1.2523—09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».

2.4. СП 2.6.1.2612—10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)».

2.5. Приказ МЗ РФ от 24.07.97 № 219 «О создании единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан».

2.6. СанПиН 2.6.1.1192—03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований».

3. Общие положения

3.1. При проведении медицинского исследования с использованием ионизирующего излучения необходимо оценить значение эффективной дозы облучения пациента.

3.2. Эффективная доза – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Определение значения эффективной дозы на практике представляет значительные сложности, так как она не может быть непосредственно измерена и требует проведения сложных расчетов. Исходные данные для расчета эффективной дозы облучения пациентов должны включать:

- технические характеристики рентгеновской аппаратуры (напряжение на аноде рентгеновской трубки, толщина и материал фильтра);
- геометрические характеристики рентгенологического исследования (область исследования, размеры поля облучения, геометрия облучения);
- дозиметрические характеристики рентгенологического исследования (радиационный выход рентгеновского излучателя и экспозиция (количество электричества) или значение произведения дозы на площадь (ПДП), измеренное с помощью проходной ионизационной камеры).

3.3. Значения эффективных доз рассчитывались с помощью компьютерной программы EDEREX (Effective Dose Estimation at Roentgen Examinations), разработанной в Федеральном радиологическом центре ФБУН НИИРГ. Программа позволяет в режиме реального времени рассчитать значения средних поглощенных доз в более чем 20 органах и тканях тела человека и эффективную дозу с учетом параметров рентгенологической процедуры, возраста и телосложения пациента.

Расчеты эффективной дозы в соответствии с ее определением (публикация № 60 МКРЗ) проводились для условного человека, имеющего полный набор мужских и женских органов. В качестве моделей были использованы антропоморфные гетерогенные фантомы тела взрослого человека, а также детей в возрасте: новорожденного, 1, 5, 10 и 15 лет, рекомендованные в качестве «стандартных» для проведения такого рода расчетов (табл. 3.1).

3.4. В настоящих МУ приведены алгоритмы и значения коэффициентов перехода, позволяющие рассчитать эффективные дозы облучения пациентов различного возраста для наиболее часто встречающихся на практике рентгенологических процедур. Численные значения коэффициентов перехода соответствуют значениям эффективной дозы при проведении данного рентгенологического исследования, полностью определяемого набором технических, геометрических и дозиметрических параметров (п. 3.2), нормированным на значение поглощенной дозы в воздухе на расстоянии 1 м от фокуса трубы — K_e , $\text{мкЗв}/(\text{мГр} \cdot \text{м}^2)$, либо на значение ПДП, измеренное за время проведения исследования, — K_d , $\text{мкЗв}/(\text{сГр} \cdot \text{см}^2)$.

Таблица 3.1

**Параметры телосложения «стандартного» человека,
использованные в расчетах**

| Возраст, лет | Вес, кг | Рост, см | Размеры торса, см | |
|-----------------|------------|-------------|-------------------|---------|
| | | | Передне-задний | Боковой |
| 0 | 3,5 | 51,5 | 9,8 | 12,7 |
| 1 | 9,3 | 75 | 13 | 17,6 |
| 5 | 19 | 109 | 15 | 22,9 |
| 10 | 31,9 | 138,6 | 16,8 | 27,8 |
| 15 | 54,4 | 164 | 19,6 | 34,5 |
| Взрослый | 71,1 | 174 | 20 | 40 |

**4. Определение эффективных доз облучения пациентов
при проведении рентгенологических исследований
общего назначения**

4.1. Определение эффективной дозы облучения пациентов при рентгенологических исследованиях общего назначения (рентгенография, рентгеноскопия) основано на использовании одной из двух измеряемых на практике величин: ПДП ($\text{сГр} \cdot \text{см}^2$) или радиационного выхода рентгеновского излучателя ($\text{мГр} \cdot \text{м}^2/(\text{mA} \cdot \text{s})$).

4.2. Для расчета эффективной дозы необходима следующая дополнительная информация, характеризующая:

- поле рентгеновского излучения во время проведения рентгенологической процедуры:
 - значение анодного напряжения на рентгеновской трубке, кВ;
 - толщину и материал общего фильтра (в настоящих МУ принято значение общего фильтра рентгеновского излучения, эквивалентное 3—5 мм Al);
 - значение количества электричества, $\text{mA} \cdot \text{s}$;
- параметры проведения рентгенологической процедуры:
 - область исследования (легкие, череп и т. п.);
 - проекцию (переднее-задняя, заднее-передняя, боковая);
 - размеры поля излучения (ширина и высота поля излучения на приемнике изображения), $\text{см} \times \text{см}$;
 - фокусное расстояние (расстояние от фокуса рентгеновской трубы до приемника изображения (РИП)), см;
- пациента:

- возраст: 0—0,5 года; 0,5—3 года, 3—8 лет, 8—13 лет, 13—19 лет, старше 19 лет.

4.3. Определение эффективной дозы облучения пациентов на основе результатов измерения произведения дозы на площадь.

4.3.1. Значение ПДП при проведении рентгенологического исследования определяется по результатам измерений дозиметрами, использующими в качестве детектора проходную ионизационную камеру, устанавливаемую на выходе излучения из рентгеновской трубки. Измеритель произведения дозы на площадь работает в режиме реального времени, поэтому его показания отражают временные изменения в параметрах генерирования рентгеновского излучения, что обеспечивает достоверность результатов измерений и позволяет контролировать стабильность параметров рентгеновского аппарата в период его эксплуатации. В связи с этим, метод оценки эффективных доз облучения пациентов с помощью показаний проходной камеры является приоритетным.

4.3.2. Использование измерителей произведения дозы на площадь обязательно при проведении рентгенологических медицинских исследований общего назначения методом рентгеноскопии.

4.3.3. Значение эффективной дозы E облучения пациента данного возраста при проведении рентгенологического исследования определяется с помощью выражения:

$$E = \Phi \cdot K_d, \text{ мкЗв, где} \quad (4.1)$$

Φ – измеренная величина произведения дозы на площадь, $\text{сГр} \cdot \text{см}^2$;

K_d – коэффициент перехода от значения ПДП к эффективной дозе у пациента данного возраста с учетом вида проведенного рентгенологического исследования, проекции, размеров поля, фокусного расстояния и анодного напряжения на рентгеновской трубке, $\text{мкЗв}/(\text{сГр} \cdot \text{см}^2)$.

Пример 1.

Взрослому пациенту провели рентгеноскопию кишечника. Параметры рентгенологического исследования: размер поля $(30 \times 30) \text{ см}^2$, фокусное расстояние 60 см, $U = 90$ кВ. Измеренное значение произведения дозы на площадь $\Phi = 1'500 \text{ сГр} \cdot \text{см}^2$.

Находим в табл. 1.6 прилож. 1 значение дозового коэффициента, соответствующее выбранному режиму исследования пациента, $K_d = 2,2 \text{ мкЗв}/(\text{сГр} \cdot \text{см}^2)$. Подставляем значения Φ и K_d в формулу (4.1) и рассчитываем значение эффективной дозы:

$$E = 2,2 \text{ мкЗв}/(\text{сГр} \cdot \text{см}^2) \cdot 1'500 \text{ сГр} \cdot \text{см}^2 = 3'300 \text{ мкЗв} = 3,3 \text{ мЗв.}$$

Пример 2.

Рентгеновский аппарат оборудован проходной ионизационной камерой.

Проведено рентгенографическое исследование грудной клетки в прямой и боковой проекции 16-летнего пациента. Значение ПДП при снимке в прямой проекции составило $25 \text{ сГр} \cdot \text{см}^2$, а при снимке в боковой проекции – $20 \text{ сГр} \cdot \text{см}^2$.

Находим в табл. 1.5 прилож. 1 значение дозовых коэффициентов, соответствующих выбранным режимам исследования пациента, $K_d = 1,7 \text{ мкЗв}/(\text{сГр} \cdot \text{см}^2)$ и $K_d = 1,5 \text{ мкЗв}/(\text{сГр} \cdot \text{см}^2)$.

Значение эффективной дозы у пациента будет равно:

$$E = 1,7 \text{ мкЗв}/(\text{сГр} \cdot \text{см}^2) \cdot 25 \text{ сГр} \cdot \text{см}^2 + 1,5 \text{ мкЗв}/(\text{сГр} \cdot \text{см}^2) \cdot 20 \text{ сГр} \cdot \text{см}^2 = 72,5 \text{ мкЗв} = 0,073 \text{ мЗв.}$$

4.4. Определение эффективной дозы облучения пациентов на основе результатов измерения радиационного выхода рентгеновского излучателя.

4.4.1. Если рентгеновский аппарат не оборудован измерителем произведения дозы на площадь, определение эффективной дозы облучения пациента проводят с использованием периодически измеряемых значений радиационного выхода рентгеновского излучателя.

4.4.2. Под радиационным выходом рентгеновского излучателя в $(\text{мГр} \cdot \text{м}^2)/(\text{mA} \cdot \text{s})$ понимается отношение мощности поглощенной дозы в воздухе в $\text{мГр}/\text{s}$, измеренной на расстоянии 1 м от фокуса рентгеновской трубки на оси первичного пучка рентгеновского излучения при заданных значениях анодного напряжения, к значению анодного тока.

4.4.3. Для целей определения эффективных доз у пациентов значения радиационного выхода рентгеновского излучателя должны измеряться не реже одного раза в год во всем диапазоне рабочих значений анодного напряжения рентгеновской трубы. Кроме того, измерения радиационного выхода должны проводиться каждый раз после ремонта, замены или изъятия комплектующих изделий рентгеновского аппарата, настройки или регулировки их технических параметров, влияющих на генерирование рентгеновского излучения. Измерения проводятся организациями, аккредитованными в установленном порядке на техническую компетентность и независимость.

4.4.4. Значение эффективной дозы E облучения пациента данного возраста при проведении рентгенологического исследования определяется с помощью выражения:

$$E = R \cdot i \cdot t \cdot K_e, \text{ мкЗв, где} \quad (4.2)$$

R – радиационный выход рентгеновского излучателя, $(\text{мГр} \cdot \text{м}^2)/(\text{mA} \cdot \text{s})$;

i – ток рентгеновской трубы, mA ;

t – время проведения исследования, s ;

K_e – коэффициент перехода от значения радиационного выхода рентгеновского излучателя к эффективной дозе облучения пациента данного возраста с учетом вида проведенного рентгенологического исследования, проекции, размеров поля, фокусного расстояния и анодного напряжения на рентгеновской трубы, $\text{мкЗв}/(\text{мГр} \cdot \text{м}^2)$.

4.4.5. Значение радиационного выхода R для данного значения анодного напряжения на рентгеновской трубке U определяется с помощью линейной интерполяции с использованием двух измеренных величин радиационного выхода R_k и R_{k+1} для ближайших значений анодного напряжения U_k и U_{k+1} ($U_k < U < U_{k+1}$) с использованием выражения:

$$R = R_k + (R_{k+1} - R_k) \frac{U - U_k}{U_{k+1} - U_k} \quad (4.3)$$

Пример.

Пациенту в возрасте 30 лет провели рентгенографию грудной клетки в задне-передней проекции.

Параметры рентгенологического исследования: размер поля $(30 \times 40) \text{ см}^2$, фокусное расстояние 150 см, $U = 90 \text{ кВ}$, количество электричества (экспозиция) $i \cdot t = 25 \text{ mA} \cdot \text{s}$.

В соответствии с протоколом испытаний эксплуатационных параметров рентгеновского аппарата радиационный выход для анодных напряжений $U_k = 80 \text{ кВ}$ и $U_{k+1} = 100 \text{ кВ}$, составил $R_k = 0,059 \text{ мГр} \cdot \text{м}^2/(\text{mA} \cdot \text{s})$ и $R_{k+1} = 0,08 \text{ мГр} \cdot \text{м}^2/(\text{mA} \cdot \text{s})$ соответственно. Подставляя эти значения в формулу (4.3), рассчитываем значение радиационного выхода для $U = 90 \text{ кВ}$: $R = 0,059 + (0,08 - 0,059) \cdot [(90 - 80)/(100 - 80)] = = 0,07 \text{ мГр} \cdot \text{м}^2/(\text{mA} \cdot \text{s})$.

Находим в табл. 1.6 прилож. 1 значение дозового коэффициента, соответствующее выбранному режиму $K_e = 100 \text{ мкЗв}/(\text{мГр} \cdot \text{м}^2)$. Подставляем значения R , $i \cdot t$ и K_e в формулу (4.2) и рассчитываем значение эффективной дозы: $E = 0,07 \cdot 25 \cdot 100 = = 175 \text{ мкЗв} = 0,18 \text{ мЗв}$.

4.5. Средние значения коэффициентов перехода K_e и K_d для рентгенологических процедур общего назначения приведены в прилож. 1. В табл. 1.1—1.6 приведены зна-

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

чения коэффициентов перехода к эффективной дозе для следующих возрастных групп пациентов:

- от новорождённого до полугода (табл. 1.1);
- от полугода до трех лет (табл. 1.2);
- от трех до восьми лет (табл. 1.3);
- от восьми до тринадцати лет (табл. 1.4);
- от тринадцати до девятнадцати лет (табл. 1.5);
- старше девятнадцати лет (табл. 1.6).

В табл. 1.7 приведены значения коэффициентов перехода K_e и K_d для рентгенологических процедур при исследовании конечностей вне зависимости от возраста пациента.

4.6. Приведенные в табл. 1.1—1.6 значения коэффициентов перехода K_e могут быть пересчитаны от значений расстояния от источника до приемника РИП^{таб}, указанных в таблицах, к другим значениям РИП с помощью соотношения:

$$K'_e = K_e \cdot \frac{(РИП^{таб})^2}{(РИП')^2}, \text{ мкЗв}/(\text{мГр} \cdot \text{м}^2) \quad (4.4)$$

Значения коэффициентов перехода K_d практически не зависят от значений РИП, используемых при проведении рентгенологических процедур общего назначения.

4.7. Относительная погрешность значений дозовых коэффициентов K_e и K_d , рассчитанных для «стандартного» фантома, составляет $\pm 10\%$. Усреднение значений дозовых коэффициентов K_e и K_d по возрасту (росту и весу) пациентов вносит дополнительную погрешность не более $\pm 20\%$. Усреднение значений дозовых коэффициентов K_e и K_d по напряжению на рентгеновской трубке вносит дополнительную погрешность не более $\pm 20\%$. Таким образом, приведенные в прилож. 1 значения дозовых коэффициентов K_e и K_d имеют относительную погрешность $\pm 30\%$.

5. Определение эффективных доз облучения пациентов при проведении рентгенологических стоматологических исследований

5.1. Рентгенологические стоматологические исследования (РСИ) являются одними из наиболее распространенных видов рентгенологических исследований населения. Стоматологические рентгеновские аппараты и, соответственно, технологии проведения РСИ разделяются на следующие группы:

- рентгеновские аппараты для контактной съемки зубов. В этом случае пучок излучения выходит из рентгеновской трубы находящейся снаружи от пациента, а приемник излучения располагается в полости рта. Эта технология предназначается в основном для получения снимков отдельных зубов верхней и нижней челюстей;
- пантомографические (ортопантомографические) рентгеновские аппараты предназначены для получения развернутого (панорамного) изображения слоя, включающего всю зубочелюстную систему или отдельные ее части;
- дентальные компьютерные томографы, дающие возможность выявить положение, форму, размеры, строение и получить цифровое трехмерное изображение всей зубочелюстной системы, челюстно-лицевой области, верхнечелюстных пазух и височно-нижнечелюстных суставов пациента за одно исследование.

5.2. Для рентгеновских аппаратов, предназначенных для контактной съемки отдельных зубов, расчет эффективной дозы облучения пациента, подвергающегося диагностическому исследованию на этом типе аппаратов, проводится либо с помощью формулы 4.1 с использованием измеренного значения ПДП, либо с помощью формулы

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

4.2 с использованием значения радиационного выхода аппарата. Значения коэффициентов K_d и K_e для перечня исследований, проводимых на этом типе рентгеновских стоматологических аппаратов, приведены в прилож. 2 (табл. 2.1).

5.3. На ортопантомографических рентгеновских аппаратах проводится панорамная съемка зубов и цефалография. Расчет эффективной дозы облучения пациента, подвергающегося диагностическому исследованию на этом типе аппаратов, проводится либо с помощью формулы 4.1, либо с помощью формулы 4.2. Значения коэффициентов K_d и K_e для перечня исследований, проводимых на этом типе рентгеновских стоматологических аппаратов, приведены в прилож. 2 (табл. 2.2).

5.4. Дентальный компьютерный томограф позволяет провести построение 3D-объемного изображения всей сканируемой области и отдельных зон зубочелюстной системы в различных режимах визуализации костных и мягких тканей. Расчет эффективной дозы облучения пациента, подвергающегося исследованию на этом типе аппаратов, проводится либо с помощью формулы 4.1, либо с помощью формулы 4.2. Значения коэффициентов K_d и K_e для исследований, проводимых на этом типе рентгеновских стоматологических аппаратов, приведены в прилож. 2 (табл. 2.3).

Пример 1.

Сделан снимок резцов верхней челюсти при напряжении на трубке 60 кВ и значении количества электричества мАс = 1,6. В соответствии с протоколом испытаний эксплуатационных параметров рентгеновского аппарата радиационный выход для напряжения $U = 60$ кВ составил $R = 0,036 \text{ мГр} \cdot \text{м}^2 / (\text{mA} \cdot \text{с})$. Находим в табл. 2.1 прилож. 2 значение дозового коэффициента, соответствующее выбранному режиму $K_e = 55 \text{ мкЗв} / (\text{мГр} \cdot \text{м}^2)$.

Значение эффективной дозы у пациента будет равно:

$$E = 0,036 \text{ (мГр} \cdot \text{м}^2\text{) / (mA} \cdot \text{с}\text{)} \cdot 1,6 \text{ мАс} \cdot 55 \text{ (мкЗв / (мГр} \cdot \text{м}^2\text{))} = 3 \text{ мкЗв.}$$

Пример 2.

Проведена панорамная съемка зубов при напряжении на трубке 64 кВ. Значение ПДП составило 15 сГр · см².

Находим в табл. 2.2 прилож. 2 значение дозового коэффициента, соответствующее выбранному режиму $K_d = 0,8 \text{ мкЗв} / (\text{сГр} \cdot \text{см}^2)$.

Значение эффективной дозы у пациента будет равно:

$$E = 15 \text{ сГр} \cdot \text{см}^2 \cdot 0,8 \text{ мкЗв / (сГр} \cdot \text{см}^2\text{)} = 12 \text{ мкЗв.}$$

Пример 3.

Проведено исследование зубов на дентальном компьютерном томографе 3D Accuitomo при напряжении на трубке 80 кВ, времени экспозиции 17 с и токе 4 мА. Зона облучения 60 × 60 мм. В соответствии с протоколом испытаний эксплуатационных параметров рентгеновского аппарата радиационный выход для напряжения $U = 80$ кВ составил $R = 0,04 \text{ мГр} \cdot \text{м}^2 / (\text{mA} \cdot \text{с})$.

Находим в табл. 2.3 прилож. 2 значение дозового коэффициента, соответствующее выбранному режиму $K_e = 29 \text{ мкЗв} / (\text{мГр} \cdot \text{м}^2)$.

Значение эффективной дозы у пациента будет равно:

$$E = 0,04 \text{ (мГр} \cdot \text{м}^2\text{) / (mA} \cdot \text{с}\text{)} \cdot 68 \text{ мАс} \cdot 29 \text{ (мкЗв / (мГр} \cdot \text{м}^2\text{))} = 79 \text{ мкЗв.}$$

6. Определение эффективной дозы облучения пациентов при проведении исследований на рентгеновском компьютерном томографе

6.1. Распределение поглощенной дозы рентгеновского излучения в теле пациента при проведении медицинского исследования методом компьютерной томографии

существенно отличается от такового при использовании традиционных методов рентгенографии или рентгеноскопии. В случае компьютерной томографии (КТ) распределение поглощенной дозы в исследуемом объеме более однородно за счет ротационной геометрии облучения. Перепад дозы от края к центру облучаемого объема (для средних размеров тела человека) составляет 2–3 раза, в то время как для традиционных методов рентгенографии или рентгеноскопии перепад дозы в передне-задней геометрии облучения пациента в 5–10 раз больше.

6.2. Основными дозиметрическими параметрами при проведении КТ являются:

- компьютерно-томографический индекс дозы (Computed Tomography Dose Index, далее – $CTDI$) – интеграл профиля дозы за один оборот рентгеновской трубки, нормализованный к ширине рентгеновского луча. Служит мерой поглощенной дозы излучения за один оборот рентгеновской трубки. Является единственным непосредственно измеряемым дозиметрическим параметром при КТ. Единица измерения – мГр. Величина $CTDI$ определяется техническими параметрами протокола КТ-исследования (сила тока и напряжение рентгеновской трубки, время ротации, коллимация среза), конструктивными особенностями сканера (геометрическая эффективность детектора, фильтрация рентгеновского излучения) и не зависит от характеристик пациента;
- произведение дозы на длину (Dose Length Product, далее – DLP) – является мерой поглощенной дозы излучения за все КТ-исследование с учетом длины сканируемой области и количества сканирований. Является производным расчетным параметром от $CTDI$. Единица измерения – мГр · см;
- эффективная доза является производным расчетным параметром от значения DLP .

6.3. Метод оценки эффективной дозы при проведении КТ-исследования основан на измерениях поглощенной дозы в физических фантомах, имитирующих тело пациента. Измерения проводятся в соответствии со специальной методикой в гомогенных цилиндрических фантомах, изготовленных из полиметилметакрилата. Для моделирования в этих целях тела детей (0–15 лет) фантомы должны иметь диаметр 16 см. Тело взрослого человека разбивается на две анатомические части (голова + шея и туловище), которые моделируются цилиндрами диаметром 16 и 32 см соответственно. Измерения производятся в четырех точках на глубине 1 см и в центре фантома. По результатам измерений определяется взвешенное значение $CTDI_w$ в сканируемом слое, являющееся оценкой средней поглощенной дозы в этом слое за один оборот рентгеновской трубки:

$$CTDI_w = \frac{1}{3} \cdot CTDI_c + \frac{2}{3} \cdot CTDI_p, \text{ мГр, где} \quad (6.1)$$

$CTDI_c$ – результат измерения в центре фантома (мГр);

$CTDI_p$ – среднее значение результатов измерений в четырех точках на глубине 1 см в фантоме (мГр).

Значение $CTDI_w$ зависит от физико-технических характеристик аппаратуры (напряжения на трубке, фильтрации, толщины скана и др.) и пропорционально значению количества электричества (mAс) за один скан.

6.4. При технологии последовательного сканирования для характеристики исследования определяют значение произведения дозы на длину сканирования при исследовании соответствующей анатомической секции (индекс ' i ') DLP_i (мГр · см):

$$DLP_i = CTDI_w^n \cdot d \cdot N \cdot I, \text{ мГр · см, где} \quad (6.2)$$

$CTDI_w^n$ – нормированное на единицу mAс значение взвешенного компьютерно-томографического индекса дозы (мГр/mAс);

d – толщина скана, см;

N – число сканов;

I – значение мАс на один скан.

6.5. При спиральной и многорезовой технологиях сканирования часто увеличивают скорость движения стола пациента, что приводит к пропорциональному снижению дозы его облучения. Для характеристики скорости движения стола пациента используют такой технический параметр, как питч. Питч – это отношение сдвига стола за полную (360°) ротацию рентгеновской трубки к общей коллимации пучка рентгеновского излучения. Питч (далее – p , отн. ед.) рассчитывают по формуле:

$$p = \frac{\Delta d}{N \cdot T}, \text{ где} \quad (6.3)$$

Δd – сдвиг стола за полную ротацию, см;

N – число каналов сбора информации (количество сканируемых за одну ротацию срезов);

T – толщина среза, определяемая физической коллимацией, см.

Дозиметрическим параметром, учитывающим влияние питча на дозу облучения, является объемный взвешенный индекс – $CTDI_{vol}$, который рассчитывают по формуле:

$$CTDI_{vol} = \frac{CTDI_w}{p}, \text{ мГр, где} \quad (6.4)$$

$CTDI_w$ – взвешенное значение компьютерно-томографического индекса дозы;

p – значение питча.

6.6. Для характеристики поглощенной дозы излучения за i -е сканирование значение DLP_i рассчитывают по формуле:

$$DLP_i = CTDI_{vol} \cdot L_i, \text{ мГр} \cdot \text{см, где} \quad (6.5)$$

L_i – длина i -й области сканирования.

Значение DLP_{tot} , характеризующее поглощенную дозу излучения за все КТ-исследование, рассчитывают по формуле:

$$DLP_{tot} = \sum_i DLP_i, \text{ мГр} \cdot \text{см, где} \quad (6.6)$$

DLP_{tot} – произведение дозы на длину за все КТ-исследование, мГр · см;

i – количество сканирований.

Символ Σ означает, что суммируется вклад в дозу облучения всех i -х сканирований в рамках данного КТ-исследования (например, при сканировании нескольких анатомических областей или при исследовании до и после внутривенного введения контрастного вещества). Значения DLP_{tot} и DLP_i отображаются на консоли компьютерных томографов, произведенных после 2002 г. Если полное КТ-исследование состоит из одного сканирования, то $DLP_{tot} = DLP_i$.

6.7. Эффективная доза является производным расчетным параметром от значения DLP . Для расчета эффективной дозы используется формула:

$$E = \sum_i DLP_i \cdot e_{DLP}^i, \text{ мЗв, где} \quad (6.7)$$

DLP_i – произведение дозы на длину за i -е сканирование, мГр · см;

e_{DLP}^i – дозовый коэффициент для i -й анатомической области (табл. 6.1), мЗв/(мГр · см).

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Изменение значения коэффициента e_{DLP}^i в зависимости от области исследования обусловлено распределением радиочувствительных органов в теле человека. Значения коэффициента e_{DLP}^i для взрослых пациентов представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1
Значения дозового коэффициента e_{DLP}^i в зависимости от области исследования для взрослых пациентов

| Область исследования | Значение дозового коэффициента, e_{DLP}^i , мЗв/(мГр · см) |
|----------------------|--|
| Голова | 0,0023 |
| Шея | 0,0054 |
| Грудная клетка | 0,017 |
| Брюшная полость | 0,015 |
| Малый таз | 0,019 |

Если сканированию во время КТ-исследования подвергалась только одна из частей тела (табл. 6.1), то расчет эффективной дозы упрощается:

$$E = DLP \cdot e_{DLP}^i, \text{ мЗв, где} \quad (6.8)$$

e_{DLP} – дозовый коэффициент для соответствующей анатомической области, мЗв/(мГр · см).

Очевидно, что при использовании тех же параметров процедуры значение эффективной дозы у детей будет выше из-за меньшего размера тела. В табл. 6.2 приведены значения дозовых коэффициентов e_{DLP}^i для детей различного возраста в виде соответствующих множителей по отношению к коэффициентам для взрослого пациента.

Таблица 6.2
Относительное увеличение коэффициентов e_{DLP}^i у детей различного возраста по отношению к взрослым

| Возраст пациента | Область исследования | | |
|---------------------------------|----------------------|----------------|-----------------------|
| | Голова и шея | Грудная клетка | Брюшная полость и таз |
| Взрослые | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| От тринадцати до семнадцати лет | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| От восьми до тринадцати лет | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| От трех до восьми лет | 1,7 | 1,6 | 1,6 |
| От полутора до трех лет | 2,2 | 1,9 | 2,0 |
| От новорожденных до полутора | 2,6 | 2,2 | 2,4 |

Пример 1.

Проведено КТ-исследование грудной клетки у взрослого пациента. Значение $DLP = 210$ мГр · см. Определим значение эффективной дозы по формуле 6.8:

$E = 210 \text{ мГр} \cdot \text{см} \cdot 0,017 = 3,6 \text{ мЗв}$. При таком же значении DLP значение эффективной дозы у ребенка 10 лет будет равно: $E = 210 \text{ мГр} \cdot \text{см} \cdot 0,017 \cdot 1,4 = 5,0 \text{ мЗв}$.

Пример 2.

В ходе КТ-исследования было выполнено сканирование шеи и грудной клетки у взрослого пациента. При сканировании шеи значение DLP_i составило 470 мГр · см, а при сканировании грудной клетки – 400 мГр · см. Определим значение эффективной дозы по формуле 6.7:

$$E = 470 \text{ мГр} \cdot \text{см} \cdot 0,0054 + 400 \text{ мГр} \cdot \text{см} \cdot 0,017 = 9,3 \text{ мЗв}.$$

7. Определение эффективной дозы и максимальной поглощенной дозы в коже у пациентов при проведении интервенционных исследований

7.1. К интервенционным исследованиям относят рентгенологические исследования, характеризующиеся сложностью проведения или введением в организм дополнительных веществ и приспособлений. Как правило, это хирургические вмешательства, проводимые чрескожным путем с использованием специальных инструментов под контролем рентгеновской визуализации. Эти исследования можно подразделить на два класса: диагностические и терапевтические. Терапевтические интервенционные исследования представляют собой рентгенологические исследования, совмещенные с хирургическими лечебными манипуляциями.

7.2. По сравнению с обычными рентгенологическими исследованиями интервенционные исследования характеризуются значительно большими уровнями облучения пациентов. Риск возникновения стохастических эффектов вследствие облучения пациентов оценивают с помощью эффективной дозы. При проведении некоторых интервенционных исследований существует риск возникновения детерминированных эффектов кожи (эритема, эпилляция). Порог возникновения временной эритемы соответствует поглощенной дозе излучения в коже, равной 2 Гр, а порог постоянной эпилляции – 7 Гр. Таким образом, при проведении интервенционных исследований необходимо контролировать значения двух параметров: эффективной дозы – для оптимизации проведения исследования с целью снижения риска возникновения отдаленных последствий (стохастических эффектов), и максимальной поглощенной дозы в коже (МПДК) – для предотвращения возникновения детерминированных эффектов.

7.3. Определение эффективной дозы и МПДК пациентов при проведении диагностических и терапевтических интервенционных рентгенологических исследований основано на использовании результатов измерений произведения дозы на площадь ПДП с помощью проходной камеры за время исследования.

7.4. Значение эффективной дозы у взрослого пациента за время проведения интервенционных исследований определяется с помощью выражения (4.1). Значения коэффициента перехода K_d в зависимости от анодного напряжения на рентгеновской трубке приведены для различных видов интервенционных исследований в табл. 3.1–3.6 прилож. 3. Эти значения используют для расчета эффективной дозы у взрослых пациентов при проведении как диагностических, так и терапевтических интервенционных исследований. Значение K_d для промежуточного значения анодного напряжения на рентгеновской трубке определяется с помощью линейной интерполяции, как в п. 4.4.5.

7.5. Значение МПДК пациента D_{\max}^S за время проведения интервенционного исследования определяется с помощью выражения:

$$D_{\max}^S = \Phi \cdot K_d^S, \text{ мГр, где} \quad (7.1)$$

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Φ – измеренная величина ПДП, Гр · см²;

K_d^S – коэффициент перехода от измеренного значения ПДП к максимальной поглощенной дозе в коже пациента, мГр/(Гр · см²).

Значения K_d^S мало зависят от напряжения на аноде рентгеновской трубки (спектра излучения) и поэтому приведены в табл. 3.7—3.9 прилож. 3 вне зависимости от этого параметра. Для исследований сосудов сердца значения K_d^S существенно различаются для диагностических и терапевтических интервенционных исследований. Контроль МПДК пациента при проведении интервенционных исследований конечностей не проводится, так как ее значение при этом виде исследований не приближается к порогу детерминированных эффектов.

7.6. При превышении в ходе проведения интервенционных исследований контрольных значений ПДП, приведенных в табл. 7.1, возникает значительная вероятность возникновения кожной эритемы у пациента. При превышении контрольных значений ПДП следует наблюдать за состоянием кожи пациента в месте возможного переоблучения в течение 14 дней и при необходимости применять терапевтические меры.

7.7. В практике проведения интервенционных исследований следует использовать следующие основные пути снижения уровней облучения пациентов:

- минимальное время проведения рентгеноскопии, особенно с высокой мощностью дозы, и минимальное количество снимков за исследование;
- как можно меньший ток и как можно более высокое напряжение на аноде рентгеновской трубки;
- расположение рентгеновской трубки как можно дальше от пациента, а приемника изображения как можно ближе к пациенту;
- коллимация пучка излучения должна строго соответствовать размерам исследуемой области;
- уменьшение в режиме рентгенографии частоты съемки (количество кадров в секунду) до необходимого и достаточного уровня;
- по возможности периодически менять угол наклона рентгеновской трубки в ходе исследования;
- в основном работать в режиме низкой мощности дозы излучения, а режимы средней и высокой мощности дозы излучения использовать только для крупных пациентов.

Таблица 7.1

**Контрольные значения ПДП для предотвращения
детерминированных эффектов в коже**

| Вид исследования | Контрольные значения ПДП, Гр · см ² |
|--|--|
| Ангиография сосудов сердца | 600 |
| Ангиопластика сосудов сердца | 300 |
| Ангиография сосудов головного мозга и каротидных зон | 300 |
| Эмболизация сосудов головного мозга | 300 |
| Диагностика органов брюшной полости и малого таза | 500 |
| Лечение органов брюшной полости и малого таза | 500 |

8. Определение эффективной дозы облучения пациентов при проведении маммографии

8.1. К проведению маммографии предъявляются специальные требования:

- используются рентгеновские трубы с молибденовым, родиевым и вольфрамовым анодом;
- в качестве фильтров используют пластины из молибдена (толщиной 30 мкм), родия (25 мкм) или палладия (40 мкм);
- напряжение на аноде трубы должно быть низким (22—35 кВ);
- расстояние от фокуса рентгеновской трубы до приемника изображения не должно быть меньше 60 см.

Согласно современным международным критериям качества проведения маммографии входная доза на поверхности молочной железы (толщиной 5 см в состоянии компрессии) не должна превышать 10 мГр.

8.2. Процедура оценки эффективной дозы облучения пациента при проведении маммографии состоит из следующих этапов:

- определяют значение входной дозы в воздухе (без учета обратного рассеяния) на поверхности молочной железы;
- рассчитывают среднее значение поглощенной дозы в молочной железе;
- рассчитывают значение эффективной дозы.

8.3. Для определения значения входной поверхностной дозы $D_{\text{пов.}}$ используют:

• значение ПДП ($\text{сГр} \cdot \text{см}^2$), измеренное с помощью проходной ионизационной камеры. Измерение ПДП необходимо производить вплотную к молочной железе на съемочном столике. Для получения значения входной дозы используют формулу:

$$D_{\text{пов.}} = 10 \cdot \frac{\text{ПДП}}{S}, \text{ мГр, где} \quad (8.1)$$

S – площадь пучка излучения в плоскости проходной ионизационной камеры, см^2 ;

• значение радиационного выхода R рентгеновского излучателя, $(\text{мГр} \cdot \text{м}^2)/(\text{mA} \cdot \text{s})$. Для получения значения входной дозы используют формулу:

$$D_{\text{пов.}} = \frac{10^4 \cdot R}{(L - l)^2} \cdot i \cdot t, \text{ мГр, где} \quad (8.2)$$

L – расстояние от фокуса трубы до поверхности съемочного столика, см;

l – толщина молочной железы в состоянии компрессии, см;

i – ток рентгеновской трубы, мА;

t – время проведения исследования, с.

8.4. Для целей радиационной защиты необходимо определить среднее значение поглощенной дозы в молочной железе $D_{\mathcal{K}}$. Так как при маммографии используется низкоэнергетическое фотонное излучение, его ослабление по объему молочной железы будет значительным. Коэффициент перехода от значения входной дозы на поверхности молочной железы к средней дозе в молочной железе $K_{\mathcal{K}}$ был определен на основании расчетов и фантомных экспериментов. Его значение в диапазоне используемых комбинаций анодного напряжения и фильтрации излучения варьируется в пределах от 0,09 до 0,6 в зависимости от анодного напряжения на трубке U и толщины компрессированной груди. Значения коэффициента $K_{\mathcal{K}}$ приведены в табл. 8.1. Таким образом, среднее значение поглощенной дозы в молочной железе рассчитывается следующим образом:

$$D_{\mathcal{K}} = K_{\mathcal{K}} \cdot D_{\text{ex}}, \text{ мГр} \quad (8.3)$$

Таблица 8.1

Значения коэффициента $K_{\text{Ж}}$ для расчета средней поглощенной дозы в молочной железе

| 1) Толщина груди в состоянии компрессии (l), см | Комбинация анод мишени + фильтр | | | | |
|---|---------------------------------|------------------|------------------|---|------------------------------|
| | Mo + 30 мкм Mo | | Mo + 25 мкм Rh | W + 60 мкм Mo; Rh + 25 мкм Rh; Mo + 25 мкм Rh | W + 50 мкм Rh; W + 40 мкм Pd |
| | $U = 25 - 29$ кВ | $U = 30 - 35$ кВ | $U = 30 - 35$ кВ | $U = 22 - 30$ кВ | $U = 22 - 30$ кВ |
| 2 | 0,43 | 0,47 | 0,51 | 0,47 | 0,54 |
| 4 | 0,24 | 0,26 | 0,29 | 0,26 | 0,32 |
| 6 | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 0,17 | 0,21 |
| 8 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,13 | 0,15 |
| 10 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,10 | 0,12 |

1) для промежуточных значений толщины груди следует пользоваться линейной интерполяцией табличных значений, как в п. 4.4.5

8.5. Для оценки вклада в эффективную дозу облучения молочной железы необходимо значение средней эквивалентной дозы в молочной железе $H_{\text{Ж}}$ умножить на взвешивающий фактор $w_T = 0,05$. При оценке значения эффективной дозы вкладом облучения других органов от рассеянного излучения пренебрегают. Таким образом, с учетом того, что численное значение взвешивающего коэффициента w_R для фотонного излучения принято равным единице, значение эффективной дозы рассчитывается следующим образом:

$$E = 0,05 \cdot H_{\text{Ж}} = \frac{500 \cdot R \cdot K_{\text{Ж}} \cdot w_R}{(L - l)^2} \cdot i \cdot t, \text{ мЗв, где} \quad (8.4)$$

$$H_{\text{Ж}} = D_{\text{Ж}} \cdot w_R, \text{ мЗв; } w_R = 1 \text{ Зв/Гр.}$$

Пример.

Дано: комбинация анод трубки/фильтр – Mo/Mo; напряжение на трубке – 28 кВ; значение экспозиции – 40 мАс; расстояние от фокуса трубки до поверхности съемочного столика равно 65 см; толщина компрессированной груди – 6 см.

Значение радиационного выхода берем из протокола испытаний эксплуатационных параметров рентгеновского аппарата. Допустим, что оно равно $0,03 \text{ (мГр} \cdot \text{м}^2\text{)} / (\text{мА} \cdot \text{с})$. Значение коэффициента $K_{\text{Ж}}$ берем из табл. 8.1, оно равно 0,15 для $l = 6$ см. Рассчитываем E по формуле 8.4:

$$E = \frac{500 \cdot 0,03 \cdot 0,15 \cdot 40}{(65 - 6)^2} = 0,026 \text{ мЗв.}$$

9. Определение эффективной дозы облучения пациентов при проведении ударно-волновой литотрипсии

9.1. Дистанционная ударно-волновая литотрипсия – современный неинвазивный метод лечения мочекаменной болезни. Суть метода заключается в дроблении конкремента (камня) ударной акустической волной, проходящей через тело пациента. Дробление камней в почке (а также в мочеточниках и мочевом пузыре) проводится с помощью

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

специального аппарата – литотриптера. Аппарат генерирует ударную волну, фокусирует ее в узконаправленный пучок и, благодаря рентгеновскому или УЗИ-наведению, направляет его прямо на камень.

9.2. При проведении диагностики и лечения методом ударно-волновой литотрипсии могут быть использованы поля излучения разного диаметра (17, 22 и 33 см) с напряжением на трубке в диапазоне 70—100 кВ. Областью исследования являются почки, мочевой пузырь и прилегающие органы и ткани. Аппарат может работать как в рентгеноскопическом режиме, так и в режиме снимков.

9.3. Расчет эффективной дозы облучения пациента при проведении диагностики и лечения методом ударно-волновой литотрипсии проводится либо с помощью формулы 4.1, либо формулы 4.2. Средние (вне зависимости от диаметра поля излучения на приемнике изображения) значения коэффициентов перехода K_d и K_e для перечня режимов исследований приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

**Средние значения коэффициентов перехода K_d и K_e
для расчета эффективной дозы у пациентов при проведении
ударно-волновой литотрипсии**

| Напряжение на трубке, кВ | Область исследования – почки | | Область исследования – мочевой пузырь | |
|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | K_e , мкЗв/(мГр · м ²) | K_d , мкЗв/(сГр · см ²) | K_e , мкЗв/(мГр · м ²) | K_d , мкЗв/(сГр · см ²) |
| 70 | 150 | 2,0 | 210 | 2,6 |
| 80 | 180 | 2,5 | 240 | 3,1 |
| 90 | 200 | 2,7 | 260 | 3,4 |
| 100 | 230 | 3,0 | 300 | 3,9 |

Пример 1.

Проведено исследование и лечение почек при напряжении на трубке 70 кВ. Значение ПДП за исследование составило 700 сГр · см². Находим в табл. 9.1 значение коэффициента перехода, соответствующее выбранному режиму, $K_d = 2,0$ мкЗв/(сГр · см²).

Значение эффективной дозы у пациента будет равно:

$$E = 700 \text{ сГр} \cdot \text{см}^2 \cdot 2,0 \text{ мкЗв}/(\text{сГр} \cdot \text{см}^2) = 1400 \text{ мкЗв} = 1,4 \text{ мЗв.}$$

Пример 2.

Проведено диагностическое исследование области мочевого пузыря при напряжении на трубке 100 кВ. Время исследования под пучком 1 мин 34 с = 94 с. Анодный ток – 3,1 мА.

Значение радиационного выхода берем из протокола испытаний эксплуатационных параметров рентгеновского аппарата. Допустим, что при $U = 100$ кВ оно равно 0,02 (мГр · м²)/(мА · с).

Находим в табл. 9.1 значение коэффициента перехода, соответствующее выбранному режиму, $K_e = 300$ мкЗв/(мГр · м²).

Значение эффективной дозы у пациента будет равно:

$$E = 0,02 \text{ (мГр} \cdot \text{м}^2\text{)}/(\text{мА} \cdot \text{с}) \cdot 3,1 \text{ мА} \cdot 94 \text{ с} \cdot 300 \text{ мкЗв}/(\text{мГр} \cdot \text{м}^2) = 1748 \text{ мкЗв} = 1,75 \text{ мЗв.}$$

Значения коэффициентов K_e и K_d для рентгенологических процедур общего назначения

Таблица 1.1

| Возраст пациента от новорождённого до полутора лет | | | | | | |
|--|----------|---------------------------------------|---------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Тип процедуры | Проекция | Размер поля ($a \times b$), см × см | РИП, см | Напряжение на трубке, кВ | K_e , мкЗв мГр · м ² | K_d , мкЗв сГр · см ² |
| Лёгкие (г) | ЗП | 13 × 18 | 100 | 50—70 | 320 | 13 |
| Лёгкие (г) | ПЗ | 13 × 18 | 100 | 50—70 | 470 | 20 |
| Лёгкие (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 390 | 9 |
| Лёгкие (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 570 | 13 |
| Лёгкие (г) | Б | 13 × 18 | 100 | 60—80 | 380 | 16 |
| Лёгкие (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 60—80 | 490 | 11 |
| Лёгкие (с) | ЗП | 15 × 15 | 40 | 60 | — | 15 |
| Череп (г) | ПЗ | 13 × 18 | 100 | 50—70 | 115 | 5 |
| Череп (г) | Б | 13 × 18 | 100 | 50—70 | 80 | 3 |
| Позвоночник (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 620 | 14 |
| Позвоночник (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 440 | 10 |
| Плечо, ключица (г) | ПЗ | 13 × 18 | 100 | 50—60 | 370 | 15 |
| Таз (г) | ПЗ | 9 × 12 | 100 | 50—60 | 300 | 26 |
| Тазобедренные суставы (г) | ПЗ | 12 × 9 | 100 | 50—60 | 180 | 16 |
| Бедро (г) | ПЗ | 13 × 18 | 100 | 50 | 170 | 7 |
| Брюшная полость (г) | ЗП | 12 × 18 | 100 | 50—70 | 360 | 16 |
| Брюшная полость (г) | Б | 12 × 18 | 100 | 50—70 | 330 | 15 |
| Урография (г) | ПЗ | 12 × 18 | 100 | 50—70 | 560 | 25 |
| Цистография (г) | ПЗ | 12 × 18 | 100 | 50—70 | 380 | 17 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Таблица 1.2

| Возраст пациента – от полугода до трех лет | | | | | | |
|--|----------|---------------------------------------|---------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Тип процедуры | Проекция | Размер поля ($a \times b$), см × см | РИП, см | Напряжение на трубке, кВ | K_e , мкЗв мГр · м ² | K_d , мкЗв сГр · см ² |
| Легкие (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 260 | 5,8 |
| Легкие (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 60—80 | 290 | 6,8 |
| Легкие (с) | ЗП | 20 × 20 | 40 | 60—70 | – | 7,3 |
| Череп (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—60 | 90 | 2,0 |
| Череп (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—60 | 60 | 1,4 |
| Шейный отд. позв. (г) | ЗП | 9 × 13 | 80 | 50—70 | 35 | 1,8 |
| Шейный отд. позв. (г) | Б | 9 × 13 | 80 | 50—70 | 60 | 3,2 |
| Грудн. отд. позв. (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 430 | 9,4 |
| Грудн. отд. позв. (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 200 | 4,4 |
| Поясн. отд. позв. (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 490 | 11 |
| Поясн. отд. позв. (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 230 | 5,2 |
| Плечо, ключица (г) | ПЗ | 13 × 18 | 100 | 50—60 | 200 | 7,9 |
| Ребра, грудинка (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 440 | 10 |
| Таз, крестец (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 410 | 9,0 |
| Тазобедр. суставы (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 310 | 6,9 |
| Бедро (г) | ПЗ | 13 × 18 | 100 | 50—60 | 12 | 0,5 |
| Брюшная полость (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—60 | 250 | 5,5 |
| Брюшная полость (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—60 | 240 | 5,5 |
| Желудок (с) | ЗП | 15 × 15 | 40 | 60 | – | 6,0 |
| Желудок (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—60 | 280 | 6,1 |
| Желудок (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—60 | 400 | 8,9 |
| Кишечник (с) | ЗП | 13 × 18 | 40 | 60 | – | 8,4 |
| Кишечник (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—60 | 240 | 5,2 |
| Кишечник (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—60 | 400 | 8,6 |
| Холецистография (г) | ЗП | 13 × 18 | 100 | 50—60 | 180 | 7,7 |
| Урография (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 510 | 11 |
| Цистография (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—60 | 330 | 7,3 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Таблица 1.3

| Возраст пациента – от трех до восьми лет | | | | | | |
|--|----------|--|------------|--------------------------------|---|--|
| Тип процедуры | Проекция | Размер поля (<i>a</i> × <i>b</i>), см × см | РИП, см | Напряжение на трубке, кВ | K_e , мкЗв мГр · м ² | K_d , мкЗв сГр · см ² |
| Легкие (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 170 | 3,7 |
| Легкие (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 60—80 | 200 | 4,6 |
| Легкие (с) | ЗП | 20 × 20 | 40 | 60—70 | – | 4,5 |
| Череп (г) | ПЗ | 18 × 24 | 80 | 50—70 | 40 | 0,55 |
| Череп (г) | Б | 18 × 24 | 80 | 50—70 | 30 | 0,45 |
| Шейный отд. позв. (г) | ЗП | 15 × 15 | 80 | 50—60 | 23 | 0,56 |
| Шейный отд. позв. (г) | Б | 15 × 15 | 80 | 50—60 | 19 | 0,49 |
| Грудн. отд. позв. (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 290 | 6,1 |
| Грудн. отд. позв. (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 115 | 2,7 |
| Поясн. отд. позв. (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 290 | 6,2 |
| Поясн. отд. позв. (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 115 | 2,7 |
| Плечо, ключица (г) | ПЗ | 13 × 18 | 80 | 50—60 | 140 | 3,5 |
| Ребра, грудинка (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 60—80 | 330 | 7,2 |
| Таз, крестец (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 310 | 6,8 |
| Таз, крестец (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 140 | 3,1 |
| Тазобедр. суставы (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 280 | 5,9 |
| Бедро (г) | ПЗ | 13 × 18 | 100 | 50—60 | 4 | 0,12 |
| Брюшная полость (г) | ЗП | 24 × 30 | 100 | 50—70 | 250 | 3,2 |
| Брюшная полость (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 150 | 3,5 |
| Желудок (с) | ЗП | 20 × 20 | 40 | 60—70 | – | 3,2 |
| Желудок (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 150 | 3,2 |
| Желудок (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 26 | 5,7 |
| Желудок (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 160 | 3,8 |
| Кишечник (с) | ЗП | 20 × 20 | 40 | 60—70 | – | 4,4 |
| Кишечник (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 170 | 3,8 |
| Кишечник (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 300 | 6,4 |
| Холецистография (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 200 | 4,1 |
| Урография (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 200 | 4,3 |
| Цистография (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 180 | 3,8 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Таблица 1.4

| Возраст пациента – от восьми до тринадцати лет | | | | | | |
|--|----------|---------------------------------------|---------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Тип процедуры | Проекция | Размер поля ($a \times b$), см × см | РИП, см | Напряжение на трубке, кВ | K_e , мкЗв мГр · м ² | K_d , мкЗв сГр · см ² |
| Легкие (г) | ЗП | 24 × 30 | 100 | 50—70 | 200 | 2,6 |
| Легкие (г) | Б | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 230 | 3,1 |
| Легкие (с) | ЗП | 20 × 20 | 40 | 60—70 | — | 3,5 |
| Череп (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 17 | 0,36 |
| Череп (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 14 | 0,31 |
| Шейный отд. позв. (г) | ЗП | 13 × 18 | 80 | 50—70 | 38 | 0,94 |
| Шейный отд. позв. (г) | Б | 13 × 18 | 80 | 50—70 | 18 | 0,53 |
| Грудн. отд. позв. (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 50—70 | 320 | 4,2 |
| Грудн. отд. позв. (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 76 | 1,8 |
| Поясн. отд. позв. (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 50—70 | 290 | 3,8 |
| Поясн. отд. позв. (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 65 | 1,5 |
| Плечо, ключица (г) | ПЗ | 13 × 18 | 80 | 50—60 | 35 | 0,86 |
| Ребра, грудина (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 60—70 | 320 | 4,2 |
| Таз, крестец (г) | ПЗ | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 265 | 5,8 |
| Таз, крестец (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 90 | 2,1 |
| Тазобедр. суставы (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 50—70 | 265 | 3,6 |
| Бедро (г) | ПЗ | 13 × 18 | 80 | 50—60 | 2,3 | 0,1 |
| Брюшная полость (г) | ЗП | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 220 | 2,8 |
| Брюшная полость (г) | Б | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 150 | 2,1 |
| Желудок (с) | ЗП | 15 × 15 | 40 | 60—70 | — | 2,3 |
| Желудок (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 92 | 2,0 |
| Желудок (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 100 | 2,3 |
| Кишечник (с) | ЗП | 20 × 20 | 40 | 60—70 | — | 3,6 |
| Кишечник (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 125 | 2,8 |
| Холецистография (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 50—70 | 100 | 2,2 |
| Урография (г) | ЗП | 24 × 30 | 100 | 50—70 | 170 | 2,3 |
| Цистография (г) | ЗП | 24 × 30 | 100 | 50—70 | 170 | 2,2 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Таблица 1.5

| Возраст пациента – от тринадцати до девятнадцати лет | | | | | | |
|--|----------|---------------------------------------|---------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Тип процедуры | Проекция | Размер поля ($a \times b$), см × см | РИП, см | Напряжение на трубке, кВ | K_e , мкЗв мГр · м ² | K_d , мкЗв сГр · см ² |
| Легкие (г) | ЗП | 30 × 40 | 100 | 60—80 | 210 | 1,7 |
| Легкие (г) | Б | 30 × 40 | 100 | 60—80 | 170 | 1,5 |
| Легкие (с) | ЗП | 30 × 30 | 40 | 70—80 | – | 2,3 |
| Флюорография | ЗП | 35 × 35 | 100 | 60—80 | 200 | 1,6 |
| Череп (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 50—70 | 23 | 0,3 |
| Череп (г) | Б | 24 × 30 | 100 | 50—70 | 18 | 0,23 |
| Шейный отд. позв. (г) | ЗП | 18 × 24 | 80 | 60—70 | 35 | 0,53 |
| Шейный отд. позв. (г) | Б | 18 × 24 | 80 | 60—70 | 22 | 0,36 |
| Грудн. отд. позв. (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 210 | 2,8 |
| Грудн. отд. позв. (г) | Б | 15 × 40 | 100 | 60—80 | 70 | 1,1 |
| Поясн. отд. позв. (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 210 | 2,9 |
| Поясн. отд. позв. (г) | Б | 15 × 40 | 100 | 60—80 | 64 | 1,1 |
| Плечо, ключица (г) | ПЗ | 18 × 24 | 80 | 50—70 | 13 | 1,8 |
| Ребра, грудина (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 220 | 3 |
| Таз, крестец (г) | ПЗ | 30 × 24 | 100 | 60—80 | 170 | 2,5 |
| Таз, крестец (г) | Б | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 85 | 1,2 |
| Тазобедр. суставы (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 240 | 3,4 |
| Бедро (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 6 | 0,1 |
| Брюшная полость (г) | ЗП | 24 × 30 | 80 | 60—80 | 210 | 1,9 |
| Брюшная полость (г) | Б | 24 × 30 | 80 | 60—80 | 140 | 1,2 |
| Желудок (с) | ЗП | 20 × 20 | 40 | 70—90 | – | 1,7 |
| Желудок (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 70—90 | 80 | 1,8 |
| Желудок (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 70—90 | 90 | 2,1 |
| Кишечник (с) | ЗП | 20 × 20 | 40 | 70—90 | – | 2,9 |
| Кишечник (г) | ЗП | 30 × 40 | 100 | 70—90 | 220 | 1,8 |
| Холецистография (г) | ЗП | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 100 | 1,4 |
| Урография (г) | ЗП | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 115 | 1,6 |
| Цистография (г) | ЗП | 24 × 30 | 100 | 60—80 | 140 | 1,9 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Таблица 1.6

| Возраст пациента – больше девятнадцати лет (взрослые) | | | | | | |
|---|----------|---------------------------------------|---------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Тип процедуры | Проекция | Размер поля ($a \times b$), см × см | РИП, см | Напряжение на трубке, кВ | K_e , мкЗв мГр · м ² | K_d , мкЗв сГр · см ² |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Легкие (г) | ЗП | 30 × 40 | 100 | 80—90 | 240 | 2,0 |
| Легкие (г) | ЗП | 30 × 40 | 150 | 80—90 | 100 | 1,9 |
| Легкие (г) | Б | 30 × 40 | 150 | 90—100 | 80 | 1,5 |
| Легкие (с) | ЗП | 30 × 30 | 60 | 80 | – | 2,1 |
| Легкие (с) +УРИ | ЗП | 30 × 30 | 60 | 60 | 370 | 1,4 |
| Флюорография | ЗП | 35 × 35 | 100 | 80 | 220 | 1,8 |
| Череп (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 60—70 | 50 | 0,7 |
| Череп (г) | Б | 24 × 30 | 100 | 60—70 | 23 | 0,3 |
| Шейный отд. позв. (г) | ЗП | 18 × 24 | 80 | 70—80 | 38 | 0,5 |
| Шейный отд. позв. (г) | Б | 18 × 24 | 80 | 70—80 | 85 | 1,3 |
| Грудн. отд. позв. (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 80 | 160 | 2,2 |
| Грудн. отд. позв. (г) | ПЗ | 15 × 40 | 100 | 80 | 87 | 1,4 |
| Грудн. отд. позв. (г) | Б | 24 × 30 | 100 | 80 | 95 | 1,3 |
| Грудн. отд. позв. (г) | Б | 15 × 40 | 100 | 80 | 85 | 1,4 |
| Поясн. отд. позв. (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 80 | 180 | 2,5 |
| Поясн. отд. позв. (г) | ПЗ | 15 × 40 | 100 | 80 | 126 | 2,1 |
| Поясн. отд. позв. (г) | Б | 24 × 30 | 100 | 90 | 71 | 1,0 |
| Поясн. отд. позв. (г) | Б | 15 × 40 | 100 | 90 | 65 | 1,1 |
| Плечо, ключица (г) | ПЗ | 24 × 18 | 100 | 70—80 | 37 | 0,9 |
| Ребра, грудина (г) | ПЗ | 30 × 40 | 100 | 80 | 310 | 2,5 |
| Ребра, грудина (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 80 | 180 | 2,4 |
| Таз, крестец (г) | ПЗ | 40 × 30 | 100 | 80—90 | 240 | 2,0 |
| Таз, крестец (г) | Б | 30 × 24 | 100 | 90—100 | 90 | 1,3 |
| Тазобедр. суставы (г) | ПЗ | 24 × 30 | 100 | 70—90 | 230 | 3,1 |
| Бедро (г) | ПЗ | 15 × 40 | 100 | 70—80 | 32 | 0,5 |
| Пищевод (с) | ЗП | 20 × 35 | 60 | 90—100 | – | 2,1 |
| Пищевод (с) +УРИ | ЗП | 20 × 35 | 60 | 60—70 | 265 | 1,4 |
| Желудок (с) | ЗП | 24 × 30 | 60 | 90—100 | – | 1,9 |
| Желудок (с) +УРИ | ЗП | 24 × 30 | 60 | 80 | 330 | 1,6 |
| Желудок (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 70—80 | 70 | 1,6 |
| Желудок (г) | Б | 18 × 24 | 100 | 70—80 | 60 | 1,4 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Продолжение табл. 1.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------|----|---------|-----|--------|-----|-----|
| Кишечник (с) | ЗП | 30 × 30 | 60 | 90—100 | — | 2,2 |
| Кишечник (г) | ЗП | 30 × 40 | 100 | 90—100 | 250 | 2,0 |
| Кишечник (г) | Б | 30 × 40 | 100 | 100 | 160 | 1,3 |
| Холецистография (г) | ЗП | 18 × 24 | 100 | 90 | 57 | 1,3 |
| Холецистография (г) | ЗП | 24 × 30 | 100 | 90—100 | 115 | 1,6 |
| Урография (г) | ЗП | 40 × 30 | 100 | 80—90 | 160 | 1,4 |
| Цистография (г) | ЗП | 30 × 40 | 100 | 70—80 | 180 | 1,5 |

Примечания:

1) г – рентгенография, с – рентгеноскопия;
 2) ПЗ – передне-задняя проекция, ЗП – задне-передняя проекция, Б – боковая проекция (в этом случае приведено среднее значение эффективной дозы из двух значений, рассчитанных для облучения слева и справа);
 3) а – ширина поля, б – высота поля;
 4) значения коэффициентов перехода K_e и K_d приведены для общего фильтра рентгеновского излучения, эквивалентного 3—5 мм Al

Таблица 1.7
Значения коэффициентов K_e и K_d для рентгенологических
исследований конечностей

| Область исследования | Проекция | РИП, см | U , кВ | K_e , | K_d , мкЗв $\frac{\text{мГр} \cdot \text{м}^2}{\text{сГр} \cdot \text{см}^2}$ |
|----------------------|------------|------------|-------------|---|---|
| | | | | $\frac{\text{мкЗв}}{\text{мГр} \cdot \text{м}^2}$ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Верхние конечности | | | | | |
| Плечевой сустав | ПЗ | 115 | 60 | 22 | 1,2 |
| Плечевой сустав | Аксиальная | 105 | 57 | 15 | 1,2 |
| Плечо | ПЗ/Б | 105 | 52 | 2/2 | 0,2/0,2 |
| Локтевой сустав | ПЗ | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Локтевой сустав | Б | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Предплечье | ПЗ | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Предплечье | Б | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Запястье | Д.В. | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Запястье | Б | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Кисть | Б/Косая | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Палец | | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Нижние конечности | | | | | |
| Шейка бедра | Аксиальная | 105 | 70 | ¹ 170/84 | 2,8/2,5 |
| Бедренная кость | ПЗ/Б | 115 | 70 | 80/14 | 2,0/1,3 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Продолжение табл. 1.7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------------|---------------------|-----|----|---|-----|
| Коленный сустав | ПЗ | 115 | 55 | 1 | 0,1 |
| Коленный сустав | Б | 115 | 55 | 1 | 0,1 |
| Мениск Коленная чашечка Голень | ПЗ/Б/ Аксиальная | 105 | 55 | 1 | 0,1 |
| Голеностопный сустав | ПЗ | 105 | 55 | 1 | 0,1 |
| Голеностопный сустав | Б | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Пяточная кость | Б | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Пяточная кость | Аксиальная | 105 | 55 | 1 | 0,1 |
| Стопа | Б | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Плюсна | Косая | 105 | 52 | 1 | 0,1 |
| Пальцы ноги | | 105 | 52 | 1 | 0,1 |

Примечание: ¹ первая цифра соответствует размеру поля на приемнике 24 × 30 см, вторая – 18 × 24 см

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Приложение 2

Значения коэффициентов K_e и K_d для рентгенологических стоматологических исследований

Таблица 2.1

Значения коэффициентов K_e и K_d для контактной съемки зубов

| Исследование | U , кВ | K_e , мкЗв/(мГр · м ²) | K_d , мкЗв/(сГр · см ²) |
|----------------|----------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| | | Верхняя челюсть | |
| Резцы | 50—70 | 55 | 2,0 |
| Премоляры | 50—70 | 40 | 1,5 |
| Моляры | 50—70 | 25 | 1,0 |
| Съемка прикуса | 50—70 | 75 | 2,2 |
| Нижняя челюсть | | | |
| Резцы | 50—70 | 30 | 1,0 |
| Премоляры | 50—70 | 20 | 0,8 |
| Моляры | 50—70 | 15 | 0,5 |
| Съемка прикуса | 50—70 | 40 | 1,1 |

Таблица 2.2

Значения коэффициентов K_e и K_d для исследований на панорамных дентальных аппаратах

| Исследование | K_e , мкЗв/(мГр · м ²) | | | | K_d , мкЗв/(сГр · см ²) | | | |
|------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| | 60 кВ | 70 кВ | 80 кВ | 90 кВ | 60 кВ | 70 кВ | 80 кВ | 90 кВ |
| Полная рентгено-грамма | 2,3 | | | | 0,8 | | | |
| Цефалостат | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |

Таблица 2.3

Значения коэффициентов K_e и K_d для исследований на дентальных компьютерных томографах (3D Accuitomo (60 × 60 мм), i-CAT, NewTom 3G, Galileos)

| Исследование | K_e , мкЗв/(мГр · м ²) | | | K_d , мкЗв/(сГр · см ²) | | |
|--|--------------------------------------|----------|------------|---------------------------------------|----------|------------|
| | 60—70 кВ | 80—90 кВ | 100—120 кВ | 60—70 кВ | 80—90 кВ | 100—120 кВ |
| Зубы + альвеолярные отростки верхней и нижней челюстей | 23 | 29 | 40 | 0,55 | 0,70 | 0,90 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Приложение 3

Значения коэффициентов перехода от ПДП к эффективной дозе и максимальной поглощенной дозе в коже у пациентов при проведении интервенционных исследований

Таблица 3.1

Значения дозовых коэффициентов перехода от измеренного значения ПДП к эффективной дозе у взрослого пациента для исследований сосудов сердца

| Напряжение на рентгеновской трубке, кВ | K_d , мЗв/(Гр · см ²) |
|--|-------------------------------------|
| 70 | 0,19 |
| 80 | 0,22 |
| 90 | 0,24 |
| 100 | 0,27 |
| 110 | 0,29 |

Таблица 3.2

Значения дозовых коэффициентов перехода от измеренного значения ПДП к эффективной дозе у взрослого пациента для исследований сосудов головного мозга

| Напряжение на рентгеновской трубке, кВ | K_d , мЗв/(Гр · см ²) |
|--|-------------------------------------|
| 60 | 0,06 |
| 70 | 0,08 |
| 80 | 0,09 |
| 90 | 0,10 |
| 100 | 0,11 |
| 110 | 0,12 |

Таблица 3.3

Значения дозовых коэффициентов перехода от измеренного значения ПДП к эффективной дозе у взрослого пациента для каротидных исследований

| Напряжение на рентгеновской трубке, кВ | K_d , мЗв/(Гр · см ²) |
|--|-------------------------------------|
| 60 | 0,09 |
| 70 | 0,12 |
| 80 | 0,14 |
| 90 | 0,15 |
| 100 | 0,17 |
| 110 | 0,18 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Таблица 3.4

Значения дозовых коэффициентов перехода от измеренного значения ПДП к эффективной дозе у взрослого пациента для интервенционных исследований в абдоминальной области и области малого таза

| Напряжение на рентгеновской трубке, кВ | K_d , мЗв/(Гр · см ²) |
|--|-------------------------------------|
| 60 | 0,12 |
| 70 | 0,16 |
| 80 | 0,19 |
| 90 | 0,21 |
| 100 | 0,24 |
| 110 | 0,26 |

Таблица 3.5

Значения дозовых коэффициентов перехода от измеренного значения ПДП к эффективной дозе у взрослого пациента для исследований сосудов нижних конечностей

| Напряжение на рентгеновской трубке, кВ | K_d , мЗв/(Гр · см ²) |
|--|-------------------------------------|
| 60 | 0,08 |
| 70 | 0,11 |
| 80 | 0,13 |
| 90 | 0,15 |
| 100 | 0,17 |
| 110 | 0,19 |

Таблица 3.6

Значения дозовых коэффициентов перехода от измеренного значения ПДП к эффективной дозе у взрослого пациента для исследований сосудов верхних конечностей

| Напряжение на рентгеновской трубке, кВ | K_d , мЗв/(Гр · см ²) |
|--|-------------------------------------|
| 60 | 0,04 |
| 70 | 0,05 |
| 80 | 0,06 |
| 90 | 0,07 |
| 100 | 0,08 |
| 110 | 0,08 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Таблица 3.7

**Значения дозовых коэффициентов перехода от измеренного
значения ПДП к максимальной поглощенной дозе в коже пациента
для исследований сосудов сердца**

| Вид исследования | K_d^S , мГр/(Гр · см ²) |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Ангиография сосудов сердца | 3,5 |
| Ангиопластика сосудов сердца | 7,0 |

Таблица 3.8

**Значения дозовых коэффициентов перехода от измеренного
значения ПДП к максимальной поглощенной дозе в коже пациента
для исследований сосудов головного мозга и каротидных зон**

| Вид исследования | K_d^S , мГр/(Гр · см ²) |
|--|---------------------------------------|
| Ангиография сосудов головного мозга и каротидных зон | 7,0 |
| Эмболизация сосудов головного мозга | 7,0 |

Таблица 3.9

**Значения дозовых коэффициентов перехода от измеренного
значения ПДП к максимальной поглощенной дозе в коже пациента
для исследований органов брюшной полости и малого таза**

| Вид исследования | K_d^S , мГр/(Гр · см ²) |
|---|---------------------------------------|
| Диагностика органов брюшной полости и малого таза | 4,0 |
| Лечение органов брюшной полости и малого таза | 4,0 |