Приложение № 3

к Положению о радиационной защите и

радиационной безопасности в диагностической

радиологии и интервенционной радиологии

**РАСЧЕТ**

**радиационной защиты стационарных барьеров для процедурных кабинетов с рентгеновскими установками**

* 1. Расчет радиационной защиты основан на определении кратности ослабления *К,* мощности поглощенной дозы (D0) рентгеновского излучения в воздухе в данной точке, в отсутствие защитного экрана до значения допустимой мощности дозы (DDA) в воздухе:

,

где:

**103**- коэффициент перевода mGy в μGy;

**KR** - радиационный выход - соотношение мощности поглощенной дозы в воздухе в первичном пучке рентгеновского излучения на расстоянии 1 м от фокусного пятна рентгеновской трубки, умноженной на квадрат этого расстояния, к силе анодного тока (мГр х м2/(мА х мин)/неделя);

**W** - рабочая нагрузка рентгеновского аппарата, (мА х мин)/неделя;

**N** - коэффициент направленности излучения (отн. ед.);

**30** - значение нормированного времени работы рентгеновского аппарата в неделю при односменной работе персонала категории А (30-часовая рабочая неделя, ч/нед);

**r** - расстояние от фокуса рентгеновской трубки до точки расчета (м).

* 1. Значение радиационного выхода KR указано в технической документации рентгеновской установки. В отсутствие этих данных, KR выбирается из таблицы 1, в зависимости от постоянного напряжения на рентгеновской трубке.

1. Значения рабочей нагрузки W, в зависимости от типа и назначения рентгеновской установки, приведены в таблице 2;
2. Коэффициент направленности N принимает следующие значения:
   * 1. 1,0 - в определении вероятности направления потока рентгеновского излучения в направлении первичного пучка рентгеновского излучения;
     2. 0,1 - для установок с подвижным источником излучения во время получения изображения (рентгеновский компьютерный томограф, панорамный томограф, сканирующие установки);
     3. 0,05 - в определении вероятности направления потока рентгеновского излучения для всех других направлений, куда попадает только рассеянное излучение.
   1. Значения допустимой мощности дозы в воздухе - DDA (мкГр/ч) на внешних защитных экранах определяется исходя из пределов проектных доз LDR (мЗв/год) для соответствующих категорий облученных лиц и возможной продолжительности их пребывания в данных помещениях или в смежных помещениях на соответствующем расстоянии:

*DDA* =,

где

**λ -** коэффициент перехода от эффективной дозы (Зв) к поглощенной дозе (**Гр**) в воздухе, определенный в условиях электронного равновесия (**Гр/Зв**);

**tst** **-** стандартизованная продолжительность работы рентгеновской установки(в режиме экспозиции, при односменной работе персонала) в течение года (ч/год);

**n -** коэффициент сменности работы (относительные единицы);

**T** **-** коэффициент занятости помещения (относительные единицы);

Расстояние от фокуса рентгеновской трубки до точки расчета определяется по проектной документации кабинета, предназначенного для диагностической радиологии и интервенционной радиологии. В качестве точек расчета принимаются точки, расположенные:

1) вплотную к внутренним поверхностям стен помещений, прилегающих к процедурной рентгеновского кабинета или наружным стенам;

2) на высоте 0,5 м от уровня пола в помещении, расположенном над процедурным кабинетом, где находится рентгеновская установка;

3) на высоте 1,5 м от уровня пола в помещении, расположенном под процедурным кабинетом;

При проектировании стационарной защиты для различных помещений следует использовать значения DDA и значения Т, n и tst, представленные в таблице 3.

Значения свинцовых эквивалентов стационарной защиты, в зависимости от значений кратности ослабления *К* в диапазоне напряжений на рентгеновской трубке от 50 до 250 кВ, представлены в таблице 4.

Таблица 1

**Значение радиационно****го выхода на расстоянии 1 м от фокуса рентгеновской трубки (анодное напряжение постоянное, сила анодного тока – 1 мА, фильтр - 2 мм Al, для 250 кВ - 0,5 мм Cu)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Анодное напряжение, кВ | 40 | 50 | 70 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| Радиационный выход KR,  мГр x м2/(мА х мин) | 2,0 | 3,0 | 5,6 | 6,3 | 9,0 | 18,0 | 25,0 | 20,0 |

Таблица 2

**Значения рабочей нагрузки W и анодного напряжения U для расчета стационарной защиты рентгеновских кабинетов для 250 кВ - 0,5 мм CU**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Тип рентгеновских установок | Рабочая нагрузка W,  (мA x мин/неделя) | Анодное напряжение, кВ |
| 1. | Рентгенофлюорографическая установка с люминесцентным экраном и оптическим переносом изображения, пленочный или цифровой | 1000(1) | 100 |
| 2. | Рентгенофлюорографическая малодозовая установка со сканирующей линейкой детекторов и цифровой обработкой изображения | 2000(1) | 100 |
| 3. | Рентгенофлюорографическая малодозовая установка с усилителем изображения и цифровой обработкой изображения | 50 | 100 |
| 4. | Рентгеновская диагностическая установка с цифровой обработкой информации | 1000 | 100 |
| 5. | Рентгеновский диагностический комплекс с полным набором штативов (1-е, 2-е и 3-е рабочие места) | 1000 | 100 |
| 6. | Установка для рентгеноскопии (1 рабочее место, поворотный стол-штатив) | 1000 | 100 |
| 7. | Установка для рентгенографии (2 и 3 рабочие места - стол для снимков и штатив для снимков) | 1000 | 100 |
| 8. | Ангиографический комплекс | 400 | 100 |
| 9. | Рентгеновский компьютерный томограф | 400 | 125 |
| 10. | Хирургическая передвижная установка с усилителем изображения | 200 | 100 |
| 11. | Палатная рентгеновская установка | 200 | 90 |
| 12. | Рентгеноурологический стул | 400 | 90 |
| 13. | Рентгеновская установка для литотрипсии | 200 | 90 |
| 14. | Маммографическая рентгеновская установка | 200 | 40 |
| 15. | Остеоденситометр для всего тела | 200 | номинальное |
| 16. | Остеоденситометр для верхних и нижних конечностей | 100 | 70 |
| 17. | Остеоденситометр для всего тела и его частей с использованием широкого пучка излучения и двумерного цифрового детектора | 50 | номинальное |

Таблица 3

**Допустимая мощность дозы (DDA) рентгеновского излучения за стационарной защитой процедурной рентгеновского кабинета, значения параметров Т, n, tst и годовой дозы (DDa) для помещений и прилегающей территории**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Помещение, территория | DDA  мкГр/ч | T,  отн. ед. | n,  отн. ед | tst,  ч/год | DDa,  мЗв/год |
| 1. | Помещения постоянного пребывания персонала категории A (процедурная комната, пульт управления, комната приготовления бария, фотолаборатория, кабинет врача и др.) | 13 | 1 | 1 | 1500 | 20 |
| 2. | Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с процедурным кабинетом, имеющие постоянные рабочие места персонала категории B | 2,5 | 1 | 1,3 | 2000 | 5 |
| 3. | Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной комнатой, без постоянных рабочих мест персонала категории B (холл, гардероб, лестничная площадка, коридор, комната отдыха и др.) | 10 | 0,25 | 1,3 | 2000 | 5 |
| 4. | Помещения эпизодического пребывания персонала (технический этаж, подвал, крыша и др.) | 40 | 0,06 | 1,3 | 2000 | 5 |
| 5. | Палаты стационара, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета | 1.3 | 0,25 | 2 | 3000 | 1 |
| 6. | Территория, прилегающая к наружным стенам процедурной рентгеновского кабинета | 2,8 | 0,12 | 2 | 3000 | 1 |
| 7. | Жилые помещения, смежные с процедурной  рентгеновского кабинета | 0,3 | 1 | 2 | 3000 | 1 |

Таблица 4

**Значения свинцового эквивалента в зависимости от кратности ослабления *K* рентгеновского излучения**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *K*, отн. ед. | Свинцовый эквивалент (мм) при анодном напряжении (кВ) и фильтре: | | | | | |
| 2 мм Al | | | | | 0,5 мм Cu |
| 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| Толщина защиты из свинца *dPb* (мм) | | | | | |
| 3 | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 0,16 | 0,24 | 0,20 |
| 7 | 0,05 | 0,11 | 0,21 | 0,31 | 0,46 | 0,60 |
| 10 | 0,06 | 0,13 | 0,25 | 0,37 | 0,55 | 0,70 |
| 15 | 0,08 | 0,17 | 0,31 | 0,46 | 0,69 | 1,00 |
| 20 | 0,09 | 0,20 | 0,37 | 0,53 | 0,80 | 1,10 |
| 25 | 0,10 | 0,22 | 0,42 | 0,59 | 0,90 | 1,30 |
| 30 | 0,11 | 0,24 | 0,45 | 0,62 | 0,90 | 1,40 |
| 40 | 0,12 | 0,28 | 0,52 | 0,69 | 1,10 | 1,60 |
| 50 | 0,13 | 0,31 | 0,58 | 0,80 | 1,20 | 1,90 |
| 70 | 0,14 | 0,36 | 0,68 | 0,80 | 1,3 | 2,00 |
| 100 | 0,16 | 0,41 | 0,80 | 1,00 | 1,50 | 2,40 |
| 150 | 0,20 | 0,50 | 0,90 | 1,10 | 1,70 | 2,70 |
| 200 | 0,20 | 0,50 | 1,00 | 1,20 | 1,80 | 3,00 |
| 300 | 0,30 | 0,60 | 1,10 | 1,40 | 2,00 | 3,50 |
| 400 | 0,30 | 0,70 | 1,20 | 1,50 | 2,20 | 3,80 |
| 600 | 0,30 | 0,75 | 1,30 | 1,70 | 2,40 | 4,20 |
| 800 | 0,30 | 0,80 | 1,40 | 1,70 | 2,50 | 4,50 |
| 1 000 | 0,30 | 0,80 | 1,50 | 1,80 | 2,60 | 4,70 |
| 1 500 | 0,40 | 0,90 | 1,60 | 2,00 | 2,80 | 5,20 |
| 2 000 | 0,40 | 1,00 | 1,70 | 2,10 | 3,00 | 5,60 |
| 2 500 | 0,40 | 1,00 | 1,80 | 2,20 | 3,10 | 5,80 |
| 3 000 | 0,40 | 1,10 | 1,90 | 2,30 | 3,20 | 6,00 |
| 4 000 | 0,45 | 1,10 | 2,00 | 2,40 | 3,35 | 6,20 |
| 5 000 | 0,50 | 1,15 | 2,10 | 2,50 | 3,50 | 6,60 |
| 6 000 | 0,50 | 1,20 | 2,20 | 2,60 | 3,60 | 6,80 |
| 10 000 | 0,50 | 1,30 | 2,30 | 2,75 | 3,90 | 7,40 |
| 12 000 | 0,50 | 1,30 | 2,40 | 2,85 | 4,00 | 7,60 |
| 15 000 | 0,55 | 1,35 | 2,50 | 2,95 | 4,10 | 7,80 |
| 20 000 | 0,60 | 1,40 | 2,60 | 3,10 | 4,30 | 8,10 |
| 30 000 | 0,60 | 1,50 | 2,70 | 3,20 | 4,50 | 8,60 |
| 40 000 | 0,65 | 1,60 | 2,85 | 3,30 | 4,70 | 9,00 |
| 50 000 | 0,65 | 1,65 | 2,90 | 3,40 | 4,80 | 9,20 |
| 60 000 | 0,65 | 1,65 | 3,00 | 3,50 | 4,90 | 9,40 |
| 100 000 | 0,70 | 1,80 | 3,20 | 3,70 | 5,20 | 10,00 |
| 200 000 | 0,75 | 1,90 | 3,40 | 4,00 | 5,60 | 11,00 |
| 300 000 | 0,80 | 2,00 | 3,60 | 4,20 | 5,80 | 11,40 |
| 500 000 | 0,80 | 2,20 | 3,80 | 4,40 | 6,10 | 12,00 |
| 1 000 000 | 0,90 | 2,30 | 4,00 | 4,70 | 6,50 | 13,00 |
| 1 500 000 | 0,90 | 2,30 | 4,20 | 4,80 | 6,70 | 13,40 |
| 3 000 000 | 1,00 | 2,50 | 4,40 | 5,10 | 7,10 | 14,20 |
| 5 000 000 | 1,00 | 2,60 | 4,60 | 5,30 | 7,40 | 15,00 |
| 10 000 000 | 1,10 | 2,80 | 4,90 | 5,60 | 7,80 | 15,80 |