

## РАСЧЕТ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ РЕНТГЕНОВСКОГО КАБИНЕТА

Э.Г.Чикирдин, Р.В.Ставицкий

*Научно-практический центр медицинской радиологии, г.Москва*

Одним из наиболее сложных и ответственных разделов проектирования рентгеновского кабинета является расчет радиационной защиты его процедурной. В зависимости от целевого назначения рентгеновский кабинет включает разный набор помещений:

- процедурная,
- процедурная и комната управления,
- процедурная, комната управления, фотолаборатория,
- процедурная, комната управления, регистратура, кабинет врача и т.д.

Во всех случаях основным помещением кабинета является процедурная, в которой осуществляются диагностические или лечебные (терапевтические) мероприятия и в которой размещается рентгеновский излучатель как источник ионизирующего излучения. Отсюда вытекает необходимость проведения расчета радиационной защиты процедурной, т.е. определение свинцового эквивалента стационарных средств радиационной защиты. К таким средствам относятся строительные конструкции и устройства (пол, потолок и стены), обеспечивающие защиту от рентгеновского излучения и являющиеся неотъемлемыми частями помещений рентгеновского кабинета, а также средства радиационной защиты с ограниченным диапазоном перемещения, например, защитные двери, ставни, жалюзи.

К недостаткам применявшихся методов расчета радиационной защиты [1-3] относятся:

- физически некорректное выражение основного расчетного параметра – коэффициента ослабления излучения,
- отсутствие учета направленности первичного пучка излучения и движение последнего во время исследования (панорамные томографы, рентгеновские компьютерные томографы, сканирующие аппараты),
- устаревший перечень и рабочие нагрузки используемых на практике рентгенодиагностических аппаратов, в том числе с цифровыми приемниками изображения,
- устаревшие нормативы и единицы измерения предельно допустимых уровней излучения.

С целью устранения указанных недостатков разработана новая методика радиационной защиты [ 4 ]. Основной расчетный параметр в этой методике представлен в виде физически корректного коэффициента кратности ослабления  $K$ . Коэффициент кратности ослабления представляет собой отношение мощности поглощенной дозы рентгеновского излучения в данной точке воздуха в отсутствие защиты  $D_0$  к допустимой мощности поглощенной дозы в воздухе ДМД:

$$K = D_0 / \text{ДМД} \quad ( 1 )$$

Или с учетом расчетного значения  $D_0$

$$K = 1000 H * W * N / (30 r^2 * \text{ДМД}) \quad ( 2 )$$

где  $H$  - радиационный выход, мГр\*м<sup>2</sup> / МА\*мин;  $W$  - рабочая нагрузки рентгеновского аппарата, МА\*мин/неделя;  $N$  - коэффициент направленности излучения (безразмерная величина);  $r$  - расстояние от фокуса трубки до точки расчета защиты, м.

Таким образом, введением указанного коэффициента, включающего коэффициент направленности  $N$ , устранены первые два недостатка старой методики расчета.

Допустимая мощность дозы ДМД в расчетной точке определяется по таблице или по следующему выражению:

$$\text{ДМД} = 1000 \text{ ПД} / t_p * T, [\text{мкГр} / \text{ч}] \quad ( 3 )$$

Где ПД – годовой предел дозы, мЗв/год;  $t_p$  – продолжительность облучения, ч/год;  $T$  – безразмерный коэффициент занятости помещений.

Или окончательно:

В написании формул ( 3 и 4 ) опущен единичный ( $k = 1$ ) коэффициент перехода от мЗв к мГр.

Предел дозы ПД в соответствии с НРБ-99 и СанПиН (пункт 4.16) составляет:

Категория облучаемых лиц	Предел дозы, мЗв/год
Персонал группы А	20
Персонал группы Б	5
Население	1

Продолжительность облучения  $t_p$  за год выбирается для помещений постоянного пребывания людей по количеству облучаемых смен (  $n$  ):

Персонал группы А	$t_p = 1500$ ч/год ( $n = 1$ )
Персонал группы Б	$t_p = 2000$ ч/год ( $n = 1,3$ )
Население	$t_p = 3000$ ч/год ( $n = 2$ )

Коэффициент занятости  $T$  выбирается по относительной длительности пребывания людей в расчетной зоне:

Эпизодическое пребывание (подвал, чердак, техэтаж)	$T = 0,06$
Территория	$T = 0,12$
Палаты, коридоры, уборные	$T = 0,25$
Постоянное пребывание (жилые и рабочие помещения)	$T = 1,0$

Практически достаточно выбрать значения ДМД, представленные в СанПиН (таблица 6..2) и воспроизведенные ниже в таблице 1.

Таблица 1. Рабочая нагрузка  $W$  и анодное напряжение  $U$

Рентгеновский аппарат	$W$ , мА*мин/неделя	$U$ , кВ
Маммограф	200	40
Остеоденситометр для конечностей	100	70
Дентальный аппарат (с визиографом или высокочувствительной одномоментной пленкой)	40	70
Дентальный аппарат (без визиографа)	200	70
Панорамный томограф, палатный аппарат, аппарат для литотрипсии	200	90
Рентгеноурологический стол	400	90
Хирургический аппарат	200	100
Малодозовый цифровой флюорограф	400	100
РДК на 2 и 3 рабочих места, ангиографический комплекс		
Флюорограф пленочный с защитной кабиной	1000	100
Флюорограф пленочный без кабины	2000	100
Рентгенотерапевтический близкодистанционный аппарат	4000	100
Рентгеновский компьютерный томограф	5000	100
	400	125

Введением вышеприведенных данных устранен третий недостаток предыдущих нормативов. Основные пределы доз облучения (эффективная доза) используются по новейшим нормам радиационной безопасности [ 5 ], что позволяет устранить четвертый недостаток предыдущих методов расчета. Вместо трудоемкого расчета величины ДМД в большинстве стандартных случаев проще использовать табличные данные для типовых случаев размещения процедурной по отношению к смежным помещениям. В ряде случаев используют данные по аналогии (табл. 2).

Таблица 2. Допустимая мощность дозы рентгеновского излучения за стационарной защитой процедурной рентгеновского кабинета ДМД

Помещение, территория	ДМД, мкГр/ч	T, отн. ед.	N отн.ед.	T <sub>p</sub> , ч/год	ПД, мЗв/год
1. Помещения постоянного пребывания персонала группы А (процедурная, комната управления, комната приготовления бария, фотолаборатория, кабинет врача и др.)	13	1	1	1500	20
2. Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета, имеющие постоянные рабочие места персонала группы Б	2,5	1	1,3	2000	5
3. Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета без постоянных рабочих мест (холл, гардероб, лестничная площадка, коридор, комната отдыха, уборная, кладовая и др.), т.е. персонал группы Б	10	0,25	1,3	2000	5
4. Помещения эпизодического пребывания персонала группы Б (технический этаж, подвал, чердак и др.)	40	0,06	1,3	2000	5
5. Палаты стационара, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета (население)	1,3	0,25	2	3000	1
6. Территория, прилегающая к наружным стенам процедурной рентгеновского кабинета, двор (население)	2,8	0,12	2	3000	1
7. Жилые помещения, смежные с процедурной рентгеновского кабинета (население)	0,3	1	2	3000	1

Многочисленные результаты дозиметрического контроля по Москве подтверждают соответствие защиты кабинета современным гигиеническим требованиям.

Отметим соответствие разработанного СанПиН 2.6.1.802-99 аналогичным нормативам на английском [ 6 ] и немецком [ 7 ] языках.

Литература

1. Правила устройства и эксплуатации рентгеновских кабинетов и аппаратов в учреждениях Министерства здравоохранения СССР. – М., Медгиз, 1962
2. Санитарные правила работы при проведении медицинских рентгенологических исследований № 2780-80. – М., Министерство здравоохранения СССР, 1981
3. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87. – М., Энергоатомиздат, 1988
4. СанПиН 2.6.1.802-99. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований. – М., Минздрав России, 2000
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – Минздрав России, 1999
6. NCRP Report No. 49. Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X-Rays and Gamma Rays of Energies up to 10 MeV. – 1994
7. DIN 6812. Medizinische Röntgenanlage bis 300 kV. Strahlenschutzregeln für die Errichtung. – 1976