

О необходимой толщине стационарной защиты в рентгеновских стоматологических кабинетах

В.Ю. Голиков

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

В статье на основе анализа научной информации в отношении параметров проведения и характеристик полей излучения для 3 дентальных рентгенологических процедур (внутриротовые снимки, обзорные снимки на ортопантомографах и конусно-лучевая компьютерная томография) кратко описана методология и приведены примеры расчетов необходимой толщины стационарной защиты кабинетов с разным рентгеновским оборудованием. Показано, что в большинстве случаев в кабинетах, где выполняются внутриротовые снимки и обзорные снимки на ортопантомографах, обычные внутрикомнатные перегородки из гипсокартона толщиной 20 мм обеспечивают необходимую защиту для соблюдения в соседнем помещении предела дозы для населения. Для кабинетов, где проводятся дентальные исследования с применением компьютерных томографов, необходима дополнительная защита из свинца толщиной до 1,5 мм в зависимости от условий проведения и категории защищаемых лиц в соседнем помещении.

Ключевые слова: медицинские исследования, рентгеновский стоматологический кабинет, стационарная защита, коэффициент рассеяния, прямое излучение, рассеянное излучение.

Введение

Проектирование стационарной защиты для стоматологических рентгеновских кабинетов можно было бы считать тривиальной задачей, по сравнению с разработкой защиты для рентгеновских кабинетов в других областях медицинской радиологии из-за относительно низких доз излучения. Однако эту задачу не следует обходить вниманием по ряду причин:

1. Стоматологические рентгеновские кабинеты часто расположены в жилых зданиях. При этом рентгеновский аппарат может быть расположен близко к стене, смежной с жилым помещением.

2. В стоматологической практике нередко в одной процедурной располагаются два рентгеновских аппарата для решения различных задач (например, аппараты для проведения внутриротовых снимков и панорамных снимков).

3. Для стоматологов дополнительные расходы на защиту могут превысить стоимость рентгеновского аппарата.

Кроме того, в стоматологической практике Российской Федерации в первом десятилетии XXI в. ежегодно выполнялось около 15 млн стоматологических рентгенограмм [1].

Методология расчета стационарной защиты любого рентгеновского кабинета, изложенная в СанПиН 2.6.1.1192-03¹, устарела и не отражает реальных условий и значений физико-технических параметров проведения медицинских исследований [2]. В отношении же стоматологического рентгеновского кабинета, смежного с жилым помещением, в СанПиН 2.6.1.1192-03 требуется выполнение правил радиационной безопасности внутри кабинета, т.е. наличие стен кабинета в качестве ослабляющего излучение барьера не учитывается вовсе. Часто это приводит к необходимости устанавливать вну-

¹ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 18.02.2003 № 8 «О введении в действие СанПиН 2.6.1.1192-03» (СанПиН 2.6.1.1192-03. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских аппаратов и проведению рентгенологических исследований). (Зарегистрировано в Минюсте РФ 14.03.2003 № 4282) [Decree of the Chief state sanitary doctor of Russia №8, 18.02.2003 "On the establishment of the SanPiN 2.6.1.1192-03" (SanPiN 2.6.1.1192-03. Hygienic requirements on the construction and use of the X-ray units and radiography examinations). Registered in the Ministry of Justice of Russia №4282, 14.03.2003(In Russ.)]

Голиков Владислав Юрьевич

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева.

Адрес для переписки: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: sg235@rambler.ru

три кабинета дополнительную защиту, что приводит к росту непроизводственных расходов.

Цель исследования – демонстрация того, какая в действительности стационарная защита будет обеспечивать требования радиационной безопасности в зависимости от типа рентгеновского оборудования стоматологического кабинета и количества принимаемых в нем пациентов.

Материалы и методы

В качестве исходных данных для расчета необходимой толщины стационарной защиты в стоматологическом рентгеновском кабинете использовали современные данные литературы, характеризующие как условия проведения различных стоматологических процедур (геометрия проведения процедур, число пациентов и т.п.), так и параметры, определяющие поле рентгеновского излучения (тип рентгеновского оборудования, напряжение на трубке, произведение дозы на площадь поля излучения для разных типов дентальных процедур и т.п.). Рассматривались кабинеты, содержащие три типа рентгеновского стоматологического оборудования: для проведения внутриротовых снимков, панорамных снимков (ортопаномографы) и получения изображения методом конусно-лучевой компьютерной томографии. Все параметры, зависящие от времени, были привязаны к временному интервалу 1 неделя. При этом округленно принималось, что в году 50 недель. Фактор занятости помещения (occupancy factor) во всех случаях полагался равным единице.

Толщина защиты рассчитывалась по формуле [3]:

$$x = \frac{1}{\alpha \cdot \gamma} \cdot \ln \left[\frac{B^{-\gamma} + \beta / \alpha}{1 + \beta / \alpha} \right], \text{ мм} \quad (1)$$

где: B – доля излучения, прошедшего через барьер (величина, обратная коэффициенту ослабления, используемому в СанПиН 2.6.1.1192-03); x – толщина барьера, мм; α мм⁻¹, β мм⁻¹, γ отн.ед. – параметры, зависящие от напряжения на рентгеновской трубке и фильтрации излучения, т.е. его энергетического спектра и материала защиты [4].

Для ряда рентгеновских аппаратов, согласно их конструктивным особенностям, расчет стационарной защиты кабинета, где проводятся исследования, определяется только рассеянным излучением (компьютерный томограф, ортопантомограф, С-дуга, маммограф). Значение кермы рассеянного компонента поля рентгеновского излучения в воздухе зависит от интенсивности компонента прямого излучения, его энергетического спектра, площади поля прямого излучения, падающего на объект, и может быть рассчитано согласно соотношению:

$$K_s = S \cdot ПДП, \text{ мкГр} \quad (2)$$

где S – коэффициент рассеяния мГр·(Гр·см²)⁻¹; ПДП – произведение дозы на площадь (Гр·см²).

Значение S зависит также от угла рассеяния и достигает максимальной величины S_m при угле рассеяния около 120°. На расстоянии 1 м от точки рассеяния значение S_m может быть рассчитано согласно эмпирическому соотношению [5]:

$$S_m = 0.031 \cdot \text{кВ} + 2.5 \text{ мкГр} \cdot (\text{Гр} \cdot \text{см}^2)^{-1} \quad (3)$$

где кВ – напряжение на трубке в кВ.

Тогда значение кермы рассеянного компонента поля рентгеновского излучения в воздухе на расстоянии d (м) от пациента рассчитывается согласно соотношению:

$$K_s = \frac{S_m \cdot ПДП}{d^2} \quad (4)$$

Результаты и обсуждение

Кабинет для проведения внутриротовых снимков

При проведении внутриротовых снимков для расчета защиты могут быть использованы следующие типичные исходные данные [4, 6–9]:

1. Входная поверхностная доза – 1–3 мГр (зависит от проекции, чувствительности пленки, напряжения на трубке и т.д.).

2. Площадь поля на конце тубуса: максимум 28 см², минимум 12 см² (6 см диаметр для кругового коллиматора или 4×3 см² для прямоугольного коллиматора, соответственно).

3. ПДП – 0,01–0,1 Гр см².

4. Напряжение на трубке – 60–70 кВ.

5. Коэффициент рассеяния S – 0,5–5 мкГр (Гр см²)⁻¹ на 1 м [10].

При максимальной поверхностной дозе 3 мГр и круговом коллиматоре максимальная доза рассеянного компонента будет: $3 \cdot 10^{-3} \times 28 \times 5 \sim 0.4$ мкГр на 1 снимок.

Пучок первичного излучения при внутриротовой рентгенографии всегда пересекает тело пациента и конструкцию приемника изображения. Для целей расчета защиты можно предположить, что при дентальной внутриротовой рентгенографии пропускание первичного излучения составляет 0,03% от поверхностной дозы [10], что для 3 мГр будет менее 1 мкГр за экспозицию.

Если предположить, что внутриротовые снимки делаются в условиях, когда луч направлен в одном из трех направлений (соответствующих направлениям на стены А, Б и В (рис.)), и что каждое из этих направлений равновероятно, то средневзвешенная доза первичного плюс рассеянного излучения на расстоянии 1 м составит менее 0,5 мкГр на 1 снимок. Рекомендуется использовать это значение для расчета защиты, если нет веских оснований предполагать, что доза может существенно отличаться.

Необходимое ослабление защитным барьером в зависимости от расстояния от головы пациента до барьера и еженедельного количества снимков на основе ограничения годовой эффективной дозы 1 мЗв можно рассчитать следующим образом. Исходные данные:

1. Расстояние до стены – 1 м.

2. Средневзвешенная доза первичного плюс рассеянного излучения на расстоянии 1 м – 0,5 мкГр на один снимок.

Количество снимков в неделю – 100.

Тогда необходимое ослабление защитным барьером должно быть не менее:

$$\frac{1000 \text{ (мкЗв/год)}/50 \text{ (нед/год)}}{0,5 \text{ (мкЗв/снимок)} \cdot 100 \text{ (снимков/нед)}} = 0,4.$$

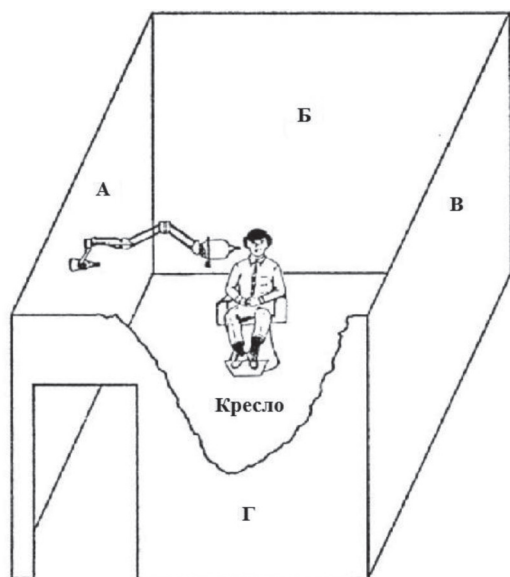


Рис. Схема проведения внутриротовых снимков [4]. Прямое излучение может пересекать боковые стены А, Б и В. Рассеянное излучение пересекает все стены, пол и потолок [Fig. Scheme of intraoral radiographs [4]. The primary radiation can cross the side walls A, B and C. The scatter radiation crosses all walls, floor and ceiling]

В таблице 1 показано необходимое дополнительное ослабление защитным барьером в зависимости от расстояния от головы пациента до барьера и еженедельных рабочих нагрузок на основе ограничения годовой эффективной дозы 1 мЗв.

Из данных таблицы 1 следует, что не требуется никакой защиты при загрузке 20 снимков в неделю и расстоянии между пациентом и барьером по крайней мере 1 м. При загрузке 50 снимков в неделю не требуется никакой защиты при расстоянии между пациентом и барьером более 1,5 м.

При напряжении на трубке 70 кВ (обычно верхний предел для внутриротовой рентгенографии) 20 мм стены из гипсокартона обеспечивают пропускание 25% излучения. В таблице 2 приведены рассчитанные по формуле (1) значения толщин барьеров из гипсокартона, обеспечиваю-

щих ослабление излучения для случаев, представленных в таблице 1.

Из приведенных в таблице 2 данных следует, что обычные внутрикомнатные перегородки (~20 мм гипсокартона) обеспечат необходимую защиту при практически любой мыслимой загрузке в неделю и расстоянии от пациента до барьера 1 м и более.

Стены кабинета из кирпича или бетонных блоков должны обеспечивать достаточную защиту при любых обстоятельствах.

Кабинет для проведения панорамных снимков

Для панорамных стоматологических рентгеновских аппаратов (ортопантомографов) расчеты защиты необходимо производить только для рассеянного компонента излучения, поскольку кассета и держатель кассеты обеспечивают достаточную защиту от прямого излучения, проходящего через голову пациента.

Для расчета компонента дозы рассеянного излучения использовали значения ПДП, которые в случае проведения дентальных исследований на ортопантомографах находятся в пределах 0,05–0,15 Гр см² [4, 9, 11–13]. При максимальном напряжении на трубке для этих исследований 90 кВ коэффициент рассеяния равен 5,3 мкГр (Гр см²)⁻¹ (формула (3)). Таким образом, значение рассеянного компонента воздушной кермы на расстоянии 1 м для наибольшего ПДП = 0,15 Гр см² составит 0,8 мкГр за исследование. Эта оценка компонента кермы рассеянного излучения подтверждается результатами измерений с помощью термолюминесцентных детекторов ~0,5 мкГр за исследование при напряжении на трубке в среднем за период времени измерений около 75 кВ [11].

Максимальное количество панорамных исследований в неделю, не требующее дополнительной защиты, можно, например, рассчитать следующим образом. Исходные данные:

1. Расстояние до стены – 50 см.
2. Значение рассеянного компонента кермы – $0,8 / (0,5)^2 = 3,2$ мкГр.

Тогда максимальное количество исследований в неделю без какой-либо дополнительной защиты при ограничении годовой дозы 1 мЗв будет:

Таблица 1

Необходимое дополнительное ослабление защитным барьером в зависимости от расстояния от головы пациента до барьера и еженедельного количества снимков на основе ограничения годовой эффективной дозы 1 мЗв

[Table 1

Necessary additional barrier attenuation depending on the distance from the patient's head to the barrier and the number of weekly radiographs based on the annual effective dose limit of 1 mSv]

Количество снимков в неделю [Number of weekly radiographs]	Расстояние до барьера, м [Distance to barrier, m]			
	1	1,5	2	2,5
20	Не требуется [not required]	Не требуется [not required]	Не требуется [not required]	Не требуется [not required]
50	0,80	Не требуется [not required]	Не требуется [not required]	Не требуется [not required]
100	0,40	0,89	Не требуется [not required]	Не требуется [not required]
200	0,20	0,46	0,80	Не требуется [not required]

Таблица 2

Толщина защитного барьера из гипсокартона (мм) в зависимости от значений ослабления излучения для случаев, представленных в таблице 1

[Table 2]

Thickness of the plasterboard shielding barrier (mm) depending on the radiation attenuation values for the cases provided in Table 1]

Количество снимков в неделю [Number of weekly radiographs]	Расстояние до барьера, м [Distance to barrier, m]			
	1	1,5	2	2,5
20	0	0	0	0
50	2,2	0	0	0
100	10	1,1	0	0
200	21	8,5	2,2	0

$$\frac{1000 \text{ мкЗв/год}}{50 \text{ нед/год}} \cdot \frac{1}{3.2 \text{ мкГр}} \approx 6 \text{ снимков/нед}$$

В таблице 3 приведены рассчитанные значения толщин барьеров из гипсокартона, обеспечивающих ослабление излучения в зависимости от расстояния до барьера и указанных недельных рабочих нагрузок на основе ограничения годовой дозы 1 мЗв.

Из данных таблицы 3 следует, что не требуется никакой дополнительной защиты, кроме обычных внутрикомнатных перегородок из гипсокартона толщиной 20 мм при загрузке до 20 снимков в неделю и расстоянии между пациентом и барьером 0,5 м или больше. Аналогичный вывод также справедлив для загрузки до ~ 60 снимков в неделю и расстоянии более 1 м между пациентом и барьером. При расстоянии между пациентом и барьером более 1,5 м загрузка кабинета может составлять более 100 снимков в неделю с обычными внутрикомнатными перегородками.

Кабинет с дентальным компьютерным томографом

Стоматологическая конусно-лучевая компьютерная томография является сравнительно новым методом, предназначенным для получения изображений перед специализированными стоматологическими процедурами, например, такими, как установка имплантатов. Эти устройства работают при более высоких напряжениях на рентгеновской трубке и обуславливают значительно более высокие уровни излучения, чем другое стоматологическое рентгеновское оборудование.

Аналогично обычной компьютерной томографии можно считать, что узел детектора изображений стоматологического конического луча полностью перехватывает и ослабляет прямое излучение. Следовательно, уровень воздушной кермы вокруг установки должен быть полностью обусловлен рассеянным излучением. Уровни рассеянного излучения варьируются от 2,3 до 40 мкГр за сканирование на расстоянии 1 м, а напряжение на трубке варьируется от 80 до 120 кВ [14]. Если для устанавливаемого устройства имеются данные о рассеянном излучении, их следует использовать для оценки толщины защиты. Если такие данные отсутствуют, можно рассмотреть наихудший случай и спроектировать защиту на этой основе.

Типичная средняя рабочая нагрузка для установки конусно-лучевой компьютерной томографии, установленной в частной практике, составляет примерно 20 сканирований в неделю и может достигать до 50 сканирований в неделю в больших медицинских учреждениях [14]. Их можно рассматривать как типичные верхние уровни, хотя, учитывая, что клиническая практика использования конусно-лучевой КТ все еще развивается, рабочие нагрузки следует постоянно контролировать и учитывать возможность их увеличения.

Примеры расчетов необходимой толщины защиты из свинца для поддержания дозы в смежных помещениях на уровне 1 и 20 мЗв/год для устройств с различными напряжениями на трубке, уровнями рассеянного излучения и рабочими нагрузками приведены в таблицах 4 и 5.

Из данных, представленных в таблице 4, следует, что если помещение, соседнее с кабинетом, где располо-

Таблица 3

Значения толщин барьеров из гипсокартона (мм), обеспечивающих ослабление излучения для напряжения 90 кВ на основе ограничения годовой дозы 1 мЗв

[Table 3]

Thickness of the plasterboard barriers (mm) provide radiation attenuation for the tube voltage of 90 kV based on the annual dose limit of 1 mSv]

Количество снимков в неделю [Number of weekly radiographs]	Расстояние до барьера, м [Distance to barrier, m]			
	0,5	1	1,5	2
10	8	0	0	0
20	25	0	0	0
50	57	13	0	0
100	87	32	10	0
200	122	57	28	13

Таблица 4

Требования к защите стоматологического кабинета с оборудованием для конусно-лучевой компьютерной томографии в зависимости от уровня рассеянного излучения, напряжения на трубке и рабочей нагрузки на основе ограничения годовой дозы 1 мЗв

[Table 4]

Shielding requirements for a dental X-ray room with cone beam computed tomography depending on the level of scattered radiation, tube voltage and workload based on the annual dose limit of 1 mSv

Уровень рассеянного излучения на 1 м, мкГр [Scattered radiation level at 1m, µGy]	кВ [kV]	Число процедур в неделю [Number of weekly radiographs]	Толщина защиты из свинца, мм [Thickness of lead shield, mm]		
			Расстояние от пациента, м [Distance to barrier, m]		
			0,5	1	2
40	90	20	0,87	0,50	0,22
20	90	50	0,94	0,56	0,26
20	120	20	0,93	0,51	0,21
40	120	20	1,18	0,71	0,34
40	120	50	1,53	1,01	0,57

Таблица 5

Требования к защите стоматологического кабинета с оборудованием для конусно-лучевой компьютерной томографии в зависимости от уровня рассеянного излучения, напряжения на трубке и рабочей нагрузки на основе ограничения годовой дозы 20 мЗв

[Table 5]

Shielding requirements for a dental X-ray room with cone beam computed tomography depending on the level of scattered radiation, tube voltage and workload based on an annual dose limit of 20 mSv

Уровень рассеянного излучения на 1 м, мкГр [Scattered radiation level at 1m, µGy]	кВ [kV]	Число процедур в неделю [Number of weekly radiographs]	Толщина защиты из свинца, мм [Thickness of lead shield, mm]		
			Расстояние от пациента, м [Distance to barrier, m]		
			0,5	1	2
40	90	20	0,19	0,04	0
20	90	50	0,22	0,06	0
20	120	20	0,17	0	0
40	120	20	0,30	0,07	0
40	120	50	0,51	0,21	0

жен компьютерный томограф, предназначено для лиц из населения, то для соблюдения правил радиационной безопасности может потребоваться свинцовая защита толщиной до 1,5 мм. Если же соседнее помещение предназначено для персонала группы А, то в самом худшем случае необходимая толщина защиты из свинца составит около 0,5 мм при расстоянии между стеной и пациентом 0,5 м, а при расстоянии 2 м и более дополнительной защиты из свинца не требуется вовсе (см. табл. 5).

Заключение

На основе анализа научной информации в отношении параметров проведения и характеристик полей излучения для 3 дентальных рентгенологических процедур (внутриротовые снимки, обзорные снимки на ортопантомографах и компьютерная томография) была рассчитана необходимая толщина стационарной защиты кабинетов с разным рентгеновским оборудованием. Показано, что в большинстве случаев в кабинетах, где проводятся внутриротовые снимки и обзорные снимки на ортопантомографах, обычные внутрикомнатные перегородки из гипсокартона толщиной 20 мм обеспечивают необходимую защиту для

соблюдения в соседнем помещении предела дозы для населения. Для кабинетов, где проводятся дентальные исследования с применением компьютерных томографов, необходима дополнительная защита из свинца толщиной до 1,5 мм в зависимости от условий проведения и категории защищаемых лиц в соседнем помещении.

Информация о конфликте интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Информация об источнике финансирования

Работа была выполнена в рамках инициативной НИР «Научное обоснование изменений в расчетах стационарной защиты в рентгеновских кабинетах»

Литература

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume II. (New York, UN: Scientific Annexes C, D and E), 2011.
2. Голиков В.Ю. Критический анализ существующего подхода к расчету стационарной защиты в рентгеновских

- кабинетах // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 3. С. 13–21. DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-3-13-21.
3. Archer B.R., Thornby J.I., Bushong S.C. Diagnostic X-Ray Shielding Design Based on an Empirical Model of Photon Attenuation // Health Physics. 1983. Vol. 44. P. 507–517.
4. NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurements). Radiation Protection in Dentistry. NCRP Report No. 145. NCRP, 2004.
5. Colin J. Martin. Radiation shielding for diagnostic radiology // Radiation Protection Dosimetry. 2015. Vol. 165(1–4). P. 376–381. doi:10.1093/rpd/ncv040.
6. European Commission. European guidelines on Radiation Protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice. Radiation Protection 136. European Communities, 2004.
7. Use and regulatory control of dental x-ray installations ST3.1. Radiation and Nuclear Safety Authority, Finland, 1999.
8. National Radiological Protection Board. Guidance notes for dental practitioners on the safe use of x-ray equipment. NRPB dental x-ray protection services, 2001.
9. Helmrot E., Carlsson G. Alm. Measurement of radiation dose in dental radiology // Radiation Protection Dosimetry. 2005. Vol. 114, No. 1–3. P. 168–171.
10. Worrall M., McVey S., Suon D.G. Proposals for revised factors in intra-oral radiography shielding calculations // Journal of Radiological Protection. 2012. Vol. 32, No 3. P. 243–249. doi: 10.1088/0952-4746/32/3/243.
11. Reid J.A., MacDonald J.C., Dekker T.A., Kupperts B.U. Radiation exposures around a panoramic dental X-ray unit // Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. 1993. Vol. 75. P. 780–782.
12. Williams J.R., Fipem MSc, Montgomery A. Measurement of dose in panoramic dental radiology // British Journal of Radiology. 2000. Vol. 73, P. 1002–1006.
13. Isoardi P., Ropolo R. Measurement of dose–width product in panoramic dental radiology // British Journal of Radiology. 2003. Vol. 76, P. 129–131.
14. Holroyd J.R., Walker A. Recommendations on the design of X-ray facilities and the quality assurance of dental cone beam CT systems. HPARPD-065. Chilton: HPA, 2010.

Поступила: 12.02.2024 г.

Голиков Владислав Юрьевич – старший научный сотрудник, лаборатория радиационной гигиены медицинских организаций, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: sg235@rambler.ru

Для цитирования: Голиков В.Ю. О необходимой толщине стационарной защиты в рентгеновских стоматологических кабинетах // Радиационная гигиена. 2024. Т. 17, № 2. С. 46–52. DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-2-46-52

About the necessary thickness of stationary shield in X-ray dental rooms

Vladislav Yu. Golikov

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint-Petersburg, Russia

In the paper, based on the analysis of scientific information regarding the parameters and characteristics of radiation fields for three dental X-ray procedures (intraoral radiographs, panoramic radiographs on orthopantomographs and computed tomography), the required thickness of stationary shields for rooms with different X-ray equipment is calculated. It has been shown that in most cases, in rooms where intraoral and panoramic radiographs are taken, conventional 20 mm thick plasterboard interior room partitions provide the necessary protection to comply with the dose limit for the population in the adjacent room. For the rooms where dental examinations are carried out using computed tomographs additional lead shield up to 1.5 mm thick is required depending on the conditions and the category of protected persons in the adjacent room.

Key words: medical investigations, X-ray dental room, stationary shield, scatter coefficient, direct radiation, scatter radiation.

Vladislav Yu. Golikov

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

Address for correspondence: Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: sg235@rambler.ru

Conflict of interests

Author declares the absence of conflict of interest.

Information about the source of funding

The work was performed within the framework of the initiative research project "Scientific justification for changes in the calculations of stationary shielding in X-ray rooms".

References

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume II, (New York, UN: Scientific Annexes C, D and E); 2011.
2. Golikov VYu. Critical analysis of the existing approach to the calculation of radiation shielding in X-ray rooms. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2023;16(3): 13-21. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-3-13-21.
3. Archer BR, Thornby JI, Bushong SC. Diagnostic X-Ray Shielding Design Based on an Empirical Model of Photon Attenuation. *Health Physics*. 1983;44: 507-517.
4. NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurements). Radiation Protection in Dentistry. NCRP Report No. 145. NCRP; 2004.
5. Colin J Martin. Radiation shielding for diagnostic radiology. *Radiation Protection Dosimetry*. 2015;165(1-4): 376-381. doi:10.1093/rpd/ncv040.
6. European Commission. European guidelines on Radiation Protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice. Radiation Protection 136. European Communities; 2004.
7. Use and regulatory control of dental x-ray installations ST3.1. Radiation and Nuclear Safety Authority, Finland; 1999.
8. National Radiological Protection Board. Guidance notes for dental practitioners on the safe use of x-ray equipment. NRPB dental x-ray protection services; 2001.
9. Helmrot E, Carlsson GAlm. Measurement of radiation dose in dental radiology. *Radiation Protection Dosimetry*. 2005;114(1-3): 168-171.
10. Worrall M, McVey S, Suon DG. Proposals for revised factors in intra-oral radiography shielding calculations. *Journal of Radiological Protection*. 2012;32(3): 243-249. doi: 10.1088/0952-4746/32/3/243.
11. Reid JA, MacDonald JC, Dekker TA, Kuppers BU. Radiation exposures around a panoramic dental X-ray unit. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1993;75: 780-782.
12. Williams JR, Fipem MSc, Montgomery A. Measurement of dose in panoramic dental radiology. *British Journal of Radiology*. 2000;73: 1002-1006.
13. Isoardi P, Ropolo R. Measurement of dose-width product in panoramic dental radiology. *British Journal of Radiology*. 2003;76: 129-131.
14. Holroyd JR, Walker A. Recommendations on the design of X-ray facilities and the quality assurance of dental cone beam CT systems. HPARPD-065. Chilton: HPA; 2010.

Received: February 12, 2024

For correspondence: Vladislav Yu. Golikov – Senior Researcher of the Medical Protection Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Mira Str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: sg235@rambler.ru)

For citation: Golikov V.Yu. About the necessary thickness of stationary shield in X-ray dental rooms. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2024. Vol. 17, No. 2. P. 46–52. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2024-17-2-46-52