



УДК 621.386.2

В. Б. Бессонов

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Метод повышения информативности и снижения радиационной нагрузки при панорамных рентгенодиагностических исследованиях в стоматологии

Рассмотрены особенности интраоральной панорамной рентгенографии. Приведены основные способы повышения эффективности метода путем коррекции геометрических искажений, вызванных неравномерностью увеличения различных участков зубочелюстной системы на снимке. Представлены результаты экспериментальных и теоретических исследований радиационных характеристик интраорального панорамного рентгеновского аппарата. Определена его максимальная рабочая нагрузка и даны рекомендации по расположению медицинского персонала при проведении исследований.

Рентгенодиагностика, рентгеностоматологические исследования, интраоральная панорамная рентгенография, радиационные характеристики

В настоящее время существует два основных способа получения панорамных дентальных рентгеновских снимков – ортопантомографический и интраоральный. При ортопантомографическом способе голова пациента помещается на оси между источником излучения и приемником изображения. Источник и приемник, расстояние между которыми составляет около 500 мм, в процессе выполнения снимка синхронно движутся вокруг головы пациента, описывая сложную кривую. При интраоральном панорамном способе вынесенный анод рентгеновской трубки помещается в ротовую полость, а гибкая система визуализации располагается снаружи и плотно прижимается к лицевому отделу головы [1].

Интраоральные панорамные рентгенограммы имеют преимущество перед традиционными ортопантомографическими снимками в богатстве деталей изображения структуры костей и твердых тканей зубов. Основным недостатком интраоральной панорамной съемки является неравномерное увеличение изображения различных участков челюстей вследствие неравномерного изменения расстояния «фокусное пятно – зубной ряд» и «зубной ряд – система визуализации» [2].

Устранить указанный недостаток можно несколькими способами. Один из них – использование специализированного шаблона, в котором на определенном удалении от лица пациента располагается система визуализации. По форме шаблон повторяет кривую среднестатистической челюсти, а по размерам выполнен таким образом, чтобы выполнялось условие равномерного увеличения рентгеновского изображения [3].

Однако при всей простоте метода его использование в практике сдерживается рядом причин. Более перспективным представляется программный способ коррекции интраоральных панорамных рентгеновских снимков, учитывающий анатомические особенности зубочелюстной системы и основанный на перестроении цифрового панорамного рентгеновского снимка с использованием среднестатистической кривой, описывающей форму зубного ряда [4]–[6].

Описанные способы позволяют устранить один из основных недостатков, сдерживающих широкое распространение интраоральной панорамной рентгенографии, – неравномерность увеличения изображения различных участков зубочелюстной системы на снимке.

В силу конструктивных особенностей, необходимо тщательное исследование радиационных характеристик интраоральных панорамных рентгеновских аппаратов. Для определения радиационных характеристик указанной аппаратуры был проведен ряд экспериментальных и теоретических исследований.

Для определения диаграммы направленности совместно с сотрудниками Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены была проведена серия экспериментов с использованием термолюминесцентных дозиметров. Методика проведения экспериментов проиллюстрирована на рис. 1. На анодное окончание рентгеновской трубки устанавливался набор термолюминесцентных дозиметров, показания которых позволили оценить диаграмму направленности излучения.

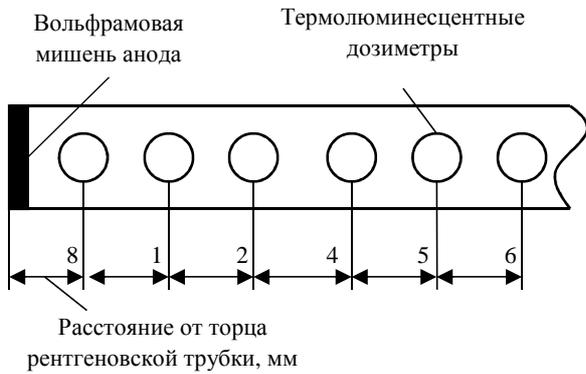


Рис. 1

Измерения дозы на поверхности излучателя производились при различных анодных напряжениях (U), анодном токе 100 мкА и времени экспозиции 27 с. Большая длительность экспозиции была выбрана для увеличения точности исследования. Результаты измерений для различных анодных напряжений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Положение детекторов, мм	8	18	28	40	50	60
Доза, мР, при $U = 50$ кВ	2600	4370	360	20	8	0
Доза, мР, при $U = 60$ кВ	10 165	5765	1515	85	40	24
Доза, мР, при $U = 70$ кВ	13 380	7036	2765	230	120	65

В табл. 2 представлены данные по мощности дозы излучения на поверхности анода рентгеновской трубки при различных анодных напряжениях, позволяющие составить диаграмму направленности рентгеновского аппарата.

Таблица 2

Положение детекторов, мм	8	18	28	40	50	60
Мощность дозы, мР/с, при $U_a = 50$ кВ	96	162	13	1	0	0
Мощность дозы, мР/с, при $U_a = 60$ кВ	376	213.5	5.6	3.2	1.5	1
Мощность дозы, мР/с, при $U_a = 70$ кВ	944	294	62	15.2	3.2	1.3

Диаграмма направленности излучения, рассчитанная на основании полученных данных, представлена на рис. 2.

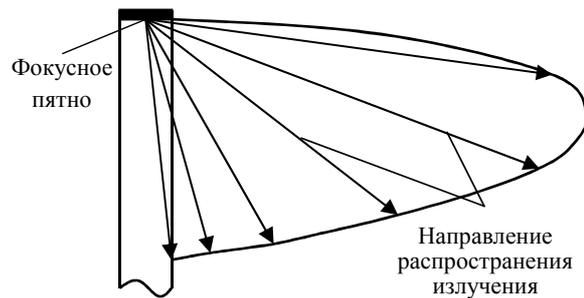


Рис. 2

В общем случае поле облучения или поверхность, на которую падает прямой пучок генерируемого рентгеновской трубкой излучения, представляет собой форму, показанную ранее. Если не предпринять специальных мер, то при проведении внутриоральных дентальных исследований облучению прямым пучком (не путать с рассеянным излучением) будут дополнительно подвергнуты такие анатомические структуры и органы головы, как корень языка, головной мозг, глаза и т. д.

Чтобы ограничить область воздействия прямого пучка излучения на пациента исключительно зубными рядами и прилежащими участками челюстных костей, анод рентгеновской трубки снабжен свинцовой диафрагмой (рис. 3). Диафрагма представляет собой цилиндр с продольными щелями сложной формы.

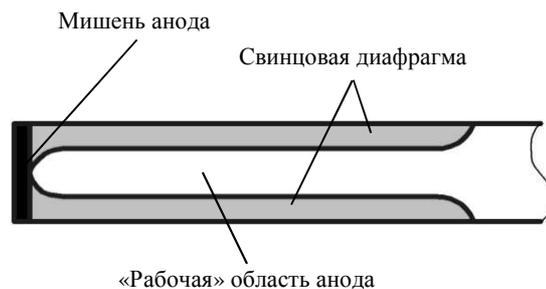


Рис. 3

Диафрагма жестко закреплена на аноде трубки и формирует поток рентгеновского излучения в виде веера (рис. 4). «Вершина» веера располагается на торце анода. Размеры углов раствора по горизонтали и вертикали определяются размерами и формой продольных щелей. Диафрагма изготавливается из тонколистового свинца общей толщиной 0.5 мм, что эквивалентно кратности ослабления излучения $K = 100$.

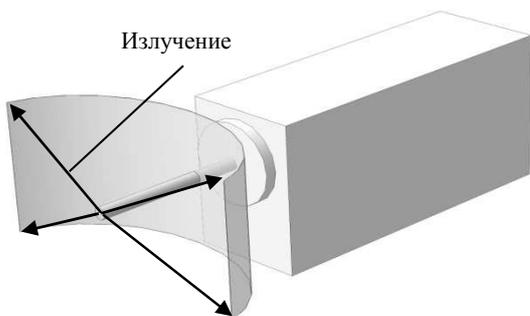


Рис. 4

В данном случае углы раствора веера таковы, что размеры поля облучения на расстоянии от торца анода свыше 6 см соответствуют формату рентгеновской пленки 15×30 см.

Тогда для исследуемого аппарата:

$$W = i \cdot t \cdot 300 \cdot 60, \quad (1)$$

где i – номинальный анодный ток, мА; t – номинальное время экспозиции, с; 300 – количество рентгеновских снимков в неделю; 60 – коэффициент перевода секунд в минуты.

Если подставить в (1) максимальные рабочие режимы интраорального панорамного рентгеновского аппарата «ПАРДУС-02», то рабочая нагрузка составит не более $W = 1.5 \text{ мА} \cdot \text{мин/нед}$.

Экспериментальные исследования, проведенные в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ», показали, что безопасная зона для персонала при работе с аппаратом составляет 1.5 м.

В табл. 3 приведены данные по дозе облучения, создаваемой аппаратам на различных расстояниях от фокусного пятна рентгеновской трубки. Исследования проводились в горизонтальной плоскости (наибольшая интенсивность излучения) с фантомом (тканеэквивалентный (водный) фантом диаметром 150 мм и высотой 250 мм), имитирующим голову пациента, и без него.

Таблица 3

Доза	Расстояние от торца тубуса, м									
	с фантомом					без фантома				
	0.2	0.5	1	1.5	3	0.2	0.5	1	1.5	3
Поглощенная за одну секунду, мкЗв	32.6	3.0	1.8	0.6	0.1	277.8	47.4	12.3	4.7	1.2
Годовая, мЗв	163	15	9	3	0.5	1389	237	61.5	23.5	6
Мощность дозы, приведенная к стандартной рабочей нагрузке, мкЗв/ч	97.8	9.0	5.4	1.8	0.3	833.4	142.2	36.9	14.1	3.2

Кроме вышеописанных экспериментальных исследований были выполнены расчеты дозного поля для оценки возможности нахождения персонала в непосредственной близости от аппарата.

Так как в действующих санитарных правилах и нормативах отсутствуют справочные данные по определению рабочей нагрузки для интраоральных панорамных рентгеновских аппаратов, то в первую очередь необходимо вычислить этот параметр.

Рабочая нагрузка аппарата W – величина, характеризующая предельно допустимое количество экспозиций при стандартных уставках тока и напряжения. Для ортопантомографов эта величина составляет $W = 200 \text{ мА} \cdot \text{мин/нед}$. Данные значение получено исходя из общего числа рентгенодиагностических процедур, равного $n = 300$, за стандартную рабочую неделю.

Нормативными документами регламентирована максимально допустимая мощность дозы рентгеновского излучения на рабочих местах персонала группы А не более 13 мкЗв/ч.

Исследованный в работе метод интраоральной панорамной рентгенографии показывает возможности увеличения диагностической ценности рентгеностоматологических исследований и снижения радиационной нагрузки на пациента и персонал, что подтверждается многочисленными исследованиями, проведенными на базе ведущих медицинских учреждений Российской Федерации.

Таким образом, можно утверждать, что интраоральная панорамная рентгенография, в случае ее широкого внедрения в клиническую практику, способна в сочетании с традиционной ортопантомографией решить практически все задачи современной стоматологической рентгенодиагностики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микрофокусная рентгенография – от прошлого к будущему / А. Ю. Васильев, Н. С. Серова, И. М. Буланова, Н. Н. Потрахов, А. Ю. Грязнов // Петерб. журн. электроники. 2008. № 2–3. С. 19–25.

2. Потрахов Н. Н., Мазуров А. И. Особенности микрофокусной рентгенографии в медицинской диагностике // Медицинская техника. 2005. № 6. С. 6–9.

3. Грязнов А. Ю., Потрахов Н. Н. Метод модернизации интраоральной рентгенографии // Медицинская техника. 2006. № 2. С. 18–20.

4. Бессонов В. Б., Грязнов А. Ю. Программа обработки панорамных интраоральных рентгеновских

стоматологических снимков [тезисы]// 66-я НТК НТОРЭС им. А. С. Попова. СПб., 2011. С. 327–328.

5. Бессонов В. Б., Потрахов Е. Н., Грязнов А. Ю. Модернизация метода микрофокусной интраоральной панорамной дентальной рентгенографии [текст] // Сб. науч. тр. II Всерос. науч.-практической конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Электронные приборы, системы и технологии». Томск, 2012. С. 88–90.

6. Программа коррекции интраоральных панорамных снимков / В. Б. Бессонов, Е. Н. Потрахов, К. К. Жамова, А. Ю. Грязнов // НК «Байкальские встречи»: сб. материалов межрег. науч. конф. ИркутскЮ, 2012. С. 57–60.

V. B. Bessonov

Saint-Petersburg state electrotechnical university "LETI"

METHOD OF INCREASING THE INFORMATION AND REDUCTION RADIATION EXPOSURE WITH PANORAMIC X-RAY DIAGNOSTIC RESEARCH IN DENTISTRY

In article features panoramic intraoral radiography. The main ways of improving the method by adjusting the geometric distortion caused by the uneven increase in different parts of the teeth-jaw system in the picture. The results of experimental and theoretical studies of radiation characteristics of intraoral panoramic X-ray. Determined by its maximum duty cycle and recommendations on the location of medical personnel in research.

Radiology , X-ray research in dentistry, panoramic intraoral radiography, radiation characteristics
