

Цифровые сканирующие рентгеновские аппараты (обзор научно-технической и патентной литературы)

М.Л. Таубин

ФГУП НИИ НПО “ЛУЧ”, г. Подольск Московской обл.

В последние годы в практику рентгенографии внедряются цифровые флюорографические сканирующие аппараты. В связи с этим целесообразно провести сравнение возможностей существующих систем. В работе проведено обобщение и анализ информации об установках, использующих метод получения двумерного цифрового рентгеновского изображения, в котором получение изображения по одной координате обеспечивается однокоординатным датчиком, а по второй — механическим сканированием. При этом рентгеновский луч с помощью щелевого коллиматора формируется узким, веерообразным, а перемещение рентгеновского луча и датчика обеспечивается синхронным, одновременным и направленным в одну сторону движением.

Такой анализ должен быть полезен потенциальным пользователям при выборе аппаратуры для конкретных применений.

Впервые метод получения двумерного цифрового рентгеновского изображения, заключающийся в получении изображения по одной координате с помощью линейного приемника рентгеновского излучения, а по второй — путем механического сканирования, был предложен в России сотрудниками ИЯФ СО РАН (г. Новосибирск) в 1984 г. [1] и получил широкое распространение в различных рентгеновских установках для медицинской диагностики и досмотровой рентгеновской технике.

В основном, отличия в установках состоят или в применяемом однокоординатном датчике (приемнике) рентгеновского излучения или в способе (устройстве) сканирования. Поскольку описания различных цифровых приемников рентгеновского излучения можно найти в большом количестве работ, обобщенных в работе И.Б. Беловой и В.М. Китаева [2], эти вопросы в данном исследовании автор не затрагивал.

Что же касается методов и устройств сканирования, из-за многообразия в производящихся в настоящее время установках представляет интерес их анализ и сравнение по основным эксплуатационным характеристикам.

В частности, предложено разделение этих установок на три группы с учетом особенностей систем сканирования:

1. Установки с вертикальным перемещением излучателя с коллиматором и приемника излучения.

2. Установки с горизонтальным перемещением излучателя с коллиматором и приемника излучения.

3. Установки с вращением коллиматора и приемника излучения. (В этом типе установок излучатель фиксирован в пространстве, то есть не перемещается.)

К первой группе относится первая отечественная цифровая сканирующая установка МЦРУ “Сибирь” 1997 г. [3], разработанная авторами описанного выше метода, а также модификации этой установки, выпускаемые заводами ЗАО “Научприбор” (г. Орел, Россия), и “Бердским электромеханическим заводом”, (г. Бердск, Россия).

Ко второй группе отнесены установки, разработанные специалистами фирмы Де Бирс 1999 г. [4], серия “Пульмоскан”, “Унискан”, “Травмаскан” (НПЧУП “АДАНИ”, Белоруссия) 1999 г. [5], “Взор” (ЗАО “Научприбор”, г. Орел) [6], и установки, описанные в патентах США 1985–1993 г. [7–11].

Необходимо обратить внимание на то, что в серии установок фирмы “АДАНИ” есть вариант с вертикальным сканированием, однако, по мнению автора, более логичным представляется отнесение ряда этих установок ко второй группе.

Во всех описанных системах сканирования синхронность перемещения излучателя, рент-

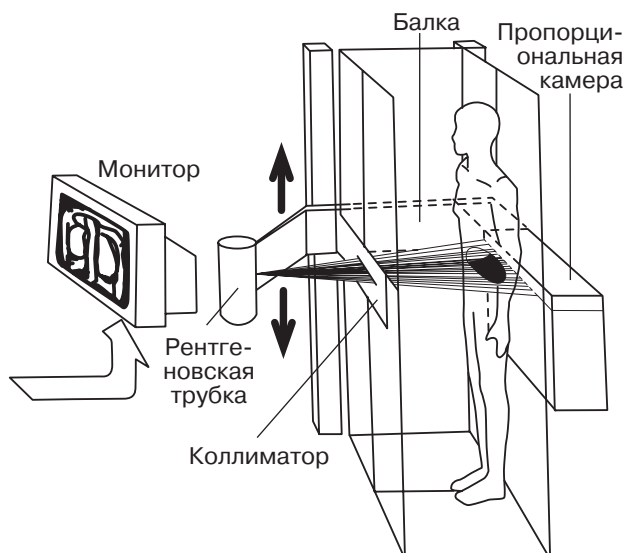


Рис. 1. МЦРУ "Сибирь".

геновского луча, сформированного коллиматором, и приемника (датчика) обеспечивается их жестким закреплением на штанге (скобе). И только в одном из вариантов установки "Пульмоскан" синхронность обеспечивается независимым перемещением излучателя с коллиматором и датчика по различным направляющим различными шаговыми двигателями с помощью специальной электронной схемы синхронизации [14].

К третьей группе отнесен ряд установок "ПроСкан" (ЗАО "Рентгенпром", Россия) [13].

Особенностью описываемых установок является то, что во всех системах сканирования перемещаются излучатель, коллиматор и датчик (приемник) рентгеновского излучения, а в установках "ПроСкан" излучатель, что принципиально, не перемещается, а фиксирован в пространстве. При этом также интересно то, что только в этой установке сканирование осуществляется вращением штанги с закрепленными на ней коллиматором и приемником рентгеновского излучения вокруг оси, проходящей через фокусное пятно рентгеновской трубки.

На рис. 1–3 представлены характерные схемы установок с различными системами сканирования для каждой из предложенных групп. Выбор установок для иллюстрации, с учетом ограниченного объема статьи, обусловлен не их эксплуатационными преимуществами перед аналогичными установками в группе, а датой первой публикации в открытой печати описаний конструктивных особенностей установок.

Как уже отмечалось, метод получения двухмерного изображения, который использован во всех анализируемых установках, требует обеспечения синхронности и единообразия в перемещении пучка и приемника рентгеновского излучения. Автору представляется, что в этом смысле наиболее привлекателен принцип сканирования, использованный в установках "ПроСкан" с поворотом пучка.

Действительно, во всех установках (кроме варианта "Пульмоскана" с отдельным, независимым перемещением излучателя с коллиматором и приемника) синхронность обеспечивается перемещением скобы, на которой закреплены эти элементы конструкции.

Если же учесть, что вес излучателя составляет десятки килограмм, то становится понятным необходимость решения непростых конструкторских и технологических задач для обеспечения надежной работы установок. Это относится в равной степени как к установкам с вертикальным, так и к установкам с горизонтальным сканированием.

В установке "Пульмоскан" с отдельным (независимым) перемещением излучателя с коллиматором и приемника эти конструкторские и технологические проблемы не облегчаются по той же причине (вес излучателя). Кроме того, в этих установках синхронность работы всей системы обеспечивается одним электронным устройством, что тоже нельзя отнести к достоинствам, хотя с учетом современного состояния электронной техники это и не принципиально.

В установках же "ПроСкан", как уже отмечалось, не перемещается именно излучатель. Это позволяет рассматривать используемую в установках "ПроСкан" систему сканирования как систему, которую можно реализовать с меньшими техническими сложностями, и, как следствие, более надежную.

Динамические возможности всех рассмотренных систем определяются прежде всего качеством получаемого изображения и временем сканирования. Накопленный к настоящему времени опыт эксплуатации цифровых сканирующих систем позволяет сделать некоторые рекомендации по приемлемым для практики параметрам получаемого изображения при рентгенографии грудной клетки:

- время сканирования – не более 4 с;
- время получения строки – не более 0,01 с;
- пространственное разрешение при дозе в плоскости приемника не более 1 мР – не менее 2,5 п.л./мм;

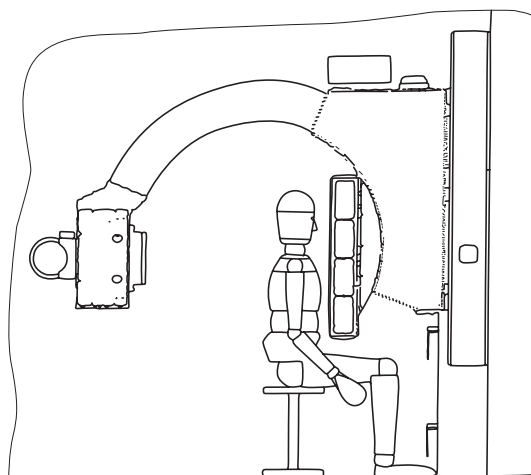
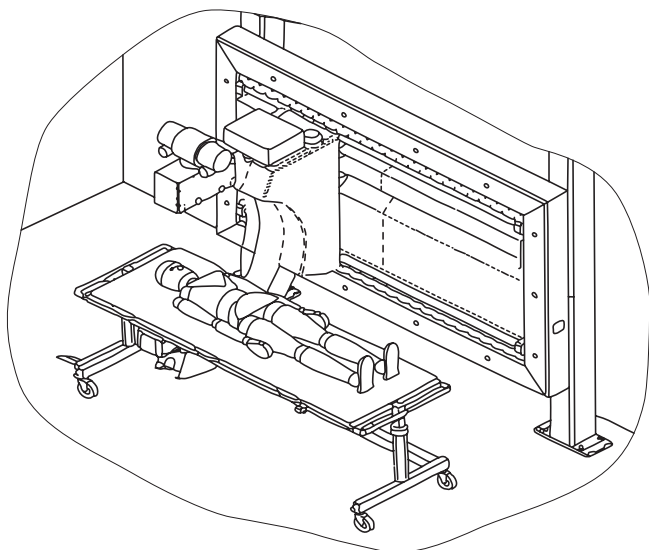


Рис. 2. Рентгеновский аппарат фирмы De Beers.

– контрастная чувствительность – не ниже 1,5% при дозе в плоскости приемника не более 1 мР;

– динамический диапазон – не менее 100;

– дисторсия – не более 5%;

– неравномерность сигнала по полю изображения – не более 20%;

– размер поля облучения с плоскости детектора – не менее 380 × 380 мм.

Следует подчеркнуть, что исключение вредного воздействия рассеиваемого объектом излучения на качество получаемого изображения, достигаемое при применении узкого верного пучка, недостижимо никакими другими методами формирования изображения, кроме сканирования. Именно по этой причине рассмотренные системы находят применение в медицинской практике.

Дополнительную информацию по описанной тематике можно получить в публикациях [15–28].

Конструкции выпускаемых в настоящее время рентгенодиагностических цифровых сканирующих установок, представляющие большой спектр технических решений, обладают каждая своими специфическими конструктивными достоинствами и особенностями в реализации целей диагностики.

Для потенциального потребителя, с учетом изложенного, по-видимому, определяющим фактором останется соотношение “цена–качество”. При этом условие “качество” должно включать комплекс как технических, так и организационных вопросов.

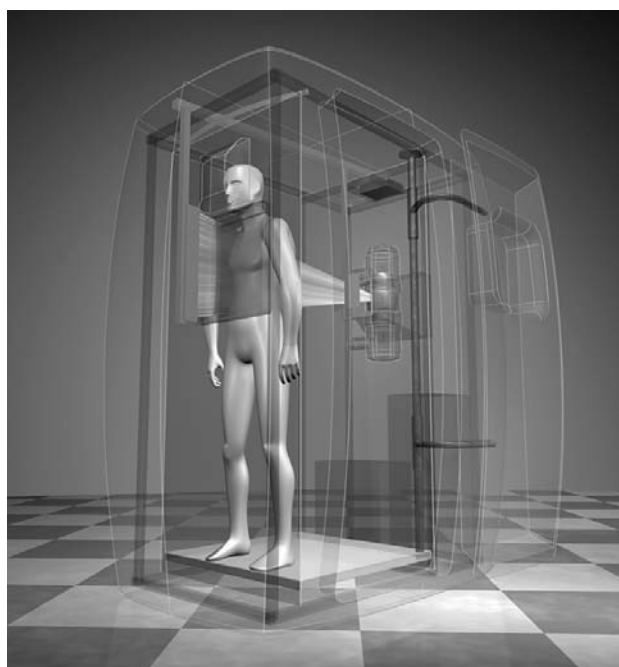


Рис. 3. АПЦФ-01-“АМИКО” и ФМЦС “ПроСкан”.

Список литературы

1. Baru S.E., Khabakhpashev A.G., Makarov I.R. et al. Digital x-ray imaging installation for medical diagnostics. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Amsterdam, 1984.
2. Белова И.Б., Китаев В.М. Цифровые технологии получения рентгеновского изображения: принцип формирования и типы (обзор литературы), 2000.
3. Бабичев Е.А., Бару С.Е., Волобуев А.И. и соавт. Цифровая рентгенографическая установка для медицинской диагностики // Мед. техника. 1997. № 1.
4. De Beers (ZA). X-ray imaging apparatus. PCT N WO 99/60928, 1999.

