

## Аппаратура для лучевой диагностики в 2001 году

Н.Н. Блинов

НПО "Экран"

За последнее десятилетие цифровые методы получения и преобразования медицинских изображений победили пленочные регистраторы практически во всех видах лучевой диагностики, начиная от обычного рентгеновского просвечивания и кончая сложнейшими ангиографическими исследованиями. На последних международных рентгеновских выставках в Чикаго (RSNA) и Вене (ECR) всеми ведущими производителями аппаратуры для лучевой диагностики была продемонстрирована широкая номенклатура новых изделий для цифровой рентгеноскопии, флюорографии, рентгенографии и томографии на базе принципиально новых приемников рентгеновского излучения: малозумящих ПЗС-матриц и полномасштабных полупроводниковых детекторов на основе аморфного кремния и селена. Также стремительно развивается ультразвуковая диагностическая аппаратура и магнитно-резонансные томографы. Несколько менее стремительны темпы развития аппаратуры для ядерной медицины.

Если говорить о глобальных тенденциях развития производителей техники для лучевой диагностики, можно отметить две противоположные тенденции.

1. Поглощение крупными корпорациями мелких фирм-производителей и разрабатывающих коллективов, т.е. концентрация капитала. Особенно активно проявляются "захватнические" тенденции в деятельности таких "big boys" рынка медицинской техники, как Philips Medical Systems, Siemens Medical Systems, General Electric (GE).

2. Появление новых маломощных производителей, которые на основе собственных изобретений и "ноу хау" организуют производство новых видов медицинской техники. Если первая тенденция усиливается, вторая ослабевает.

Попытаемся хотя бы кратко обозначить основные вехи в различных областях техники для лучевой диагностики к 2001 г.

### Компьютерная томография

Спиральные компьютерные томографы практически вытеснили однослойные систе-

мы. Следующим шагом, отчетливо проявившимся в последние годы, является введение в спиральные томографы нескольких систем детекторов — так называемые мультidetекторные системы. Спиральные системы с одновременным получением двух и более слоев (многослойные системы) становятся наиболее распространенными на современном рынке компьютерных томографов, поскольку такое техническое решение существенно расширяет возможности применения КТ, особенно при кардиоваскулярных исследованиях, в интервенционной радиологии, при скрининге легочной патологии.

### Магнитно-резонансная томография

Ряд новых МР-томографов построен на открытых сверхпроводящих магнитах вертикального типа с напряженностью 0,6–1 Тл. Одновременно продолжается совершенствование МР-систем открытого типа на постоянных магнитах с напряженностью порядка 0,2 Тл. Еще одной тенденцией является создание малых МР-систем для исследования конечностей, для диагностики остеопороза. Малый диаметр магнита позволяет существенно удешевить систему при высоком качестве изображения. Наивысшим достижением в области МРТ по-прежнему являются сверхпроводящие томографы с напряженностью 3–4 Тл, позволяющие проводить исследования всего тела. Особенно существенное расширение диагностических возможностей в таких системах достигается при исследовании головного мозга.

### Ядерная медицина

Наблюдается резкий прогресс в области производства двухфотонных эмиссионных (или позитронно-электронных) томографов. В 2000 г. впервые появились на международном рынке комбинированные системы, позволяющие проводить позитронно-эмиссионную томографию и КТ-исследования одновременно, что обеспечивает сопоставление в одном исследовании морфологических и анатомичес-

**Таблица 1.** Устройства для цифровой рентгенографии со стимулированными люминофорами (CR)

Производитель	Orex, Израиль	Fuji, Япония	Agfa, Бельгия	Kodak, Германия	Lumisys, Греция
Тип	PcCR 1417	5000 R	ADC solo	CR 800	ACR 2000
Размер экрана, мм	Стандартные кассеты до 35 × 43	»	»	»	»
Контраст, бит	12	12	12	12	12
Пространственное разрешение, пар линий/мм	5	5	6	—	—
Производительность, кадр/ч	10	10	9	—	—
Размеры, мм	30	70	60	—	50
Размеры, мм	720 × 510 × 320	730 × 700 × 141	1145 × 1780 × 35	—	1298 × 814 × 45
Вес, кг	40	5	62	—	8
Цена, USD	30000	260	210	—	46
		120000	80000	70000	60000

ких характеристик исследуемого объекта, что особенно важно в онкологии. Первые такие системы разработаны фирмами GE и Siemens.

Однофотонные эмиссионные томографы и гамма-камеры совершенствуются в части программного обеспечения, скорости исследования, дизайна.

### Ультразвуковая диагностика

В ультразвуковые сканеры широко внедряются методы формирования трехмерного изображения, при которых двухкоординатная детекторная УЗ-система обеспечивает одновременный сбор данных из зоны интереса под разными углами. Программы компьютерной обработки позволяют исключить артефакты и искажения, присущие УЗ-изображению, и облегчают его интерпретацию.

Широко развивается модернизация (upgrading) существующих УЗ-систем за счет введения новых аппаратурно-программных возможностей обработки сигнала. Ряд фирм предоставляют новые модели носимых УЗ-сканеров (Sono Site, Terason, Mysono), обеспечивающих оперативную диагностику в скоромощной медицине, медицине катастроф, помощи на дому.

### Рентгенодиагностика

Бум, достигший своего максимума два года назад в связи с широким внедрением методов и средств формирования цифровых рентгеновских изображений в рентгенодиагностическую аппаратуру, продолжается. Все более отчетливо обозначились следующие тенденции.

Совершенствуются и удешевляются устройства для цифровой рентгенографии с помощью стимулированных люминофоров (называемые “computed radiography” – CR), главным достоинством которых является возможность их совместной работы с существующим парком рентгеновской аппаратуры. Наряду с традиционными производителями этого вида техники (Fuji, Agfa, Kodak), достаточно дешевые модели автономных систем для цифровой рентгенографии на стимулированных люминофорах создаются новыми фирмами (Orex, Lumisys) (табл. 1).

Продолжается развитие и совершенствование систем для цифровой регистрации, построенных с использованием оптического переноса изображения с люминесцентного экрана на один или несколько малошумящих матриц, которые прежде всего из-за рекламных сообщений получили странное наименование direct digital radiography (DDR), хотя с физической точки зрения правильнее было бы назвать это направление indirect digital radiography, т.е. непрямая цифровая рентгенография.

В табл. 2 приведены характеристики систем на ПЗС-матрицах, выпускаемых как в России, так и за рубежом. Если до недавнего времени применение подобных систем ограничивалось, главным образом, профилактическими исследованиями грудной клетки (так называемой цифровой флюорографией), то в последнее время благодаря улучшению качества изображения, прежде всего за счет повышения пространственного разрешения до уровня 3,5–5 пар линий/мм, область применения систем не прямой цифровой рентгенографии охватывает практически все задачи общей рентгенографии, включая исследования скелета и конечностей. Следует отметить, что стремле-

**Таблица 2.** Аппараты для цифровой рентгенографии с оптикой переноса и ПЗС-матрицами

Производитель	Swissray, Швейцария	Ренекс, Россия	Рентгенпром, Россия	Медрентех, Россия	Радиопром, Украина
Тип	ddR Comby	Ренекс-Флюоро	ПроСкан-2001	Карскан	Цифра
Размер экрана, мм	400 × 380	390 × 390	390 × 380	390 × 380	390 × 380
Контрастная чувствительность, %	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5
Пространственное разрешение, пар линий/мм	2,8	1,4	1,4	1,2	1,4
Доза на кадр, мкР	500	1000	800	1000	800
Матрица	4 × 1200 × 1000	1200 × 1000 Кодак	1100 × 1000 Россия	1100 × 1000 Россия	1100 × 1000 Россия
Питание трубки	Среднечастотное	Среднечастотное	Среднечастотное	Среднечастотное	Среднечастотное

ние ряда разработчиков достигнуть повышения качества изображения за счет увеличения количества ПЗС-матриц, участвующих в формировании изображения, натолкнулось на ряд серьезных трудностей. Сейчас уже становится ясно, что повышение числа матриц более 4 вряд ли целесообразно, поскольку приводит к громоздким программам “сшивки” и калибровки изображений отдельных матриц.

Следует подчеркнуть, что в России выпускаются, по крайней мере, три типа цифровых флюорографов на ПЗС-матрицах как в стационарном, так и в передвижном вариантах.

Стоимость рентгеновских аппаратов для цифровой рентгенографии, построенных на принципе оптического переноса изображений на ПЗС-матрицу, колеблется от 50–100 тыс. долларов (Россия) до 300–400 тыс. долларов (Swissray, Швейцария).

Под влиянием конкуренции и по мере развития технологии производства малошумящих ПЗС-матриц эти цифры будут в ближайшие годы неизбежно снижаться.

Еще одной тенденцией развития систем для цифровой рентгенографии является создание полномасштабных твердотельных панелей на двух принципах: фотодиодная матрица из аморфного кремния с напыленным на нее люминесцентным экраном либо слой селенового полупроводника, контактно совмещенный с матрицей из аморфного кремния. Здесь достигнуты самые впечатляющие результаты (табл. 3): пространственное разрешение для общей рентгенодиагностики 5 пар линий/мм (размер пиксела 100 мкм) и для маммографии – 11 пар линий/мм (размер пиксела 40 мкм) при контрастной чувствительности на уровне 1% и дозе в плоскости экрана на уровне 500 мкР. Квантовая эффективность твердотельных детекторов составляет 40–60%.

В соответствии с принятой за рубежом терминологией рентгенография на твердотельных полномасштабных детекторах называется “digital radiography” (DR). В русском переводе может быть предложен термин “прямая цифровая рентгенография”.

Полномасштабные цифровые рентгеновские детекторы выпускаются в настоящее время фирмами GE (США), Trixel, Siemens, Philips, Thomson. В России отсутствует разработка подобных матриц. Наиболее близким аналогом могут явиться системы с твердотельными кремниевыми линейками детекторов, на которые напылен слой люминофора. Их достоинствами по сравнению с зарубежными аналогами является отсутствие вредного влияния рассеянного излучения.

В РФ рекомендованы к применению 7 типов различных рентгеновских цифровых комплексов, созданных отечественными производителями. Примером могут служить сканирующие малодозовые цифровые флюорографы разработки Научно-практического центра медицинской радиологии ДЗ г. Москвы: ФМЦ-Хе-125, а также разработанный ЗАО “Амико” аппарат-приставка для цифровой флюорографии АПЦФ-01 “Амико”, позволяющий сравнительно недорого провести модернизацию существующих пленочных флюорографов в цифровые (см. табл. 3).

Прослеживается тенденция замены рентгеновских кабинетов с традиционными тремя рабочими местами на рентгеновские кабинеты с телеуправляемыми и полипозиционными столами с цифровыми приемниками, выполняющими функции всех трех рабочих мест. Сочетание трех рабочих мест в одном обеспечивает большую экономичность и эксплуатационную гибкость. Сейчас такие полипозиционные столы оборудуются цифровыми преобразова-

**Таблица 3.** Характеристики цифровых рентгенофлюорографических комплексов с твердотельными детекторами

Характеристика	СириусСКАН, Медрентех, Россия	АПЦФ-01, Амико, Россия	Ерех Hologic, США	Revolution XDI, GE	Trixel 4600, Германия
Способ регистрации (тип детектора)	Сканирующий полупровод- никовый	Сканирующий полупровод- никовый	Селен + крем- ний 400 × 400	Селен + крем- ний 400 × 400	Люминофор + кремний 400 × 400
Рентгеновский аппарат	125 кВ 150 мА 5 с среднечас- тотный	125 кВ 100 мА 5 с среднечас- тотный	150 кВ 1000 мА 0,001–1 с среднечас- тотный	150 кВ 1000 мА 0,001–3 с среднечас- тотный	150 кВ 1000 мА 0,001–3 с среднечас- тотный
Разрешающая способность, мм	1,2	1,2	3,0	5,0	4,0
Контрастная чувствительность, %	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5
Доза в плоскости приемника (средний режим), мР	0,6	0,3	0,5	0,5	0,6
Производительность, кадров в час	30	60	60	60	60
Средний режим исследования	80 кВ 25 мАс	80 кВ 15 мАс	100 кВ 2 мАс	100 кВ 2 мАс	100 кВ 3 мАс
Стоимость комплекса, USD	80 000	60 000	450 000	480 000	350 000

телями с большими рабочими полями усилителей рентгеновских изображений (РЭОПов). Примером может служить новый отечественный телеуправляемый комплекс, созданный в 1999 г. фирмой “Амико”, – “Телемедикс-Р”.

В состав комплекса входит компьютерное автоматизированное рабочее место рентгенолога (АРМ рентгенолога) и фрейм-грэббер с цифровой системой запоминания изображения, получаемого с ПЗС-матрицы усилителя рентгеновского изображения. В комплексе применен итальянский поворотный стол-штатив GMM с возможностью томографии и прицельных снимков. В качестве УРИ для комплекса “Телемедикс-Р” фирмой “Амико” разработан новый УРИ с улучшенными параметрами “Аметист”.

Этот же тип усилителя с *цифровым* преобразователем изображения применен в другом новом отечественном комплексе на три рабочих места с традиционным поворотным столом-штативом “Медикс-Р”, разработка которого также завершена фирмой “Амико” в 1999 г.

В обоих комплексах используется унифицированное среднечастотное рентгеновское питающее устройство на 50 кВт, высокочастотный генератор TOP-X (Венгрия–США) и отечественные двухфокусные рентгеновские трубки с вращающимся анодом. Комплексы, подобные “Медикс-Р”, выпускаются также заводом “Мосрентген” (РДК-50/6).

Во всем мире все более широко используются рентгеновские аппараты с многопозиционными арочными (так называемыми “С-arm”) штативами, оборудованные УРИ с цифровой памятью. Хирургические рентгеновские аппараты этого класса выпускаются более чем 10 зарубежными и тремя отечественными фирмами. Примером отечественного аппарата этого класса является многопрофильный хирургический рентгеновский аппарат с цифровой памятью типа РТС-612, выпускаемый НИПК “Электрон”. Начат выпуск русифицированного варианта хирургического аппарата фирмы Philips BV-25. Эта работа выполнена московской фирмой “Абрис”.

Появилась и широко развивается новая индустрия рентгенологических средств, связанная с объединением рентгеновской аппаратуры в информационные сети с цифровыми архивами. Как и другая техника для лучевой диагностики, рентгеновская аппаратура должна использовать единые международные стандарты обмена данными, что содействует созданию единого информационного пространства и единой базы данных диагностической информации ЛПУ.

В настоящее время широко развивается телерентгенология, в том числе и в РФ, при этом число телемедицинских проектов для рентгенологии превышает 20% от общего числа про-

ектов. Отечественная рентгенотехника хоть и уступает по технологическим возможностям производства ведущим зарубежным производителям, однако же продолжает активно развиваться по генеральному пути мирового рентгеноаппаратостроения – компьютеризации рентгеновского исследования. При этом главной задачей становится обучение медперсонала, освоение рентгенологами новых возможностей цифровой техники преобразования изображений и поиски средств, необходимых для модернизации и переоснащения аппаратуры, находящейся в эксплуатации в рентгеновских отделениях страны, которая более чем на 80% устарела.

Таким образом, в России в достаточных количествах и на достаточно современном уровне производится аппаратура и оборудование для общей рентгенологии и флюорографии, в том

числе и цифровой, а также все виды рентгенозащитного оборудования. В этих разделах медицинской техники МЗ РФ может ориентироваться на отечественных производителей.

В то же время в России не выпускаются следующие виды специализированной медицинской рентгеновской техники:

- компьютерные томографы;
- ангиографические комплексы;
- ортопантомографы;
- остеоденситометры;
- рентгеноурологические аппараты.

В этих классах техники неизбежна зависимость от зарубежного импорта.

Не решены в России также проблемы технического обслуживания и ремонта высокотехнологичной рентгеновской техники, а также контроля параметров аппаратуры и проверки защитных свойств в процессе эксплуатации.

---

---

## ИЗ ИСТОРИИ

---

---

Начни я перечислять, чем я обязан великим предшественникам и современникам, то от меня, право, мало что останется.

*И.-В. Геме*

Первая рентгенограмма в России была изготовлена в кабинете Рижской городской гимназии 6 января 1896 г. Г.Д. Раутенфельдом-Линденру и Г.Э. Пфлаумом. Это был снимок верхней челюсти рыбы-пилы. В последующие дни в той же лаборатории были произведены рентгеновские снимки заячьей лапы и кисти человека.

\* \* \*

Первое применение рентгенологического метода в боевой обстановке на борту военного корабля было осуществлено В.С. Кравченко (19 мая 1904 г., крейсер “Аврора”, Цусимское морское сражение).

\* \* \*

Первый рентгенологический журнал в России вышел в свет в Одессе 27 июля 1907 г. под названием “Рентгеновский вестник” (редакторы П.Д. Вальтер, Я.М. Розенблат).

\* \* \*

Первое научное общество рентгенологов в России было организовано в г. Саратове. Первое заседание этого общества состоялось 23 сентября 1913 г. Первым председателем общества был избран Н.Е. Штерн.

\* \* \*

Первое Общество российских рентгенологов и радиологов было официально открыто 17 мая 1916 г. Первый съезд российских рентгенологов и радиологов состоялся 16–19 декабря 1916 г. в Москве. Российская ассоциация рентгенологов и радиологов учреждена в 1919 г.

\* \* \*

23 сентября 1918 г. состоялось решение Наркомпроса России об организации Государственного рентгенологического, радиологического и ракового института в Петрограде (ныне Центральный НИИ рентгенологии и радиологии МЗ РФ). В январе 1919 г. при институте начала функционировать первая в мире рентгенологическая клиника.