



С момента публикации первой части обзора в декабрьском номере Медицинского Бизнеса (РДК) прошло не так много времени, но, судя по многочисленным звонкам наших региональных представителей, труд наш оказался интересен для рентгенологов и администраторов системы здравоохранения. Во второй части мы рассмотрим флюорографы отечественного производства. Мы будем рады Вашим откликам.

С уважением,

Уваров В.В.

Коммерческий директор ЗАО АМИКО
095-742-41-60 (uvarov@amico.ru)

ОБЗОР РЫНКА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ РЕНТГЕНОТЕХНИКИ

Часть 2. Флюорографы

*«А также, в области балета
Мы впереди планеты всей»*

Из песни

Флюорография - представляет собой съемку на фотопленку (рулонную 70, 100 и 110 мм шириной) с люминесцентного экрана. Основные преимущества - дешевизна, высокая производительность, относительно удобное архивирование изображений, основной недостаток - невысокая информативность снимка. В России воспитана целая школа врачей, умеющих читать флюорограммы (обычно с помощью специального флюороскопа, снабженного линзой) и создана уникальная система профилактики туберкулеза, основанная на использовании флюорографов с пленочной фотокамерой.

Флюорографы по форме выпуска имеют три модификации: стационарные, кабинеты на шасси

автомобилей, разборные в ящиках. По методу получения рентгеновского изображения они делятся на пленочные и цифровые.

Стационарные флюорографы

Стационарный флюорограф состоит из:

- рентгенозащитной кабины с подъемником для пациента;
- флюорографической камеры (пленочной (рис. 2) или цифровой (рис.1));
- рентгеновского питающего устройства;
- пульта управления;
- излучателя с рентгеновской трубкой;



Рис. 1. Флюорограф ПроСкан-2000



Рис. 2. Флюорограф 12Ф9

Пленочная флюорографическая камера

Различают прямые флюорокамеры (Рис. 3), в которых флюоропленка находится на прямой линии с люминесцентным экраном и угловые. В угловых флюорокамерах поток света преломляется системой зеркал. Перед люминесцентным экраном устанавливают растр (ячейковый или линейный) для отсеечения рассеянного рентгеновского излучения.

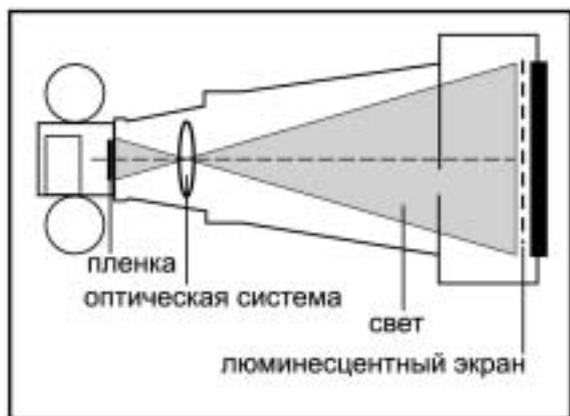


Рис. 3. Устройство флюорографической камеры

Рабочее поле люминесцентного экрана на входе камеры – 39 x 39 см, что соответствует характерному размеру грудной клетки взрослого человека.

Экран ЭРС-Г-2В изготовлен на основе люминофора $Gd_2O_2S: Tb$, имеет светимость (коэффициент преобразования излучения в свет) в 2-2,5 раза выше, чем его предшественник (ЭРЦ-Ц-1А - на основе $ZnSCd:Ag$), на 20% большую разрешающую способность (см. Раздел 4).

Полученный свет собирают на флюоропленку (либо ПЗС – матрицу для некоторых видов цифровых флюорографов). При этом огромную роль играет величина светосилы оптической системы. Чем выше светосила, тем больше света с экрана мы сможем собрать.

Любой объектив немного искажает исходное изображение. Искажение максимально на краях. Основными параметрами, описывающими нелинейную передачу изображения, являются: виньетирование (падение освещенности от центра к краю) и разрешающая способность по центру и на краях изображения.

За качество флюорографического изображения отвечают – эффективная ширина фокусного пятна рентгеновской трубки, коэффициент преобразования потока рентгеновского излучения в свет (тип люминофора), оптические характеристики флюорографической камеры и фотографическая чувствительность пленки, либо цифровой системы.

На сегодняшний день единственным отечественным флюорографом с пленочной камерой является аппарат 12Ф9 производства фирмы РЕНТГЕНПРОМ (г. Истра, Московской Области). Флюорографы производства стран бывшего социалистического лагеря (Югославия, Венгрия, Чехия) используют ту же отечественную флюорокамеру КФ-400 и отличаются от 12Ф9 только большей ценой. Стоимость пленочных флюорографов фирм Олделфт, ВМТ существенно превышает стоимость отечественного флюорографа минимум в 2-2,5 раза, что делает приобретение таких аппаратов сегодня необоснованным. В Таблице 1 приведены характеристики отечественного флюорографа 12Ф9.

Таблица 1. Характеристика флюорографа 12Ф9 с флюорокамерой КФ-400

Наименование	12Ф9
Производитель	РЕНТГЕНПРОМ, Московская Область
Флюорографическая камера	КФ 400
Ширина рулонной пленки, мм	70, 100
Светосила	1:0,75
Виньетирование на диаметре 0,9;	не более 50%,
Отличие разрешающей способности от центра к краю	не более 20%
Пространственное разрешение, п.л./мм	3,0
Размер рабочего поля экрана, см	39 x 39
Расстояние фокус/экран, см	100
Наличие экспонометра	да
РПУ	среднечастотное
Параметры РПУ	30 кВт, 60 - 125 кВ
Эффективная эквивалентная доза за обследование (прямая проекция при 100 кВ), мкЗв	200 - 250
Рентгеновская трубка	2.5 - 30БД29-150
Размер рабочего фокуса, мм	1,2
Требования к электросети:	220 В, 380 В, 50/60 Гц, 1 Ом
Габаритные размеры не более, мм	1020 x 2350 x 2100
Масса аппарата с комплектом ЗИП, кг	570
Производительность, кадров в час	60

Цифровая флюорографическая камера

Информационные и экологические соображения заставляют сегодня переходить от аналоговой техники к цифровой. На рынке появились цифровые рентгеновские системы, и в первую очередь эти системы специализированы на получении цифрового снимка легких.

Основными преимуществами цифровых флюорографов являются – высокая информативность изображения, малая доза при обследовании, удобство архивирования данных, отсутствие рентгеновской пленки и химикатов. Малая доза позволяет расширить возрастную группу для рентгенопрофилактики туберкулеза. Недостатком является высокая стоимость этих аппаратов, что временно препятствует замене всего парка отечественных пленочных флюорографов. Разница в цене между пленочным и цифровым флюорографом составляет как минимум 20 000 долларов, что сложно компенсировать отсутствием необходимости закупки расходных материалов за весь срок жизни аппарата. Правда, стоит заметить, что деньги на закупку аппарата выделяются один раз в 10-15 лет, а пленку и химикаты следует закупать ежегодно.

На сегодняшний день в России господствуют две методики получения цифровой флюорограммы:

- использование линейного рентгеновского детектора и принципа сканирования пациента;
- сбор светового сигнала с флюоресцентного экрана с помощью объектива на ПЗС матрицу - датчик телесигнала.

У каждой методики есть свои особенности, но в целом, сканирующие системы обеспечивают меньшую дозу облучения пациента, чем системы с ПЗС – матрицей.

Первый отечественный сканирующий цифровой флюорограф МЦРУ СИБИРЬ был разработан в ИЯФ СО РАН г. Новосибирск в 1993 – 1995 г. В этом аппарате применяется проволочный ксеноновый детектор. Производство этого аппарата освоил также

«НАУЧПРИБОР», г. Орел. Аппарат имеет ряд недостатков связанных с эксплуатационной надежностью проволочного газового детектора и юстировкой всей системы. Тем не менее, он взят за основу некоторыми конверсионными предприятиями, выпустившими свои варианты этого аппарата.

НПЦ Медицинской Радиологии, г. Москва, взяв за основу МЦРУ СИБИРЬ, доработал программное обеспечение, обеспечив не только его DICOM совместимость, но и формализованный протокол обследования.

Более надежным нам представляется полупроводниковый линейный детектор. На базе этого детектора выполнены аппараты ПроСкан-2000 (АПЦФ-01) производства фирмы РЕНТГЕНПРОМ, г. Истра, Московской Области и КАРС-СКАН (МЕДРЕНТЕХ, поселок МОСРЕНТГЕН, Московской Области).

Ряд фирм (ГЕЛПИК, МЕДРЕНТЕХ, РЕНТГЕНПРОМ, ЭЛЕКТРОН) разработали цифровые флюорографические камеры, в которых свет с люминесцентного экрана собирается не на пленку, а на ПЗС - матрицу. Такие камеры требуют в 10 раз большую дозу, чем сканирующие линейки, но имеют ряд эксплуатационных преимуществ. Основным преимуществом является возможность создания носимого флюорографа в ящичной упаковке, что очень сложно реализовать со сканирующей системой.

Для цифровой флюорографии оптимальным пространственным разрешением является – 1,4 пар линий на мм. Поэтому погоня за чрезмерным пространственным разрешением приводит к неоправданному росту стоимости аппарата. Нам не стоит забывать, что смыслом использования флюорографии, как профилактического метода является ее относительная дешевизна. Если стоимость одного снимка приблизится к одному доллару, то уже станет иметь смысл использовать прямой обзорный снимок легкого.

В Таблице 2 приведены сравнительные характеристики некоторых отечественных цифровых флюорографов.

Таблица 2 Сравнительные характеристики цифровых флюорографов отечественного производства

Наименование	МЦРУ СИБИРЬ	КАРС СКАН	ПроСкан-2000 (АПЦФ-01)
Производитель	ИЯФ СО РАН, НАУЧПРИБОР	МЕДРЕНТЕХ	РЕНТГЕНПРОМ
Детектор	Линейный, газовый	Линейный, полупроводниковый	Линейный, полупроводниковый
Размер поля обследования	380 x 380 мм	380 x 380 мм	390 x 390 мм
Число элементов цифрового изображения	1024 x 1024	1024 x 1024	1024 x 1024
Способ регистрации	Сканирующий, вертикальный	Сканирующий, вертикальный	Сканирующий, горизонтальный
Время цикла обследования	10 с	5 с	5 с
Тип рентгеновского питающего устройства (РПУ)	среднечастотное	среднечастотное	среднечастотное
Параметры РПУ	125 кВ 70 мА	125кВ 150 мА	30 кВт 125 кВ 100 мА
Эффективная эквивалентная доза за обследование, мкЗв	5	50	5
Рентгеновская трубка	-	-	2.5 - 30БД21-150
Размер рабочего фокуса, мм	1,2	1,2	0,3
Разрешающая способность, п.л./мм	1,2	1,2	1,4
Контрастная чувствительность, %	0,5-1,0	1,0	1,0
Производительность, кадров в час	30	30	60
Наименование	ФСЦ-У-01	РЕНЕКС - ФЛЮОРО	
Производитель	СпектрАП	ГЕЛШИК, г. Москва	
Детектор	УРИ - 9 дюймов	ПЗС - матрица	
Размер поля обследования, мм x мм	385 x 385	335 x 420	
	1024 x 1024		
Способ регистрации	получение 4 фрагментов изображения грудной клетки с помощью УРИ, с последующей сшивкой на компьютере	Сбор светового сигнала с экрана с помощью линзового объектива	
Время цикла обследования, сек	5	0,003 -2	
Тип РПУ	среднечастотный	среднечастотный	
Параметры РПУ	110 кВ 10 мА	150 кВ 600 мА	
Эффективная эквивалентная доза за обследование, мкЗв	20	50	
Рентгеновская трубка			
Размер рабочего фокуса, мм			
Разрешающая способность, п.л./мм	1,3	1,4	
Контрастная чувствительность, %	1,0	1,0-1,5	
Производительность, кадров в час	40	60	

Передвижные флюорографические кабинеты

Передвижные флюорографические кабинеты используются в двух случаях:

- когда исследуемая группа населения расположена вдали от ЛПУ, оснащенного стационарным флюорографом (жители небольших деревень, северных районов России, горных местностей);
- когда исследуемая группа может быть сконцентрирована в удобном для обследования месте (казармы, тюрьмы, школы, заводы).

Наибольшее распространение в последнее время получили современные передвижные кабинеты на шасси автомобилей ЗИЛ-5301 ЕО («Бычок») (Рис. 4) и КАМАЗ-43101 (производства ЗАО РЕНТГЕНПРОМ).

Кабинеты могут быть оснащены флюорографом 12Ф9 (модель КФП), либо цифровым флюорографом ПроСкан-2000 (модель КФЦ). Заметим, что на сегодняшний день только ЗАО РЕНТГЕНПРОМ обладает полным набором разрешительных документов МЗ РФ на цифровой передвижной флюорографический кабинет.



Рис. 4. ЗИЛ-5301 ЕО («Бычок»)

Современный фургон обладает хорошими тепло и шумо изоляционными свойствами. Система ускоренного обогрева фургона позволяет за 30 минут поднять температуру в кунге до 20°C даже при морозе на улице до -40°C.

Высокие потолки (212 см) и удобно расположенное оборудование позволяют рентгенологу работать комфортно.

Комплектация КФП:

1. Флюорограф 12Ф9 с флюорографической камерой КФ-400 (пленка 70 или 100 мм)	5. Рабочее место рентгенолога: кресло, стол, лампа, диван, рукомойник
2. Накопитель электроэнергии	6. Бактерицидная лампа, кондиционер
3. Шкаф для верхней одежды	7. Проявочный комплекс
4. Принудительная вентиляция	8. Система ускоренного обогрева кабинета

Комплектация КФЦ:

1. Флюорограф ПроСкан-2000	5. Рабочее место рентгенолаборанта: компьютер, стол, кресло;
2. Накопитель электроэнергии	6. Рабочее место рентгенолога: компьютер, стол, кресло, принтер
3. Шкаф для верхней одежды	7. Бактерицидная лампа, кондиционер
4. Принудительная вентиляция	8. Система ускоренного обогрева кабинета

По требованию Заказчика в Кабинете может быть установлена мини электростанция, что дает возможность проводить обследования вдали от электрических сетей (не менее 2 снимков в минуту).

Флюорограф в ящичной укладке

Эта модификация аппарата 12Ф9 создана для транспортировки на вертолете или с помощью гужевого транспорта для местностей, где не существует дорог. На рис. 5 изображен 12Ф9 в ящичной укладке.

Данный аппарат, производимый ЗАО РЕНТГЕНПРОМ, транспортируется в разобранном виде в футлярах, которые служат элементами конструкции аппарата. Масса одного места не более 80 кг. Количество



Рис. 5. 12Ф9 в ящичной укладке - в исходном состоянии

мест для базовой комплектации - 7. Минимальная ширина проема для погрузки - 580 мм. Аппарат может перевозиться на любом виде транспорта, включая вертолет и гужевой транспорт. Флюорограф монтируется силами двух человек в течение одного часа (Рис. 6).

В аппарате используются среднечастотное питающее устройство УРП-30-СЧ-АМИКО и современный микропроцессорный пульт управления. Флюорограф укомплектован флюорографическими камерами КФ-400 (70 или 100 мм).



Рис. 6. 12Ф9 в ящичной укладке - в рабочем состоянии.

За неимением места в данной статье не рассмотрены подробные характеристики аппаратов. Будем рады ответить на Ваши вопросы по телефону – (095) 742-41-60.