

## Практические аспекты эксплуатации малодозового цифрового флюорографа ПроСкан-2000.

Гуржиев А.Н., Гуржиев С.Н., Кострицкий А.В.

### ЗАО «Рентгенпром»

Три года назад был разработан и начал устанавливаться в лечебно-профилактические учреждения малодозовый цифровой флюорограф ПроСкан-2000 фирмы ЗАО «Рентгенпром». К настоящему моменту продано более сотни таких аппаратов. Они работают по всей России: от Калининграда до Билибино и Южно-Сахалинска, от Норильска до Кызыла. Такая обширная география эксплуатации аппаратов, сложность самой техники и возможность влияния ее на здоровье человека определили требование к качеству, как самую важную из стоящих перед нами задач. В связи с этим нами были реализованы определённые алгоритмы, направленные на создание системы менеджмента качества применительно к проектированию, разработке, производству, реализации и обслуживанию аппаратов. Одним из результатов этой деятельности было получение нашей организацией в октябре 2002 года сертификата соответствия требованиям систем качества ГОСТ Р ИСО 9001-2001.

В конечном же счёте флюорографы должны удовлетворять требованиям потребителей: как пациентов, которые заинтересованы в быстрой, безопасной и качественной диагностике, так и медицинского персонала, желающего работать на современном, удобном и надёжном оборудовании.

Данная работа является анализом 42 анкет о работе малодозового цифрового флюорографа ПроСкан-2000, присланных нам работающим на них персоналом. В анкете, помимо специальных вопросов, нацеленных на выявление проблемных мест в сборочных узлах или комплектующих элементах, с вариантами ответов по пятибалльной системе, содержались также вопросы общего характера о том, что именно больше всего понравилось или не понравилось в работе аппарата, сколько снимков произведено с момента начала эксплуатации, какие патологии чаще всего выявляются на данном цифровом флюорографе. Такой характер построения анкеты позволяет не только ознакомиться с общим впечатлением рентгенологов о работе аппарата, но и оперативно выявлять как болевые точки самой техники, так и особенности её эксплуатации.

Рентгеновское излучение, прошедшее через пациента, во флюорографе ПроСкан-2000 регистрирует кремниевый линейный детектор, который состоит из 1024 элементов и имеет длину

около 400 мм. Чтобы получить снимок легких, детектор перемещают вдоль грудной клетки в горизонтальном направлении одновременно с веерообразным рентгеновским пучком, формируемым щелевой диафрагмой. Для этого детектор и щелевая диафрагма крепятся к штанге, которая совершает вращательное движение вокруг фокусного пятна излучения на аноде. В движение штангу приводит микрошаговый двигатель. Снимок выполняется в рентгенозащитной кабине, чтобы уменьшить радиационную нагрузку на персонал. Питание рентгеновской трубки с фокусом 0,3 мм осуществляется среднечастотным УРП. Флюорограф оснащается двумя рабочими местами: рентгенолога и рентгенлаборанта. Они связаны друг с другом локальной сетью, которая позволяет независимо работать с накопленной базой. На обоих местах устанавливаются профессиональные графические мониторы размером 21 дюйм, а также программа управления флюорографом и обработки изображения «ПроСкан». Для архивирования снимков используются магнито-оптические диски, емкостью 500 снимков каждый. Получить твердую копию на термобумаге аппарат медицинским принтером. Распечатать периодические отчеты можно на офисном лазерном принтере.

Нас беспокоило, что при освоении рентгенологами цифрового флюорографа ПроСкан-2000 могли возникнуть две проблемы: отсутствие опыта работы у персонала на персональном компьютере и возможные проблемы с анализом изображения и постановкой диагноза по экрану монитора. Перед отделом программного обеспечения ЗАО «Рентгенпром» была поставлена задача сделать программу максимально дружелюбной и понятной людям, не работавшим до этого на компьютерах. Кроме того, изображение должно было легко переключаться из негатива в позитив, корректироваться по яркости и контрастности и обрабатываться специальными фильтрами и программами. Наши опасения относительно большого процента рентгенологов не знакомых с персональными компьютерами оказались не напрасными - только 8% опрошенных ответили, что имеют практический опыт работы на компьютере. Несмотря на это, 77% легко перешли к работе на компьютере и от диагностики по плёнке к диагностике по монитору и лишь 23% опрошенных сообщили, что испытывали при этом некоторые затруднения. 40% опрошенных в качестве

положительного момента выделили быстроту получения изображения, что позволило им увеличить пропускную способность флюорографического кабинета. 40% положительно отметили возможность быстрой выдачи заключения и, в случае необходимости, немедленного проведения повторного обследования.

79% положительных оценок аппарата относятся к качеству получаемого изображения. Это далеко не случайно, так как возможности представления данных, полученных на цифровых флюорографах, имеют ряд существенных особенностей по сравнению с плёночными аппаратами. Прежде всего, в сканирующих аппаратах изображение не ухудшается рассеянным в теле пациента излучением, как это происходит во флюорографах с плёночными или цифровыми камерами. Другим достоинством цифрового рентгенологического изображения является возможность его дальнейшей математической обработки с выводом результата на дисплей компьютера или печать. Наряду с такими стандартными средствами обработки, как инверсия изображения, его масштабирование (увеличение/уменьшение размеров), регулировка яркости и контраста, измерение площадей и длин в реальных единицах, есть возможность нелинейного преобразования гистограммы яркостей. Все современные цифровые флюорографы позволяют получать снимки, в которых количество уровней яркости доходит до нескольких тысяч. Так, например, в аппарате ПроСкан-2000 электрический сигнал с детектора оцифровывается 16-битным аналого-цифровым преобразователем, что теоретически позволяет получить снимок с  $2^{16} = 65536$  уровнями яркости. При формировании изображения на экране компьютера зарегистрированные значения яркостей отображаются различными градациями серого цвета. Проблема состоит в том, что компьютер может вывести на монитор только 256 градаций серого цвета; человеческий же глаз часто способен различить еще меньше. Таким образом, при отображении снимка весь диапазон яркостей сжимается до 256, что, безусловно, приводит к потере полезной информации. Одним из простейших способов избежать этого является приведение граничных значений черного и белого цветов в соответствие определенным величинам яркостей. Все значения яркости, величины которых меньше границы черного цвета, отображаются черным, значения, величины которых больше границы белого – белым цветом, а все, что попадает между ними, преобразуется в 256 градаций серого. На практике используются более сложные, нелинейные, алгоритмы преобразования яркости в серый цвет. Все это позволяет наиболее полно отобразить большое информационное содержание цифрового снимка.

Нужно отметить еще одно существенное преимущество цифрового изображения – по своей

природе оно существует и хранится в электронном виде. Данное обстоятельство позволяет, в случае необходимости, очень просто производить тиражирование нужных снимков практически в любом требуемом количестве и без потери качества. Копии снимков могут использоваться для предъявления в других ЛПУ, например, при получении консультации. Более того, электронный снимок в считанные секунды может быть передан по глобальной компьютерной сети (Интернет) на практически любое расстояние. Может быть именно поэтому 22% опрошенных в качестве положительных особенностей нашего программно-аппаратного комплекса ПроСкан-2000 отметили наличие архивации и лёгкость работы с ней, простоту освоения программы и удобство работы с ней, наличие оперативной информации о дозе, полученной пациентом, возможность передачи изображения по Интернет.

Рассмотрим недостатки, которые были отмечены врачами. На некоторые конструктивные недостатки указало 34% опрошенных. Среди них с нашей точки зрения есть резонные замечания, направленные на улучшение эргономичности аппарата, которые будут реализованы нами в ближайшее время (например, иметь возможность управления подёмником кнопками, расположенными на кабине и т.п.). Есть достаточно любопытные, например, «упущены дополнительные возможности для диагностики» или «предусмотреть дополнительные возможности обследования других анатомических областей». По-нашему мнению, они скорее свидетельствуют о столь высоком качестве изображения нашего флюорографа, что возникает желание использовать его и в других областях медицинской рентгенографии, что нам представляется пока нецелесообразным.

Большая часть проблем, возникающих в процессе работы и соответственно появляющихся замечаний всё-таки связана с недостаточными изучением персоналом сопровождающей документации. Так, хотя 60% опрошенных сообщили, что руководство по управлению аппаратом и обработке изображений написано понятно и подробно, тем не менее 13% столкнулись с некоторыми трудностями при чтении, а 27% сообщили, что не читали и предпочитают учиться в процессе работы, что конечно недопустимо. Прозвучали также пожелания на увеличение места под диагнозы, желание видеть отчёты по частям и контингентам, создание специальной программы обработки изображения для стационара и т.п. То есть большинство из этих предложений связаны с особенностями работы того или иного ЛПУ. Мы понимаем, что универсальная программа с одинаковыми типовыми отчётами может быть не совсем удобна в каждом конкретном случае. Тем не менее, на вопрос «достаточно ли имеющихся в программе Проскан-2000 периодических отчётов?» 50% опрошенных ответили положительно. В состав программного обеспечения входит модуль

формализованного протокола, позволяющий описывать рентгеновскую картину патологических изменений без набора текста на клавиатуре, путем последовательного заполнения готовых экранных форм. В большинстве случаев нужно выбрать из нескольких вариантов наиболее распространенных рентгенологических синдромов, симптомов и их характеристик. Локализация объектов также указывается на анатомической схеме одним-двумя движениями курсора. В результате этих действий автоматически формируется связный текст протокола исследования, содержащий описание синдромов в общепринятой форме. Поскольку основная часть обследований приходится на здоровых людей, вопрос о целесообразности применения данного протокола ставился следующим образом: «Пользуетесь ли Вы формализованным протоколом в случае обнаружения патологии?». 67% опрошенных ответили на него утвердительно.

В настоящее время в ЗАО «Рентгенпром» разработана рентгенологическая информационная система «Ариадна», в которой работа флюорографа ПроСкан-2000 интегрирована с рабочими местами врачей различной специальности. Более подробную информацию об этом продукте вы можете получить по адресу [www.roentgenprom.ru](http://www.roentgenprom.ru).

16% врачей сделали замечания по особенностям работы оборудования компьютера, а именно по архивации на магнитооптический диск и по качеству снимка на бумаге (около 56% врачей ежедневно используют бумажные копии снимка). В документации на аппарат указано, что лазерный принтер не может обеспечить качество печати, сравнимое с изображением на мониторе, поэтому уже более года наш аппарат комплектуется двумя принтерами, одним лазерным офисным для печати периодических отчетов, и профессиональным

графическим принтером, обеспечивающим 256 оттенков серого цвета и высокое пространственное разрешение на термобумаге. При этом снимок становится одинаково информативен как на мониторе, так и на твердой копии. Несмотря на то, что магнитооптический диск МОД в несколько раз дороже обычного компакт-диска, мы рекомендуем именно такой способ хранения информации исходя из следующих соображений:

- выход из строя одного диска приведет к потере 500 снимков, а не всей базы данных, как в случае хранения ее на жестком диске компьютера;
- вероятность потери информации на МОД минимальна в сравнении с жестким диском и компакт-диском;
- запись информации на МОД не сравнимо проще, чем на компакт-диск.

Мы благодарны всем рентгенологам, которые ответили на вопросы нашей анкеты, указали как на положительные, так и на отрицательные стороны нашего флюорографа. Мы обязательно используем всю информацию, чтобы сделать ПроСкан-2000 максимально надёжным в эксплуатации и удобным в повседневной работе врачей, которые в среднем за год делают около 17 тысячи снимков на одном флюорографе ПроСкан-2000 и упоминают следующий впечатляющий перечень выявляемых проблем со здоровьем: пневмонии, плевриты, острые бронхиты, сердечно-сосудистые патологии, туберкулёз, онкологические проблемы, кисты, синуситы, шейный остеохондроз, гаймориты, пневмоторакс, переломы рёбер и даже инородные тела.

### Рекомендуемая литература

1. Флюорографы/Основы рентгенодиагностической техники.// Учебная литература для медицинских вузов под редакцией Н.Н.Блинова, Москва, «Медицина», 2002, С. 186 –195.
2. М.И.Зеликман, Теория, исследование и разработка методов и аппаратно-программных средств медицинской цифровой рентгенографии./Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук, Москва, 2001.
3. И.Б.Белова, В.М.Китаев. Малодозовая цифровая рентгенография в профилактических обследованиях населения// Радиология-практика, 2001, №2, С.22-26.
4. Рентгеновские диагностические аппараты// Под редакцией Н.Н.Блинова, Б.И.Леонова, Москва, ВНИИИМТ, 2001, т.2.
5. Л.В.Ефимьевский, А.Н.Велиган, С.Г.Корина/ Опыт клинического использования малодозовых цифровых флюорографов ПроСкан-2000 производства ЗАО «Рентгенпром»/ Доклад на конференции в г. Самаре, 9 октября 2002.