

# ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕХОДА К ЦИФРОВОЙ РЕНТГЕНОГРАФИИ

■ **А. Е. Скворцов,**  
врач диагност, МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР «МЕДИК»,  
ООО «ИМПУЛЬС»

**Время не стоит на месте. За последние 50 лет был пройден существенный путь к миру цифровых технологий. Хотим мы этого или нет, но они стали неотделимой частью современной медицины.**

**Д**остижения научно-технического прогресса позволили создать и адаптировать под нужды врачей, работающих в сфере медицинской визуализации, широкий спектр диагностического оборудования, которое позволяет получать не только различные виды аналогового, но и цифровые изображения. За последние два-три десятилетия были внедрены такие методики как компьютерная томография, ультрасонография, магнитно-резонансная томография. Перечисленные методы диагностики создают секционные изображения, это значит двухмерные отображения срезов тканей. Однако, большинство обследований, проводимых в радиологических отделениях поликлинической сферы по-прежнему выполняются на традиционных аналоговых проекционных изображениях.

Для того чтобы выбрать, чему отдать преимущество на современном этапе развития лучевой диагностики, необходимо разобратся в терминологии – что следует понимать под «аналоговым изображением» и что под «цифровым изображением».

Термин «аналоговое изображение» подразумевает свойство среды-детектора (например, флуоресцирующий экран) непрерывно воспроизводить формирующие изображение сигналы в ответ на непрерывно меняющуюся в количественную характеристику попадающей дозы рентгеновского излучения. Это способствует плавности передачи тональности изображения в полной аналогии с изменением количества поглощенной энергии рентгеновских квантов.

В отличие от «аналогового изображения», «цифровое изображение» дискретно. Следует заметить, что все цифровые технологии и методики на начальном этапе являются аналоговыми. Интенсивность света на флуоресцентном экране, электрический ток, индуцируемый рентгеновскими лучами в детекторе компьютерного томографа или эхосигналом в ультразвуковом датчике, или магнетизмом в приемной катушке магнитно-резонансного томографа, – все это аналоговая, непрерывная реакция. Перечисленные методики – компьютерная томография, ультрасонография и магнитно-резонансная томография считаются цифровыми технологиями. В каждом из этих случаев аналоговая ответная реакция (электрический ток) преобразуется в цифровую форму.



«Автоматизированное рабочее место  
врача-рентгенолога Mindray DigiEye  
560»

«Настоящее» цифровое изображение представлено в виде цифровой матрицы. Оно складывается в виде числовых строк и колонок. В этих случаях числа могут отражать ослабление рентгеновских лучей при компьютерной томографии, магнитные свойства тканей при магнитнорезонансной томографии, силу эхосигнала при ультразвуковом исследовании или интенсивность испускаемого флуоресцентным экраном света при цифровой проекционной рентгеновской визуализации. С целью визуализации изображения цифровая матрица изменяется в матрицу видимых составляющих изображения – пикселей. Каждому пикселю присваивается один из оттенков серой шкалы в соответствии со значением цифровой матрицы.

Поскольку в перечисленных системах информация о параметрах выражается в цифровой двоичной системе они называются дигитальными или цифровыми. Цифровые технологии могут применяться и для проекционных рентгеновских методик, поэтому термин «цифровая рентгенография» обычно используется лишь в этом узком смысле.

В ходе анализа ряда публикаций на тему преимуществ дискретного представления сигналов были отмечены ряд общепринятых тезисов. Среди них можно выделить идею о том, что помехоустойчивость цифровых систем превосходит помехоустойчивость аналоговых систем. В аналоговых системах хранение данных является небезопасным из-за старения и износа оборудования. **Цифровые системы помимо безопасности отличаются**

**простотой в хранении информации, что существенно удешевляет этот процесс.** Вторым немаловажным тезисом является отсутствие искажений информации во время передачи. Любители виниловых пластинок провозглашают, что «живой» виниловый звук неповторим. В «цифровом звуке» нет того неповторимого шипения и скрипа, которые отличают его от «аналогового». Но диагностика на современном этапе развития медицины подразумевает не применение стереотипов, а получение изображений с высокой степенью разрешения, которые могут быть оптимизированы при помощи современных технологий. **Третьим немаловажным фактором является возможность управления цифровыми системами с компьютерным управлением при помощи программного обеспечения, добавляя функции без замены аппаратных средств.**

В большинстве случаев для этого не нужно задействовать специалистов с завода-изготовителя, нужно просто обновить программный продукт или ввести пароль, установить электронный ключ, оплатив необходимую опцию. Это позволяет быстро и без существенных капиталовложений адаптироваться к меняющимся требованиям и стандартам. Помимо того возможно применение сложных алгоритмов, использование которых в аналоговых установках невозможно или требует существенных капиталовложений.

К сожалению, до сих пор часто приходится сталкиваться с ситуацией, когда в медицинском учреждении, осуществляющем амбулаторный прием, необходимы мероприятия, направленные на повышения качества исследований и пропускной способности службы лучевой диагностики. Поточковые обследования с использованием традиционного метода регистрации рентгеновских изображений приводят к повышенным временным и материальным затратам. Это связано в первую очередь со сложным процессом фотохимического проявления и использованием дорогостоящих серебростержащих материалов. Содержание архива снимков, накапливаемого в результате деятельности рентгенологического отделения, является дорогостоящим процессом. Следует напомнить, что срок хранения рентгеновских снимков и флюорограмм два года (при отсутствии патологии), пять лет и более – для снимков, отражающих патологические изменения. Снимки больных детей хранятся десять

лет. При этом считается, что до 20% рентгенограмм теряются при хранении в архивах или их трудно вовремя восстановить. Потеря снимка в архиве и брак, неизбежно присутствующий при производстве рентгенограмм, являются причинами проведения повторных исследований. Это в свою очередь ведет к увеличению лучевой нагрузки и дополнительным трудовым затратам.

**Архивирование цифровых изображений на дисках позволяет создать компактный рентгеновский архив отделения рентгенологии большого объема, обеспечивающий удобный и быстрый доступ через рабочие станции одновременно нескольким врачам.** Сохраненная в цифровом виде информация может быть вовремя вызвана и проанализирована. Оцифровка архива, громоздкой пленочной и бумажной картотеки пациентов освобождает помещение лечебно-профилактического учреждения и высвобождает обслуживающий персонал. Сформированный электронный архив рентгенологического отделения (база данных) позволит оперативно контролировать объем всех видов обследований населения на туберкулез и другую легочную патологию, выделить традиционные группы риска, планировать объем флюорографических обследований, составлять отчет о профилактических обследованиях населения по возрасту, характеру выявленной патологии и видам обследования.

**Цифровой архив** позволит врачам существенно ускорить обработку результатов исследований с помощью специализированных алгоритмов, проводить статистический анализ на больших выборках данных о пациентах с целью обобщения полученных результатов. По архивным данным можно создавать статистические отчеты согласно действующим нормативным документам о проведенных обследованиях, сортировать и выбирать пациентов в зависимости от условий отбора. Архивные изображения часто необходимы для быстрого, но тщательного сравнения результатов двух обследований, снятых в разный момент времени, с целью анализа динамики развития заболевания или хода лечения.

Внедрение цифровых методов анализа изображений является современным подходом к решению поставленной проблемы. При этом существенно изменяется вся организация и технология проведения обследований. Одним из важных этапов этого процесса является создание единой сети, которая будет работать на базе одной из широко распространенных операционных систем. В этой среде устанавливается программный пакет, объединяющий рабочие места врача-диагноста, регистратора, рентген-лаборанта и другие необходимые элементы. Как правило, программный пакет, связывающий все рабочие места единой сетью, работает в диалоговом режиме. Он включает в себя базы данных и архивы снимков пациентов. Функционирующая программа предоставляет широкий спектр современных необходимых диагностических возможностей для работы с полученными



Цифровой рентген Mindray DigiEye 560

ми изображениями. Программная среда, установленная на рабочем месте, должна быть оснащена различными функциями доработки изображений с целью его оптимизации (увеличение размеров изображения на экране монитора, инверсия снимка, изменение яркости и контраста, как всего изображения, так и в произвольно выделенной рамкой области). Интегрированная в среду тестовая программа автоматически проводит диагностику технических показателей и обеспечивает минимум затрат сил, времени и средств на сервис диагностического оборудования.

С целью повышения эффективности работы службы лучевой диагностики и стандартизации процесса документооборота в сети формируется служба регистрации пациентов на исследование. Регистратор ведет электронные списки пациентов, составляет электронную очередь с целью максимального сокращения времени ожидания и уравнивания по времени нагрузки на специалистов лучевой диагностики и оборудование кабинета с учетом объема и содержания предстоящих исследований.

В базе данных, на впервые обратившегося пациента, заводится электронная учетная карта. По необходимости заполняются поля в окнах готовых форм, которые будут востребованы при исследовании, включении в общую базу данных. Они сохраняются в электронном виде в архиве. **Применение услуг регистратора и введение электронной очереди позволяет значительно сократить затраты рабочего времени, упростить процесс записи и обработки информации (регистрация, формирование результатов исследования, сверка, сортировка, поиск, передача информации, создание отчетов, справок и других документов).** При необходимости это рабочее место может быть задействовано для формирования учетно-отчетной документации по утвержденным формам, а также печати готовых бланков заключений по завершении обследования.

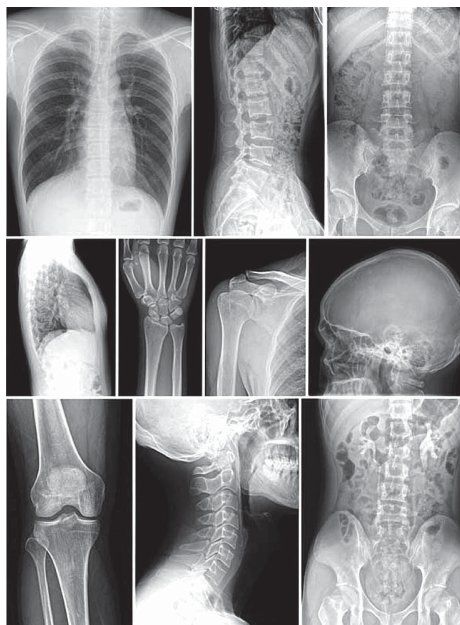
Практика показала, что использование персональных компьютеров врачами, обладающими навыками работы

с программами, адаптированными для оформления типовых заключений, позволяет существенно сократить время исследования. Использование цифровых технологий в получении, обработке, анализе и хранении изображений существенно расширяет возможности специалистов.

В помощь врачу в систему обработки результатов исследования интегрируются программы оформления диагноза, расчета статистических данных, справочные сведения. Визуализация рентгеновского изображения и дополнительной информации осуществляется на специальном медицинском мониторе, эффективность которого оценивается свойствами полученного светового изображения.

Благодаря продуманной концепции развития общей локальной сети медицинского учреждения и интеграции в нее баз диагностических подразделений изображения становятся доступными для специалистов других специальностей. Наличие выхода компьютерной сети медицинского учреждения в интернет дополнительно позволит врачу проводить не только расширенный анализ полученных изображений, но и передавать снимки для оперативных консультаций в другие медицинские центры. **Скорость обмена данными современными средствами связи позволяет лечащим врачам оперативно получать высококвалифицированную консультативную помощь, при этом, находясь от консультанта на значительном расстоянии.** Нужно особо отметить, что консультанту передается не субъективный доклад лечащего врача, а первичная диагностическая информация. Предоставление персонализированных данных о состоянии пациента удаленному консультанту во много раз повышает шансы постановки правильного диагноза. В уже налаженной системе непосредственное общение не требуется, консультации проводятся в отложенном режиме. Это значит, что вся необходимая медицинская документация, включая результаты исследований и измерений, пересылается консультанту по каналам связи заранее. Консультант изучает ее в удобное для себя время, готовит заключение и отправляет его обратно. Таким же образом может быть организовано дистанционное повышение квалификации по рентгенологии врача в режиме заочного обучения и получение информации о последних достижениях в лучевой диагностике.

Защита от несанкционированного использования средств вычислительной техники и ограничение доступа к базе данных осуществляется путем введения в систему ключа защиты – пароля. Поставляемая в комплекте компьютерная техника сертифицирована и соответствует международным стандартам безопасности. Соблюдение норм конфиденциальности личной информации пациента может быть обеспечена введением ряда ограничений на доступ к базе заключений и снимков. При попытке доступа к базам данных и программному



Образцы изображений полученные на цифровом рентгене DigiEye 760

обеспечению осуществляется проверка наличия разрешения на работу для данного лица из состава персонала отделения путем введения имени и пароля. В случае, если доступ данного лица санкционирован, ему предоставляется возможность подключения к единой учетной форме для проведения регистрации и приема пациентов. Сведения о пациенте, дата и время проведения исследования, вид проекции и параметры съемки, регистрационный номер страхового полюса и другие данные, вводятся через рабочий список с клавиатуры один раз и после этого являются составной частью цифрового изображения (базы данных). Ошибки, которые возможны на каждом из этапов проведения исследования, весьма не желательны и могут привести к непоправимым последствиям. Электронная система позволяет вести дополнительный контроль, а в случае возникновения спорной ситуации оценить степень причастности и глубину вины отдельных сотрудников.

С учётом назначений, сделанных врачом, лаборант автоматически или вручную осуществляет выбор параметров съемки и режим работы оборудования в зависимости от вида исследования и получения оптимального качества изображения. По завершении регистрации медицинских данных лаборант с помощью переговорного устройства приглашает пациента принять необходимое для съемки положение в кабине, ведя наблюдение за его укладкой по каналу видеосвязи. Полученное цифровое рентгеновское изображение исследуемого органа пациента отображается на экране монитора сразу после съемки и затем, проанализировав полученный снимок, лаборант производит запись цифрового изображения и сопроводительную информацию (основные данные и расчетное значение дозы поглощенной

пациентом за обследование с учетом риска отдаленных последствий – эффективная эквивалентная доза) в базу данных рентгенологического отделения. Зафиксированный в архив результат исследования становится доступным для обработки и анализа сразу же после записи, либо в любое другое удобное для врача время.

**Использование современных цифровых систем позволяет уменьшить лучевую нагрузку.** Это достигается путём формирования необходимого размера веерообразного луча с помощью двух мобильных шторок на коллиматоре управляемых моторным приводом. Выбор размера поля облучения проверяется по световому полю лазерного центриатора.

Процент брака в сравнении с традиционной плёночной рентгенографией из-за ошибок в выборе экспозиции мал, так как 5% контраст можно уверенно различить без искажений в прямом пучке рентгеновского излучения и ослабленном в 500 раз.

Цифровое изображение сопоставимо по качеству с полноформатной рентгенограммой. Качество изображения зависит от характеристик матрицы изображения, аналого-цифрового преобразователя. В зависимости от области медицинского применения оборудование может быть оснащено разными по своим характеристикам матрицами. Матрицы изображения 512 элементов может быть достаточно для целей цифровой флюороскопии. Система рентгеноскопии грудной клетки может потребовать матрицы с числом элементов 1024 при размерах элемента изображения около 0,4 мм. Для маммографических обследований необходима матрица из 2048 элементов с размером элемента 0,1 мм.

Число градаций в изображении будет также зависеть от медицинского назначения. Аналого-цифрового преобразователя на 8 бит, обеспечивающего точность 0,4%, достаточно для регистрации зашумленных изображений или больших массивов. Однако для ряда приложений может понадобиться 10-битовый аналого-цифровой преобразователь, обеспечивающий точность 0,1%. Человеческий глаз при хорошем освещении может обнаружить различия в контрастности около 2%.

Современные цифровые технологии позволяют изучать, как малоконтрастные, так и высококонтрастные объекты на одном снимке одновременно из-за большого динамического диапазона сканирующих систем, что во многом расширяет диагностическую значимость цифрового снимка.

**В случае необходимости любое изображение можно распечатать с помощью принтера, позволяющего переносить снимки с высоким качеством изображения на бумагу. Формат изображения 110x110 мм, разрешение 600x800 пикселей, число градаций 256.**

Цифровые технологии позволяют вернуться к готовому изображению, проводить демонстрацию, повторную

обработку и анализ изображений, сохраненных в архиве данных, используя следующие возможности: изменение яркости и контрастности снимка, выбирая и масштабируя область интереса, просматривая изображение в негативе и позитиве, а также производить корректировку описания результатов обследования, проводить анализ количественных характеристик изображений – расстояний, углов, размеров органов или патологических образований. В случае необходимости уточнения диагноза возможно измерение относительной плотности в каждой точке снимка или средней относительной плотности в произвольном фрагменте снимка. Для повышения диагностической ценности получаемого снимка используют преобразование изображений с помощью специальных аппаратно-программных средств, с целью улучшения восприятия интересующих врача структур (повышение контрастности, подчеркивание контуров, фильтрация помех).

В заключение, обобщая приведенный выше материал, можно с уверенностью сказать, что использование в медицинских учреждениях современных цифровых информационных технологий существенно повышает качество работы служб лучевой диагностики и сокращает затраты на их содержание, предоставляет возможность реализовывать самые современные методы исследований с более высоким качеством цифрового изображения. Делает возможным динамическое наблюдение за состоянием пациентов из групп повышенного риска с необходимой периодичностью. Позволяет во много раз уменьшить дозу облучения пациента, что в свою очередь означает своевременное внесение корректировок в план лечения, за счет регулярного наблюдения за динамикой процесса.

Время цифровых технологий уже наступило. Молодые доктора с успехом применяют свои навыки использования современных компьютерных технологий на рабочем месте. Разбираться в современных цифровых информационных технологиях и уметь правильно применить их для достижения цели организации быстрой и качественной диагностики – первостепенная задача любого современного организатора здравоохранения.

**UMETEX**  
МЕДИЦИНСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Наши офисы расположены по адресам:

г. Москва, Цветной бульвар, д. 30, стр. 1, тел.: +7 (495) 649-63-53;

г. Санкт-Петербург, ул. Союза Печатников, д. 25а, тел.: +7 (812) 385-55-56;

г. Екатеринбург, ул. Малышева, 51, БЦ Высоцкий, оф. 2104, тел.: +7 (343) 351-70-70;

г. Омск, пр. Карла Маркса, 36/1, тел.: +7 (3812) 20-80-80