

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА – АВАНГАРД ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Морозов С.П.¹, Переверзев М.О.²

В настоящее время в Российской медицине происходит активное внедрение информационных систем. Одним из важнейших компонентов информатизации здравоохранения является внедрение систем архивирования, обработки и передачи медицинских диагностических изображений (PACS). В настоящем обзоре представлены основные характеристики PACS, проблемы их внедрения в клиническую медицину и возможные решения.

Ключевые слова: лучевая диагностика, радиология, информатизация, архив, менеджмент.

RADIOLOGY – VANGUARD OF HEALTHCARE INFORMATIZATION

Morozov S.P.¹, Pereverzev M.O.²

Russian medicine is facing active implementation of information technologies. One of the major components of informatization is the introduction of PACS. This review zooms in on major characteristics of PACS, problems of clinical implementation, and possible decisions.

Keywords: radiology, imaging, PACS, informatization, archive, management.

1 - ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ.

2 - ЗАО «Фуджифильм-РО»

г. Москва, Россия

1 - Central clinical hospital of Department for Presidential Affairs of the Russian Federation.

2 - Fujifilm-RO.

Moscow, Russia

Диагностический процесс в современной многопрофильной клинике характеризуется высокой степенью сопряженности – диагноз ставится на основе данных, полученных при помощи разнообразных видов медицинского оборудования, и с вовлечением специалистов разного профиля. Системы архивирования, обработки и передачи медицинских диагностических изображений (PACS – Picture Archiving and Communication System) играют в этом важнейшую роль, обеспечивая доступ широкому кругу врачей к полной диагностической истории пациента.

Концепция создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения, принятая Министерством Здравоохранения и Социального Развития РФ в апреле 2011 г. [1], предполагает реализацию единого информационного пространства на федеральном и региональном уровне. Данной Концепцией предусматривается переход к использованию цифровых технологий при проведении радиологических исследований и интеграция медицинского оборудования с медицинскими

информационными системами. В соответствии с Методическими рекомендациями Минздравсоцразвития РФ от 14.11.2011 г. [2], в состав прикладных компонентов регионального уровня ЕГИС-Здрав входят в том числе «системы архивного хранения и предоставления доступа к медицинским изображениям».

Таким образом, понимание особенностей внедрения диагностических информационных систем позволит предвидеть сложности интеграции PACS различных лечебных учреждений. Развитие децентрализованных информационных систем позволит обеспечить доступность персональной диагностической информации высочайшего качества на всех этапах лечения и реабилитации пациентов, уменьшить дублирование лучевых исследований [3], интегрировать разнородную диагностическую информацию, повысить эффективность, оперативность и безопасность обследования пациентов.

Основные характеристики PACS.

Данные системы представляют собой сложные комплексы программного обеспечения, компьютерного оборудования, а также

услуг по их внедрению и технической поддержке. Программное обеспечение PACS должно предоставлять одновременно мощные инструменты диагностики для врачей и средства хранения и передачи изображений высокого разрешения в условиях обеспечения бесперебойности работы систем и защиты данных. Уникальными особенностями цифровых диагностических изображений в формате DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine, NEMA) являются широкие возможности обработки и анализа, что позволяет повысить точность диагностики и разработать новые методы диагностики, основанные на трехмерных, многоплоскостных и функциональных реконструкциях изображений [4]. Кроме того, функционал DICOM предусматривает возможность коммуникации между диагностическим оборудованием, системами PACS и RIS (радиологическая информационная система, компонент HIS (госпитальной информационной системы)). Передача данных о пациенте из RIS непосредственно на диагностическое оборудование (посредством PACS) и обратно позволяет объединить всю диагностическую информацию о пациенте, связать тексты протоколов и изображения, повысить скорость и точность работы за счет реализации принципа “однократной регистрации” пациента [5]. В частности, Концепция создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения требует соответствия создаваемых систем индустриальному стандарту DICOM для передачи радиологических изображений и другой медицинской информации.

Создание единого информационного пространства на региональном и федеральном уровнях позволит повысить точность диагностики за счет удаленного консультирования, снизить затраты ЛПУ в результате отказа от печати на пленке, повысить эффективность использования дорогостоящего оборудования и уровень взаимодействия между специалистами разных ЛПУ.

В целом, создание объединенных и региональных PACS поможет решить следующие задачи:

- Возможность удаленной диагностики (телерадиология).
- Формирование и использование единого электронного архива диагностических данных, доступного всем врачам сети ЛПУ с любой рабочей станции и мобильных устройств.
- Повышение точности диагностики и правильности врачебных решений.
- Снижение числа врачебных ошибок.
- Снижение лучевой нагрузки на пациентов за счет исключения дублирования исследований.
- Снижение затрат на диагностический

процесс.

- Оптимизация затрат на инфраструктуру.
- Повышение качества управленческих решений.

Как итог - повышение качества и эффективности лечения пациентов.

Для обеспечения эффективного использования PACS должен быть соблюден ряд требований.

Во-первых, поддержка больших объемов данных (сотни терабайт и более) и множества одновременных запросов пользователей (десятки тысяч).

Во-вторых, однозначная идентификация пациентов/исследований в рамках сети ЛПУ с учетом индивидуальных схем идентификации в каждом учреждении (амбулаторные или стационарные, бюджетные или коммерческие пациенты и т.п.).

В-третьих, индексация, хранение и обмен разнородными данными между ЛПУ (электронная медицинская карта, результаты лабораторных и диагностических исследований, статистика и т.д.) и интеграция различных систем MIS / RIS / PACS и т.д., что требует поддержки множества протоколов, среди которых DICOM, HL7 и профили IHE [6, 7, 8, 9].

В-четвертых, обеспечение отказоустойчивости и бесперебойной работы системы, веб-доступ к изображениям из любой точки (любое ЛПУ, домашний компьютер), безопасный доступ к данным, разграничение прав пользователей и масштабируемость решения (наращивание функционала, включение в сеть новых рабочих мест или целых ЛПУ). Выполнение перечисленных условий возможно только при непосредственном использовании накопленного международного опыта создания и внедрения информационных систем в медицине [10].

Применение PACS в многопрофильной клинике.

Обычно в качестве пользователей PACS рассматриваются только врачи-рентгенологи и рентгенолаборанты, в первую очередь заинтересованные в наличии централизованного архива диагностических изображений и доступа к нему. Однако, в действительности диагностические изображения востребованы не только врачами-диагностами и не только по месту их получения. Напротив, в соответствии с мировой практикой на один просмотр снимка врачом-диагностом приходится до 40 клинических просмотров (наиболее часто – неврологи, хирурги, оториноларингологи). Полученные в диагностическом центре снимки востребованы как в амбулаторном ЛПУ, направившем на обследование, так и в стационаре, где пациент будет проходить лечение. С учетом

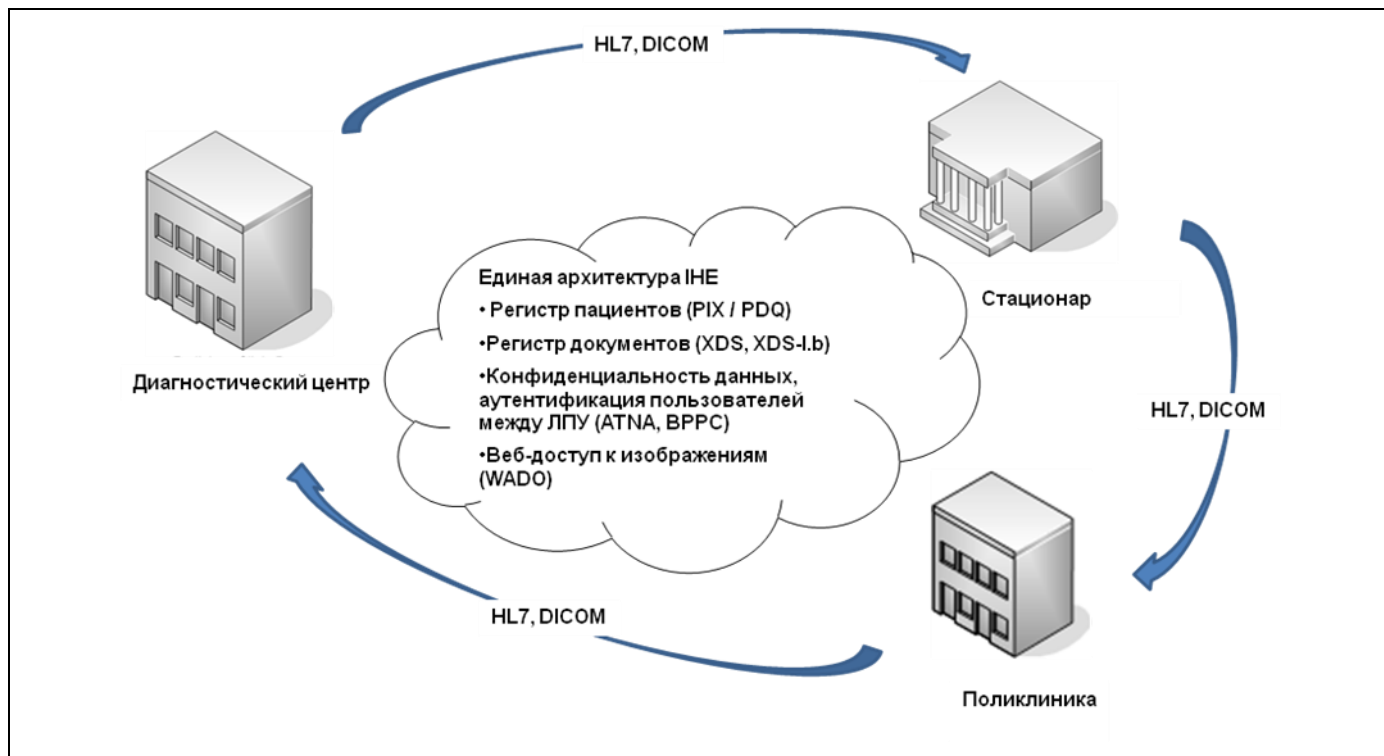


Рис. 1. Схема обмена медицинскими диагностическими данными на основе архитектуры IHE (список сокращений см. выше).

специализации различных ЛПУ, страховых программ, стоимостных критериев, пациент проходит обследования в разных учреждениях даже по одной и той же патологии.

Таким образом, существует необходимость объединения всей информации о пациенте в целях эффективной диагностики. Для этого в рамках сети ЛПУ требуется согласовать правила регистрации и идентификации пациентов, медицинских документов, права доступа к данным, порядок аутентификации пользователей. Нельзя забывать о соблюдении всех аспектов конфиденциальности информации о пациенте.

Важно, что ЛПУ, принимающие участие в обмене медицинскими данными, могут являться совершенно независимыми и функционировать на основе разных информационных систем без центрального архива данных. В таком случае, использование протоколов HL7 и DICOM является необходимым, но недостаточным для эффективного информационного обмена. Требуется систематизировать порядок применения этих протоколов, сформировать единые перечни (регистры) пациентов, документов, пользователей, четко определить участников обмена. Это возможно на основе архитектуры IHE (Integrating the Healthcare Enterprise), которая обеспечивает транслирование информации из одной системы в другую по согласованным правилам. Например, наряду с локальными индексами пациентов, используемыми в отдельных ЛПУ, формируется единый для всей сети глобальный идентификатор пациента. На осно-

ве профиля PIX происходит управление всеми идентификаторами пациента. Аналогичным образом происходит транслирование локальных данных других типов (документы и изображения, данные персонала, права пользователей и т.д.). При этом нет необходимости создавать единые хранилища документов и изображений – их можно запрашивать из локальных архивов посредством профиля XDS-I.b и единого регистра документов. Врач любой специальности может получить быстрый доступ к изображениям пациента через штатный браузер по протоколу WADO. Для работы в рамках такой архитектуры и центральная, и локальные PACS-системы должны иметь встроенные модули интеграции IHE [11, 12].

После установки PACS в Центральной клинической больнице с обеспечением доступа к архиву с 50 рабочих мест, в клинических отделениях количество ежемесячных запросов уже через 1 месяц превысило 100 тысяч.

Кроме того, диагностические изображения должны быть доступны в операционных, в том числе для их использования в системах хирургической навигации и планирования вмешательств (например, для подбора импланта для сустава, предимплантационной разметки альвеолярных отростков челюстей, планирования доступа к опухоли головного мозга и т.п.) [13]. Огромное значение имеет моментальная доступность диагностических изображений в палатах реанимации и интенсивной терапии сразу после выполнения исследования. Для хране-

ния в электронном виде имеющихся аналоговых изображений могут использоваться оцифровщики. Изображения, полученные с использованием других нелучевых диагностических модальностей, также могут храниться в системе PACS после их преобразования в DICOM-формат с помощью устройств дайкомайзеров. Выдача результатов исследований пациентам может осуществляться в цифровом виде на компакт-дисках CD или DVD, которые записываются и маркируются в сетевых централизованно-установленных записывающих устройствах-роботах. После установки PACS АПУ может перейти на полностью цифровые технологии работы с диагностическими изображениями [14], что позволит снизить затраты на пленку, обеспечить быстрый доступ ко всем изображениям пациента и существенно расширить диагностические и лечебные возможности клиники.

Нельзя забывать и о том, что полный цикл диагностики включает регистрацию пациента, направление на обследование, получение цифрового изображения и его анализ, а также написание заключения. Это подразумевает внедрение одновременно как PACS, так и радиологической информационной системы. Комплексное внедрение PACS позволяет существенно повысить производительность службы лучевой диагностики, в первую очередь за счет снижения затрат времени на подготовку протоколов исследований (в среднем на 25%) и повышения количества консультаций на 1 врача-рентгенолога (в среднем на 20%) [15]. В целом же, внедрение единого решения PACS/RIS позволяет сократить затраты на весь рабочий процесс на 21-80% [16].

По данным, приведенным в исследовании Reiner и Siegel, использование бесплечных технологий на основе PACS позволяет экономить от 31 до 58% времени и проведении обследования (для разных типов обследований), а также на 56% снижать количество ошибок при передаче данных от диагностического аппарата в архив [17].

Внедрение PACS ведет также к существенному увеличению производительности цифрового оборудования, которое может составлять от 23 % для аппаратов CR до 102% для компьютерных томографов [18, 19].

Рабочие станции в составе PACS.

Важнейшей частью проектов PACS являются специализированные рабочие станции врачей-диагностов, оснащенные диагностическими мониторами высокого разрешения (от двух до пяти миллионов точек и выше). Такие мониторы могут быть как монохромными (для общей рентгенологии и маммографии), так и цветными (для ядерной медицины и трехмерной реконструкции). Принято считать, что ос-

новное отличие подобных мониторов от обычных заключается в повышенном разрешении. Однако даже обычные мониторы уже способны предоставлять разрешение в несколько мегапикселей. Тем не менее, их использование не рекомендовано для диагностики. Наиболее важно, что специализированные мониторы поддерживают необходимые уровни яркости и контрастности, имеют функции калибровки в соответствии с нормами раздела 14 протокола DICOM 3.0 [20], отображают больше оттенков серого цвета при более гладком переходе между тонами, обеспечивают высокую стабильность характеристик монитора в течение длительного периода времени и обладают другими параметрами, необходимыми для использования в области медицинской диагностики.

Некоторые модели мониторов способны производить автоматическую калибровку отдельных участков экрана в зависимости от типа отображаемого на них снимка - монохромного или цветного. Использование специализированных мониторов обеспечивает максимальное качество изображения и его воспроизводимость в разное время и на разных мониторах, что играет ключевую роль в диагностике. Профессиональная рабочая станция врача-диагноста обычно включает два специализированных монитора для снимков и один обычный для текстовой информации. Это позволяет производить сравнение изображений в разных проекциях и плоскостях, полученных в разное время и на разных аппаратах, что имеет огромное значение для оценки эффективности лечения множества заболеваний, прежде всего онкологических.

Большое значение в диагностике имеют не только инструменты для обработки собственно снимков (например, аннотации, экранная лупа, коррекция яркости и контрастности и т.д.), но и для организации и автоматизации рабочего процесса врача, позволяющие оптимизировать временные затраты. Это достигается, в частности, за счет так называемых протоколов чтения, определяющих пользовательские настройки стандартной раскладки изображений на экране монитора в зависимости от типа исследования, автоматического вызова из архива предшествующих снимков для сравнения, а также последовательности шагов работы с изображениями, переход между которыми осуществляется простым нажатием одной клавиши.

Общий функционал такого рода определен в рамках протокола DICOM в качестве так называемых Презентационных состояний (Presentation State). Они содержат информацию о том, как должен отображаться на экране данный снимок: о яркости и контрастности, масштабе, значениях смещения изображения на

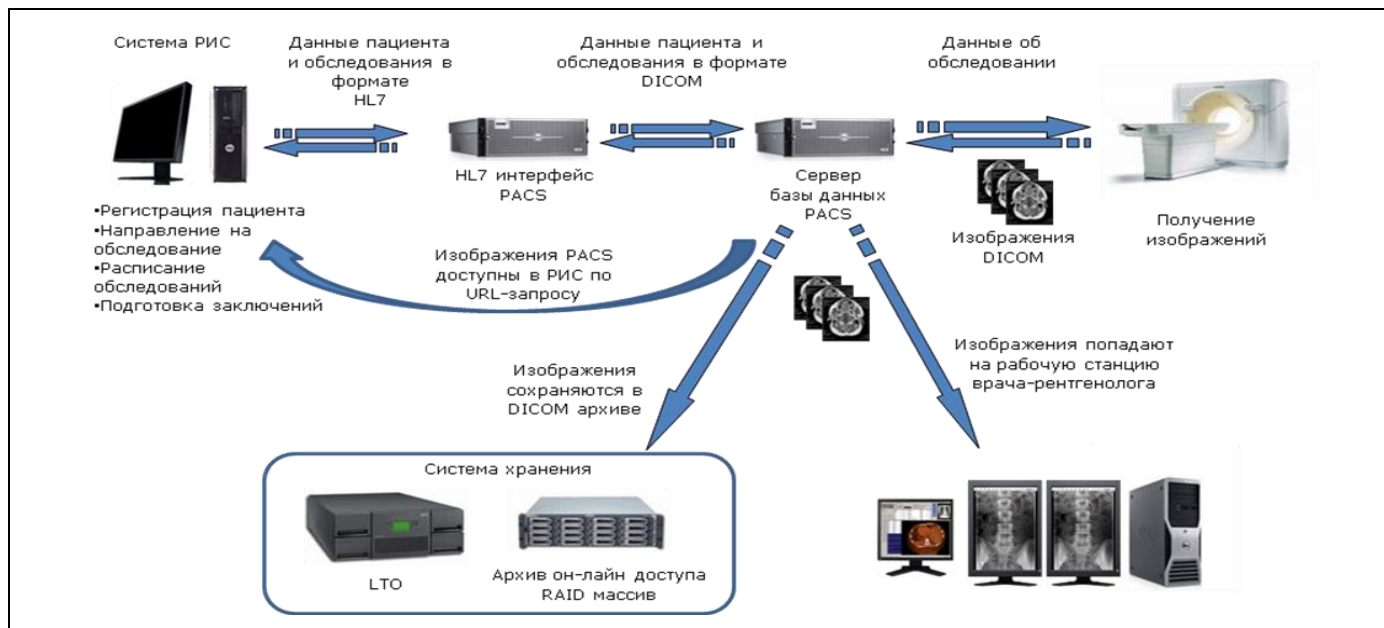


Рис. 2. Общая схема интеграции систем PACS и RIS.

экране, угле его поворота и других параметрах [21, 22].

Удаленный доступ к диагностическим изображениям.

На сегодняшний день технологии телемедицины и телерадиологии имеют в своей основе протокол WADO (Web Access to Dicom Persistent Objects), позволяющий обмениваться DICOM-объектами через протокол HTTP/HTTPS и просматривать их в любом интернет-браузере. Ряд разработчиков PACS предлагают решения, которые обеспечивают защищенный доступ к диагностическим изображениям с мобильных устройств на базе операционных систем Apple iOS и Android, предлагая мощные инструменты для 2D- и 3D-диагностики, а также для совместной работы врачей с одним изображением в рамках телемедицинской консультации.

Помимо хранения и обработки двумерных изображений, PACS позволяют интегрировать внешние модули для экспертного анализа данных. Наиболее распространенными среди них являются системы трехмерной реконструкции. Практически каждый современный диагностический аппарат (КТ, МРТ, ПЭТ и УЗИ), оснащен рабочей станцией с возможностями 3D-реконструкции. Однако подобные функции все чаще востребованы не только на отдельных рабочих местах при конкретном аппарате. Возникает необходимость комплексной диагностики с возможностью сравнения данных, получаемых на разных аппаратах. Результаты 3D-диагностики используются хирургами в ходе подготовки и планирования операций, а также онкологами и неврологами для уточнения диагноза. Чтобы врачи имели возможность производить 3D-моделирование на своих рабочих местах, системы должны иметь архитектуру «кли-

ент-сервер» с возможностью подключения всех диагностических аппаратов, что целесообразно делать посредством интеграции с единым PACS-архивом. Предпочтительной является также такая схема обработки, при которой все расчеты производятся на сервере, сводя к минимуму требования к отдельным рабочим станциям и позволяя многим специалистам одновременно работать с системой (диагностические рабочие станции серверного типа).

Системы трехмерной реконструкции дают возможность не только строить трехмерные модели на основе данных КТ, МРТ, ПЭТ, ОФЭКТ, но и проводить экспертную обработку с определением количественных параметров. В частности, существуют возможности анализа сосудистых структур (например, измерение степени стеноза и расчет кальциевого индекса), количества и распределения жировой ткани, слияния изображений от разных модальностей, выделения отдельных органов и тканей, использования виртуального скальпеля. Трехмерные модели обладают высокой степенью наглядности, однако нельзя забывать, что они формируются в результате применения математических алгоритмов, являющихся уникальными технологиями и разработками (ноу-хау) производителей программного обеспечения. При использовании 3D-моделирования необходимо быть уверенным, что данная система сертифицирована и прошла испытания в ведущих мировых центрах, а получаемые на ее основе результаты достоверны и воспроизводимы.

Проблемы внедрения PACS.

Серьезным препятствием на пути внедрения PACS, объединяющих множество лечебных учреждений, является неразвитость сетевой инфраструктуры. Цифровые диагностические

изображения имеют значительный объем: серия изображений, полученных при одном исследовании на многосрезовом компьютерном томографе занимает от 300 до 1500 МБ, одно маммографическое исследование, включающее в среднем до 6 снимков, занимает около 120 МБ, а стандартная серия из трех цифровых рентгеновских снимков – до 50 МБ. Поэтому для их быстрой передачи необходимо обеспечить наличие компьютерной сети с высокой скоростью передачи данных. При внедрении PACS общим требованием к скорости передачи данных в рамках внутрибольничной радиологической сети является 100 Мбит/сек, а для обмена данными между АПУ – 2 Мбит/сек и более. В случае организации единого архива на базе центра обработки данных (ЦОД) наиболее целесообразно подключение АПУ к ЦОД по волоконно-оптическим линиям связи, хотя существующие технологии позволяют организовать эффективный обмен данными и при узкой полосе пропускания сети.

Однако многие АПУ объединены каналами передачи данных с крайне низкой пропускной способностью (512 Кбит и меньше), часто отделения в составе АПУ имеют собственные сети, не связанные друг с другом. Можно предположить, что в ближайшем будущем эта проблема сохранит свою остроту, хотя очевидно, что наметились положительные изменения в этой области. С учетом вышесказанного следует предусмотреть не только расширение каналов связи, но и использование эффективных инструментов передачи диагностических данных. Например, предварительную загрузку снимков на рабочую станцию врача (prefetching), а также сжатие диагностических изображений с помощью специальных алгоритмов вейвлет-преобразования, гарантирующих минимальные потери информации. Подобные алгоритмы обеспечивают многократное (до 30 раз) сжатие изображений практически без потери качества (non-lossy), тогда как обычные алгоритмы не допускают коэффициентов более 4:1 с сохранением исходного качества [23].

Стандарт DICOM определяет три основных типа сжатия диагностических изображений. Наиболее часто используемыми типами сжатия в рамках Transfer Syntax являются следующие: без сжатия (Uncompressed), сжатие без потерь (Lossless Compressed), сжатие с потерями (Lossy Compressed) [24].

Используемые в форматах Jpeg и Jpeg2000 (используются в DICOM) коэффициенты сжатия могут достигать 200:1 [25, 26].

Целый ряд научных исследований показал, что использование специальных алгоритмов сжатия допустимо в медицинской диагностике. Ассоциация радиологов Канады выработала рекомендации относительно коэффициентов сжа-

тия для различных типов диагностических исследований с использованием Jpeg и Jpeg2000 в рамках протокола DICOM. Так для снимков туловища стандарт определяет сжатие в 30 раз [27].

Доказано, что даже при высоких коэффициентах сжатия (от 20 до 80:1) возможно сохранение качества изображения [28, 29, 30].

Королевский колледж радиологов [19] рекомендует использование алгоритмов сжатия в целях снижения затрат на хранение данных. По данным RCR использование высоких коэффициентов существенно снижает объем хранимой информации практически без потери клинической ценности данных. При этом системы PACS разных производителей предлагают такие коэффициенты сжатия, как 10:1, 30:1 или 80:1 [31]. Множество PACS разных производителей, в том числе среди представленных на российском рынке, используют одновременно несколько типов сжатия, что указано в их протоколах соответствия DICOM.

Также применяются специализированные алгоритмы для усиления резкости изображений, снижения уровня шума. В США управление по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными препаратами [23] осуществляет контроль за использованием подобных видов преобразования.

Для управления хранением и обработкой диагностических изображений вместо полноценных PACS во многих лечебных учреждениях России до сих пор используются системы уровня рабочих станций. Такие системы могут обладать широким функционалом для обработки диагностических изображений, однако они не имеют инструментов управления базой данных пациентов свыше нескольких сотен единиц и архивом более нескольких сотен гигабайт (обычный жесткий диск). Данные одного и того же пациента оказываются распределенными по нескольким записям, усложняя их идентификацию. Отсутствует веб-интерфейс, что делает невозможной одновременную работу с системой многих пользователей. Возникает необходимость регулярного неавтоматизированного резервного копирования и архивирования данных на оптические носители (CD или DVD-диски) в ручном режиме, что затрудняет поиск и воспроизведение данных, приводит к их потере. Более того, часто применяются небольшие программы просмотра диагностических изображений, не обладающие даже базовыми инструментами их обработки. Используемые в таких программах алгоритмы преобразования изображений во многих случаях не позволяют гарантировать сохранение диагностической ценности снимков. Наконец, по данным, приведенным в Концепции создания единой государственной информационной системы (ЕГИС)

в сфере здравоохранения, в среднем по России на 10,6 работников государственных и муниципальных учреждений здравоохранения приходится один компьютер. Кроме того, наблюдается дефицит квалифицированных кадров (врачей, рентгенолаборантов, инженеров, программистов, IT-специалистов) для работы с современным диагностическим оборудованием и медицинскими информационными системами (концепция информатизации). Таким образом, развитие PACS нельзя рассматривать отдельно от общей информатизации здравоохранения, однако именно с лучевой диагностики в большинстве ЛПУ начинается масштабное внедрение информационных систем.

Заключение.

В России информатизация здравоохранения находится в стадии активного развития, тогда как в большинстве стран Европы, США, Канаде, Японии этот процесс вышел на уровень насыщения. Большинство клиентов многие годы пользуются медицинскими информационными системами (в частности, PACS), приобрели огромный опыт и имеют возможность четко формулировать собственные потребности. В связи с этим, один раз в 3-5 лет происходит либо существенная модернизация имеющихся систем, либо их замена на новые.

В российских же ЛПУ четких требований к PACS пока не сформировано ни на уровне ЛПУ, ни на уровне региональных и федеральных органов управления здравоохранением. В виду отсутствия регламентированных требований каждому клиенту приходится формировать их самостоятельно на основании собственного опыта, который, чаще всего, достаточно ограничен. В результате могут быть упущены существенные факторы. Например, возможность интеграции с другими системами или цифровым оборудованием с помощью стандартных интерфейсов типа HL7 и DICOM. В частности, даже при наличии цифрового оборудования, поддерживающего DICOM, требуется убедиться в том, что в комплект поставки входили, как минимум, лицензии DICOM Store SCU и Modality Worklist SCU, необходимые для обмена данными между PACS и RIS (в частности для передачи данных о пациенте непосредственно на консоль томографа из ГИС/РИС). В процессе постановки задачи редко учитываются критерии отказоустойчивости, надежности и производительности программного обеспечения и оборудования, защиты данных, наличие службы поддержки у поставщика. Однако, совместными усилиями заинтересованных в IT-технологиях врачей и представителей компаний-производителей в последнее время наметились тенденции позитивного изменения ситуации.

Сегодня основными условиями и требова-

ниями успешного внедрения PACS-систем являются:

- Достаточная скорость и безопасность сетевых соединений.
 - Достаточная обеспеченность пользователей персональными компьютерами и рабочими станциями.
 - Наличие основного и резервного хранилища изображений достаточного объема (хранение изображений в течение минимум 10 лет).
 - Установка мониторов диагностического качества для работы рентгенологов в минимальной конфигурации 2+1 (2 монитора для просмотра изображений и 1 – для работы с RIS).
 - Централизованная установка роботов записи дисков и принтеров «твердых» копий изображений с сетевым доступом.
 - Возможность удаленного доступа к базе диагностических изображений.
 - Предоставление врачам-клиницистам широкого доступа к диагностическим изображениям.
 - Наличие специализированных программных средств просмотра и анализа изображений.
 - Соблюдение международных стандартов передачи изображений и электронного документооборота.
 - Интеграция с RIS и HIS.
 - Единый принцип идентификации пациентов (оптимум – централизованный регистр).
 - Возможность ведения расписания исследований с прямой записью пациентов на диагностические аппараты.
- При выборе PACS целесообразно ориентироваться на следующие критерии сравнения:
1. Hardware-независимость - возможность установки программных приложений на рабочие станции различных производителей.
 2. Все программное обеспечение от одного производителя (независимость от сторонних разработчиков).
 3. Модульная структура PACS.
 4. Удаленный технический мониторинг в режиме 24x7x365.
 5. Неограниченное подключение новых модальностей.
 6. Возможность гибкой настройки и масштабирования.
 7. Запись исследований в долгосрочный архив в режиме online.
 8. Двухнаправленная интеграция с рабочими станциями производителей диагностического оборудования.
 9. Наличие функций слияния изображений (например, ПЭТ-КТ).
 10. Возможность отправки изображений пациентам.
 11. Всплывающие напоминания удаленным пользователям о наличии «непрочитанного»

исследования.

12. Возможность прикрепления фалов и заметок к исследованиям.

13. Наличие атрибутов исследования (например, флаг неп прочитанного исследования).

14. Возможность просмотра изображений с перекрестными ссылками (указатели положения срезов).

15. Возможность создания серии ключевых изображений в исследовании.

16. Высокая скорость просмотра серий с большим количеством изображений (более 1000).

17. «Горячие» клавиши для быстрого вызова часто используемых функций.

18. Возможность печати изображений на DICOM-совместимых и обычных принтерах.

19. Автоматическая запись дисков на CD-

роботе.

20. Идентичные программы просмотра для рентгенологов, клиницистов (в т.ч. на CD).

Системы архивирования и передачи медицинских диагностических изображений широко используются как непосредственно для диагностики, так и в полном цикле лечения пациентов. Они позволяют эффективно формировать единую диагностическую историю пациента вне зависимости от того, в какой период времени, в каком ЛПУ и на каком диагностическом аппарате получены данные. Как врачи-диагносты, так и врачи-клиницисты получают возможность анализа максимально полной информации о пациенте. Таким образом, PACS оказываются необходимыми и востребованными во всех областях медицины – как в рамках одной клиники, так и в целых сетях лечебных учреждений уровня региона или страны.

Список литературы:

1. Минздравсоцразвития РФ. Концепция создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения. Приложение к приказу Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 28 апреля 2011 № 364. <http://www.rosminzdrav.ru/docs/mzsr/informatics/27>
2. Минздравсоцразвития РФ. Методические рекомендации по составу создаваемых в 2011-2012 годах в рамках реализации региональных программ модернизации здравоохранения прикладных компонентов регионального уровня единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения, а также функциональные требования к ним. <http://www.rosminzdrav.ru/docs/mzsr/informatics/40>
3. Flanagan PT et al. Using the Internet for image transfer in a regional trauma network: effect on CT repeat rate, cost, and radiation exposure. *J Am Coll Radiol.* 2012 Sep;9(9):648-56.
4. The DICOM Standard. <http://medical.nema.org/standard.html>
5. Boochever SS. HIS/RIS/PACS Integration: Getting to the Golden Standard. <http://www.ihsconsult.com/pdf/IHSArticle2.pdf>
6. IHE IT infrastructure white paper. Health Information Exchange: enabling document sharing using IHEprofiles. January 2012
7. IHE.Net. <http://www.ihe.net/>
8. Wiki.IHE.Net. http://wiki.ihe.net/index.php?title=Main_Page
9. HL7.org. <http://www.hl7.org/>
10. Sutton LN. PACS and diagnostic imaging service delivery – a UK perspective. *Eur J Radiol.* 2011 May;78(2):243-9.
11. Siegel EL, Channin DS. Integrating the Healthcare Enterprise: A Primer. *RadioGraphics* 2001; 21. http://www.providersedge.com/ehdocs/ehr_articles/integrating_the_healthcare_enterprise-a_primer.pdf
12. Masi M, Meoni M. Using Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) profiles for an healthcare DataGRID based on AliEn. <http://mmeoni.home.cern.ch/mmeoni/fellow/docs/emmit08/abstract.pdf>
13. Shergill I, Mohammed A. Teleradiology: 21st century communication in surgery. *Br J Hosp Med (Lond).* 2011

May;72(5):271-4.

14. Langer SG, Ramthun S, Bender C. Introduction to digital medical image management: departmental concerns. *AJR Am J Roentgenol.* 2012 Apr;198(4):746-53.

15. Mackinnon AD et al. Picture archiving and communication systems lead to sustained improvements in reporting times and productivity: results of a 5-year audit. *Clin Radiol.* 2008 Jul;63(7):796-804.

16. Imhof H et al. Change in process management by implementing RIS, PACS and flat-panel detectors. *Radiologe.* 2002 May;42(5):344-50.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12132121>

17. Reiner BI, Siegel EL. Technologists' Productivity When Using PACS: Comparison of Film-Based Versus Filmless Radiography. *AJR* 2002 July;179(1):33-37

18. Broumandi DD, Haberman BD, Trambert MA. Increase in radiologist productivity with utilization of PACS: a five-year filmless experience.

<http://www.dominator.com/assets/005/5411.pdf>

19. The Royal College of Radiologists. Guidelines and standards for implementation of new PACS/RIS solution in the UK. [http://www.rcr.ac.uk/docs/radiology/pdf/BFCR\(11\)4_PACS.pdf](http://www.rcr.ac.uk/docs/radiology/pdf/BFCR(11)4_PACS.pdf)

20. NEMA. http://medical.nema.org/dicom/2003/03_14PU.PDF

21. Medical connections. Presentation states. http://www.medicalconnections.co.uk/kb/Presentation_states

22. Medical connections. Transfer Syntax. http://www.medicalconnections.co.uk/kb/Transfer_Syntax

23. FDA. http://www.fda.gov/ohrms/dockets/ac/04/briefing/4030b1_05_Medical%252520Device.pdf

24. Pianykh OS. Digital imaging communication in medicine (DICOM), Springer 2008

25. Dae-Hong K et al. Comparison and evaluation of Jpeg and Jpeg2000, <http://www.amosystems.ru/system/465.ahtm>,

26. Ridley EL. FFDM (full-field digital mammography) images can be safely compressed at high ratios. *AuntMinnie.* November 7,

2011 http://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=road&sub=pac_2011&pag=dis&itemId=97005

27. Canadian Association of Radiologists. CAR standards for irreversible compression in Digital Diagnostic Imaging within Radiology. June 2011.

http://www.car.ca/uploads/standards%20guidelines/201106_EN_Standard_Lossy_Compression.pdf

28. Sung MM. Clinical evaluation of JPEG2000 compression algorithm for digital mammography. *ieeexplore.ieee.org* Aug 7th 2000.

http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1008594

29. Wiggins III RH. Image File Formats: Past, Present, and Fu-

ture

<http://www.medphysics.wisc.edu/~fains/html/Lectures/Filetypes.pdf>

30. Wu D. Perceptually Lossless Medical Image Coding. *IEEE transactions on medical imaging*, VOL. 25, NO. 3, March 2006.

<http://researchbank.rmit.edu.au/eserv/rmit%3A807/n2006001749.pdf>

31. Picture archiving and communication systems, chart smart.

[http://imaging-radiation-](http://imaging-radiation-oncology.advancweb.com/sharedresources/advanceforioa/resources/DownloadableResources/AR080104_p60ChartSmartrev.pdf)

[oncolo-](http://imaging-radiation-oncology.advancweb.com/sharedresources/advanceforioa/resources/DownloadableResources/AR080104_p60ChartSmartrev.pdf)

[gy.advancweb.com/sharedresources/advanceforioa/resources/DownloadableResources/AR080104_p60ChartSmartrev.pdf](http://imaging-radiation-oncology.advancweb.com/sharedresources/advanceforioa/resources/DownloadableResources/AR080104_p60ChartSmartrev.pdf)