

Бразовский Константин Станиславович, канд. мед. наук, доцент кафедры медицинской и биологической кибернетики Сибирского государственного медицинского университета.

E-mail: bks1@mt-tomsk.ru

Область научных интересов: медицинская визуализация, медицинские информационные системы, высокопроизводительные вычисления в медицине.

Демкин Владимир Петрович, д-р физ.-мат. наук, проректор по информатизации Томского государственного университета.

E-mail: demkin@ido.tsu.ru

Область научных интересов: телекоммуникационные системы, высокопроизводительные вычисления, информационные системы на основе суперкомпьютеров.

Пеккер Яков Семенович, канд. техн. наук, заведующий кафедрой медицинской и биологической кибернетики Сибирского государственного медицинского университета.

E-mail: pekker@ssmu.ru

Область научных интересов: биотехнические системы, медицинская электроника, медицинские информационные системы.

Рязанцева Наталья Владимировна, д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой фундаментальных основ клинической медицины, проректор по стратегическому развитию, инновационной политике и науке Сибирского государственного медицинского университета.

E-mail: nv_ryazan@mail.ru

Область научных интересов: актуальные проблемы молекулярной медицины, инновационные технологии в медицине.

УДК 61:621.397.13+61:621.398+61:681.3

ТЕХНОЛОГИИ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ – ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ РЕСУРСОВ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

К.С. Бразовский, В.П. Демкин*, Я.С. Пеккер,
Н.В. Рязанцева

Сибирский государственный медицинский университет

*Томский государственный университет

E-mail: pekker@ssmu.ru

Рассматриваются вопросы повышения ресурсоэффективности здравоохранения за счет использования современных информационных технологий. Показано, что существует возможность снижения энергозатрат на оказание медицинской помощи путем внедрения телемедицинских технологий, в том числе на основе облачных вычислений.

Ключевые слова:

Ресурсоэффективность здравоохранения, телемедицинские технологии, облачные вычисления

Введение

Здравоохранение как компонент сложной общественной системы сохранения здоровья и профилактики заболеваний является очень энергетически емким звеном, в котором велики как прямые, так и косвенные затраты энергетических и сырьевых ресурсов. Особенно значительны энергозатраты на содержание стационаров лечебных учреждений. В частности, на одну койку в стационаре требуется до 150 литров воды в сутки и не менее 500 кВтч электроэнергии в год. Расходы на отопление, особенно в северных регионах, составляют весьма ощутимую часть бюджета здравоохранения. Косвенные затраты ресурсов связаны с используемыми расходными материалами (как правило, однократного применения) и эксплуатируемым медицинским оборудованием. Неудивительно, что существует обоснованное стремление к повышению ресурсоэффективности здравоохранения. Это может быть достигнуто оптимизацией по нескольким направлениям:

1. Внедрение энергосберегающих технологий;
2. Повышение эффективности эксплуатации сложного медицинского оборудования;
3. Внедрение экономически эффективных стационар-замещающих технологий;
4. Организация оптимального соотношения ресурсных потенциалов амбулаторно-поликлинического звена и стационарной помощи (перераспределение потоков пациентов).

Развитие медицинских информационных технологий позволяет эффективно решать задачи снижения ресурсоемкости за счет реализации стационар-замещающих технологий и перераспределения потоков пациентов между стационарным и амбулаторно-поликлиническим звеном. С точки зрения эффективности использования ресурсов в расчете на одного пациента поликлинические отделения затрачивают в 10–15 раз меньше воды и электричества относительно стационара. Снижение доли пациентов, которым необоснованно оказывается помощь в стационаре, позволит значительно повысить ресурсоэффективность здравоохранения. Один из возможных путей реализации – использование информационных технологий и телемедицины в рамках уже существующей структуры здравоохранения.

Телемедицина. Введение, термины, определения, современное состояние

В настоящее время существует большое количество определений понятия «телемедицина». По мнению зарубежных коллег из американской ассоциации телемедицины «предмет телемедицины заключается в передаче медицинской информации между отдаленными друг от друга пунктами, где находятся пациенты, врачи, другие провайдеры медицинской помощи, между отдельными медицинскими учреждениями. Телемедицина подразумевает использование телекоммуникаций для связи медицинских специалистов с клиниками, больницами, врачами, оказывающими первичную помощь, пациентами, находящимися на расстоянии, с целью диагностики, лечения, консультации и непрерывного обучения» [1].

Мы считаем, что телемедицина является не самостоятельной отраслью медицины и медицинской науки, а представляет собой технологию оказания медицинских услуг с использованием достижений в области телекоммуникаций. Такая трактовка термина позволяет точнее акцентировать место и роль данной технологии в системе здравоохранения и развивать ее, используя имеющийся опыт внедрения новых медицинских технологий. Кроме того, данное определение в некоторой степени облегчает создание нормативно-правовой базы, поскольку могут быть использованы решения, аналогичные уже имеющимся. Данное определение очень близко к определению, которое дает Всемирная организация здравоохранения «... метод предоставления услуг по медицинскому обслуживанию там, где расстояние является критическим фактором. Причем, предоставление услуг осуществляется представителями всех медицинских специальностей с использованием информационно-коммуникационных технологий после получения информации, необходимой для диагностики, лечения и профилактики заболевания» [2].

В термин «телемедицина» мы вкладываем понятие комплекса медицинских информационных технологий, обеспечивающих решение задач практического здравоохранения на основе телекоммуникационного взаимодействия в рамках единой системы оказания медицинской помощи населению.

В настоящее время в Российской Федерации существует множество лечебных учреждений, оказывающих медицинские услуги с использованием телекоммуникационных технологий. Наиболее крупные из них [3]:

- Кардиологический Научно-Производственный Комплекс Минздрава России;
- Онкологический Научный Центр им. М.Н. Блохина РАМН;
- Гематологический Научный Центр РАМН;
- Научно-исследовательский Институт Трансплантологии и Искусственных Органов Минздрава России;
- Научный Центра акушерства, гинекологии и перинатологии РАМН;
- Центральный Научно-исследовательского Института Травматологии и Ортопедии им. Н.Н. Приорова Минздрава России;
- Институт Хирургии им. А.В. Вишневского РАМН;
- Медицинский Центр Управления делами Президента Российской Федерации;
- Московская Медицинская Академия им. И.М. Сеченова Минздрава России;
- Российский Государственный Медицинский Университет Минздрава России;

- Московский Медицинский Стоматологический Институт;
- Российская Медицинская Академия Последипломного образования Минздрава России;
- Научно-исследовательский Институт Пульмонологии Минздрава России,
- Международный Фонд развития нейрохирургии и нейрореабилитации (НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко РАМН);
- РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Елизарова;

Цель развития телемедицины – оптимизация использования ресурсов здравоохранения, увеличение эффективности управления подразделениями и улучшение взаимодействия между лечебными учреждениями за счет создания единого информационного поля на основе современных технологий телекоммуникации и, в конечном итоге, улучшение качества медицинского обслуживания и здоровья населения.

Территориальные особенности Российской Федерации таковы, что эффективная организация оказания качественной медицинской помощи на всей территории, включая самые удаленные регионы, возможна лишь при условии обеспечения оперативной связи между лечебными учреждениями. Существовавшая ранее система «эшелонированной медицинской помощи», когда обеспечивалось оперативное перемещение пациентов, в зависимости от требуемой сложности лечебной процедуры, от фельдшерского пункта до специализированной клиники, в настоящее время практически неработоспособна из-за чрезвычайно высоких транспортных расходов, а также отсутствия единой информационно-диагностической системы, с помощью которой можно было бы оценить состояние конкретного больного и определить необходимость госпитализации и профиль стационара. Таким образом, одна из задач, решаемых при помощи технологии телемедицины – это организация своевременного консультирования специалистами стационаров коллег в удаленных регионах для определения правильной стратегии и тактики лечебных мероприятий.

Правовая возможность использования технологий телемедицины в здравоохранении регламентируется приказом Министерства здравоохранения РФ № 344/76 от 27.08.2001 г. «Об утверждении концепции развития телемедицинских технологий в Российской Федерации и планы и ее реализации».

Вторая задача – это создание единой информационной среды для качественного управления лечебными учреждениями: проведение дистанционных совещаний в режиме телеконференции, оперативное распространение распоряжений и приказов, контроль за исполнением решений, единая система учета кадров и материально-технических ресурсов.

Проблемы здравоохранения, которые решаются при помощи телемедицины

1. Оказание квалифицированных медицинских консультативных услуг.
2. Увеличение доступности квалифицированной медицинской помощи для населения.
3. Повышение эффективности использования бюджетных средств за счет снижения затрат на проведение дублирующих очных диагностических процедур и перераспределения средств на дорогостоящие и трудоемкие лечебно-диагностические манипуляции для тех людей, которые действительно в этом нуждаются.
4. Снижение коммунальных затрат за счет внедрения экономически эффективных стационар-замещающих технологий и организация оптимального соотношения ресурсных потенциалов амбулаторно-поликлинического звена и стационарной помощи.
5. Снижение транспортных расходов за счет оптимизации перемещений пациентов службами скорой помощи и санитарной авиации.

Структура информационной среды

Для достижения поставленной цели и решения задач в первую очередь необходима простая и эффективная информационная среда. Эта среда должна быть распределенной, и объединение узлов должно осуществляться наиболее доступными и универсальными способами и

каналами связи. Также целесообразно использовать готовые инфраструктурные решения и не создавать дополнительные вычислительные мощности.

Существенным элементом повышения ресурсоэффективности информационных технологий в здравоохранении является как можно более полное использование вычислительных мощностей. Однако при традиционном подходе и размещении информационной инфраструктуры на базе лечебного учреждения эффективность использования вычислителей крайне низка. Наши исследования показывают, что средняя загрузка компьютера в лечебном учреждении составляет не более 15...20 %, при этом затраты электроэнергии слабо зависят от интенсивности вычислений. Решение заключается в переносе вычислений из лечебного учреждения в центр обработки данных (ЦОД), который предоставляет вычислительные мощности и хранилище данных. Единственная проблема, которая препятствует широкому внедрению такой технологии, – это необходимость обеспечить безопасность персональных данных пациентов при передаче их по открытым каналам связи. С развитием средств обеспечения безопасности компьютерных сетей эта проблема постепенно решается и «облачные» вычисления становятся более доступными, в том числе и для учреждений здравоохранения.

Такая структура информационного пространства имеет ряд преимуществ:

1. Возможность легкого масштабирования (добавление и удаление рабочих мест и серверов);
2. Возможность использования любых каналов связи: телефонных, радиорелейных, оптоволоконных, спутниковых;
3. Несложная интеграция в уже существующие региональные и федеральные телемедицинские системы;
4. Существенное снижение непрофильных для лечебного учреждения затрат на содержание вычислительной техники и программного обеспечения.

Лечебное учреждение в ЦОД представляется как виртуальная вычислительная машина с набором необходимого программного обеспечения и гарантированными параметрами (количество процессоров, объем оперативной памяти, емкость внешней памяти). Как правило, виртуальная машина выполняет функции сервера, который обрабатывает запросы с рабочих мест пользователей.

По своему функциональному назначению серверы могут быть как общего, так и специализированного назначения. Функции сервера определяются установленным программным обеспечением и могут гибко изменяться в соответствии с текущими задачами телемедицины.

В качестве протокола связи целесообразно выбрать широко распространенный протокол TCP/IP, используемый для передачи информации в локальных и глобальных компьютерных сетях.

Такая организация информационной среды службы телемедицины недорога в создании и обслуживании за счет сосредоточения вычислительных мощностей в специально оборудованном центре обработки данных и переноса всех технических проблем на специалистов. В эту структуру могут быть интегрированы любые уже существующие локальные и корпоративные сети лечебных учреждений без дополнительной реорганизации.

Еще одно преимущество размещения программного обеспечения в ЦОД связано с наличием широкополосных телекоммуникационных каналов, что позволяет гарантировать высокую скорость передачи медицинских данных и слабую зависимость пропускной способности от количества пользователей.

Для обеспечения конфиденциальности передаваемой по открытым каналам медицинской информации предлагается использовать шифрование, которое производится программным и аппаратным обеспечением на рабочем месте медицинского работника. Вся конфиденциальная информация в единой информационной среде телемедицины хранится и передается только в зашифрованном виде, единственная точка, где информация расшифровывается – рабочее место медработника.

В качестве форматов обмена медицинской информацией целесообразно выбрать один из международных стандартов (DICOM, HL7) и универсальные широко распространенные форматы для передачи документов (электронные таблицы, тексты, базы данных).

Таким образом, предлагаемая структура сети позволит экономически эффективно и в короткий срок создать информационную среду телемедицины любого размера с возможностью масштабирования без ущерба для функционирования всей службы. Кроме того, предлагаемое решение позволит существенно повысить ресурсоэффективность как службы телемедицины, так и здравоохранения в целом.

Службы, входящие в систему телемедицины

В соответствии с решаемыми задачами необходимо несколько служб, обеспечивающих нормальное функционирование телемедицины. Каждая служба должна располагать кадровыми, информационными и материально-техническими ресурсами для выполнения своей функции.

1. *Консультативная служба.* Территориально располагается в стационаре.

- Кадровые ресурсы – медицинские работники стационара, имеющие необходимую квалификацию и навыки работы в режиме дистанционного консультирования.
- Информационные ресурсы – программы для удаленного просмотра истории болезни, как в электронной форме, так и написанной от руки; возможность проведения осмотра больного в режиме телеконференции с передачей аудио- и видеоинформации; возможность оперативного проведения исследований, доступных на удаленном рабочем месте врача и передача результатов; программы для общения посредством электронной почты и интерактивного диалога с помощью обмена текстовыми сообщениями. Служба должна располагать также базой данных по фармакологическим препаратам и электронными справочниками по заболеваниям с возможностью доступа к ним в режиме реального времени и передачи необходимой информации на удаленное рабочее место.
- Материально-технические ресурсы. Консультативная служба должна иметь собственные специализированные серверы в центре обработки данных. Каналы связи должны обеспечивать при необходимости возможность связи в режиме, близком к режиму реального времени. На сервере должны быть установлены программы для ведения протокола консультации, сохранения и архивирования передаваемых данных, а также электронные справочники и открытые базы данных информационно-справочного характера. Кроме того, необходимо, по крайней мере одно рабочее место консультанта, оснащенное оборудованием и программами для проведения телеконференций, получения и обработки изображений и электрофизиологических сигналов, приема и передачи электронной почты, интерактивных текстовых сообщений, средствами доступа к электронным справочникам и базам данных.
- Служба имеет иерархическую структуру в соответствии с территориальным подчинением лечебных учреждений. При необходимости консультант может обратиться за помощью к коллегам или передать нуждающегося в консультации, любому другому консультанту в пределах единой информационной среды телемедицины.

2. *Служба административного управления.*

- Кадровый состав – администрация медицинских учреждений, входящих в структуру единой информационной среды телемедицины. Территориально располагается в подведомственном медицинском учреждении.
- Информационные ресурсы – программы для учета кадрового состава учреждения, материально-технических ресурсов и финансовых средств, программы бухгалтерского учета и составления отчетов о деятельности подведомственного учреждения, информационно-правовые справочные системы, база данных нормативных актов, база данных поставщиков фармакологических препаратов, медицинской техники и другие.
- Материально-технические ресурсы. В крупных лечебных учреждениях для функционирования этой службы необходимо наличие локальной информационной среды, объединяющей административные подразделения учреждения и специализированного сервера в центре обработки. В небольших лечебных учреждениях для работы службы вполне достаточно нескольких рабочих станций, подключаемых к виртуальной машине в ЦОД.

- Служба имеет иерархическую структуру в соответствии со служебным подчинением в рамках системы здравоохранения.
- 3. *Служба подготовки кадров.*
- Кадровый состав – преподаватели, имеющие необходимую квалификацию для оказания образовательных услуг и навыки работы в системе телемедицины. Территориально располагается в крупных медицинских образовательных учреждениях.
- Информационные ресурсы – методические материалы, необходимые для проведения очных и заочных занятий. Программы для создания мультимедийных лекций и проведения интерактивных семинаров с использованием передачи текстовых сообщений или телеконференций. Научно-медицинские справочники и базы данных литературных источников, полнотекстовые базы данных медицинских статей и описания клинических примеров. Информационные ресурсы для обучения основам консультирования в рамках телемедицины. Банки данных изображений, электрофизиологических и других сигналов, данных лабораторных исследований и т. п.
- Материально-технические ресурсы. Для работы этой службы необходим специализированный сервер, на котором размещаются информационные ресурсы. Особенностью рабочих станций и сервера службы подготовки кадров является отсутствие в их информационных ресурсах реальной информации о пациентах и других конфиденциальных сведений, поэтому внутри образовательной службы информация не зашифровывается. Но рабочие станции должны быть универсальны и выполнять функции любого рабочего места любой из служб единой информационной среды телемедицины. Кроме того, необходимо несколько комплектов оборудования для проведения телеконференций, набор оборудования для проведения различных функциональных исследований и передачи сигналов и изображений.
- Служба подготовки кадров, кроме подготовки медицинских специалистов для работы в структуре телемедицины, осуществляет также подготовку специалистов в области информационных технологий в медицине и здравоохранении.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» научно-исследовательские работы по лоту шифр «2011-1.4-514-111», «Проведение проблемно-ориентированных поисковых исследований в области информационно-телекоммуникационных систем для решения задач Технологической платформы «Биоиндустрия и биоресурсы – BioTech2030», государственный контракт № 07.514.11.4054.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Telemedicine Defined // American Telemedicine Association. 2012. URL: <http://www.americantelemed.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3333> (дата обращения: 20.04.2012).
2. Экстремальная медицина // Центральный медицинский консультативный пункт Арктического антарктического НИИ и Российской антарктической экспедиции. 2003. URL: <http://raemed.aari.ru/extrim/extrim.html> (дата обращения: 20.04.2012).
3. Телемедицинские учреждения России // Учреждение Российской Академии Медицинских Наук Российский Научный Центр хирургии им. академика Б.В. Петровского РАМН. URL: <http://tele.med.ru/spis.htm> (дата обращения: 20.04.2012).

Поступила 23.04.2012 г.