

В.Ю. Тегза¹, О.П. Резункова², А.В. Апчел³,
А.И. Осадчий⁴, Л.З. Гильченко⁴, Е.В. Давыдова⁴

Перспективы использования телекоммуникационной платформы для решения задач телемедицины

¹Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

²Федеральный центр сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова, Санкт-Петербург

³3-й военный госпиталь внутренних войск Министерства внутренних дел, Санкт-Петербург

⁴Санкт-Петербургский филиал «Ленинградское отделение центрального научно-исследовательского института связи», Санкт-Петербург

Резюме. Представлено обоснование концептуальных подходов использования телекоммуникационной платформы для решения задач телемедицины в Российской Федерации. Показано, что современные информационные технологии стали доступны для построения телекоммуникационной платформы в медицинских учреждениях любого профиля. Их внедрение позволит расширить круг пациентов, которые смогут быстро и своевременно получить необходимую высокотехнологичную медицинскую помощь, независимо от мест проживания. Кроме того, это даст возможность практически мгновенно передавать данные объективных исследований как в реальном, так и в «отложенном» режиме времени в профильные медицинские центры. Главное, чтобы все вовлеченные в информационный обмен медицинские учреждения и объекты клинических исследований были включены в единую телекоммуникационную сеть. Правильный выбор архитектуры телекоммуникационной сети должен происходить повсеместно на всем пространстве Российской Федерации. Это приведет не только к рациональному использованию бюджетных средств, но и к улучшению качества медицинской помощи в российской системе здравоохранения.

Ключевые слова: высокотехнологичная медицинская помощь, индивидуальная телемедицина, телекоммуникационная платформа, цифровая передача данных, распределенная обработка данных, архитектура телекоммуникационной сети, медицинские учреждения.

Введение. С появлением новых информационных технологий, позволяющих строить мультисервисные сети связи (МСС) с возможностями надежной передачи различных видов информации: речи, данных, видео, таблиц, графиков и т.п., особую актуальность приобретает телемедицина (ТМ). Она объединяет в себе две предметные области: медицину и телекоммуникации, и в результате такого симбиоза можно говорить о достаточно емком содержании ТМ [2]. Последняя включает в себя такие важные направления деятельности, как:

– проведение мониторинга состояния здоровья городского и сельского населения Российской Федерации (РФ) с передачей результатов мониторинга в медицинские центры для консультаций и выработки рекомендаций по профилактике предупреждения болезней или рациональному способу их лечения;

– оказание целенаправленной медицинской помощи людям, проживающим в отдаленных и труднодоступных районах страны. Очевидно, что население этих районов не имеет возможности выехать в какие-либо региональные медицинские центры, пройти в них диспансеризацию и получить квалифицированную консультацию по поводу состояния сердечно-сосудистой системы, артериального давления, внутренних органов и т.п. Для подобной группы населения использование мето-

дов телемедицины может оказаться единственным доступным и к тому же эффективным способом оценки состояния их здоровья и в необходимых случаях, принятия действенного медицинского вмешательства [4, 5];

– обследование состояния здоровья людей, оказавшихся в экстремальных ситуациях, связанных с природными катаклизмами, например наводнениями или землетрясениями, пожарами, техногенными катастрофами, взрывами объектов, радиоактивными заражениями местности в результате аварий объектов с ядерным топливом (зарядом), террористическими актами, обрушениями зданий и т.д.

Использование в таких условиях телемедицинских технологий дает возможность организовать дистанционные консультации высококвалифицированных врачей из лучших отечественных и зарубежных медицинских центров и тем самым заметно уменьшить число смертельных исходов:

– выполнение клинических исследований людям, осваивающих новые территории государства для осуществления экономической деятельности. Очевидно, что на этих территориях некоторое время будет отсутствовать должная социальная инфраструктура, поэтому ТМ окажется единственным действенным мероприятием, позволяющим оценить состояние здоровья проживающих здесь людей;

– контроль состояния сердечно-сосудистой системы и артериального давления большого числа людей, занимающихся физкультурой и спортом в тренажерных и спортивных залах, манежах и других помещениях [4];

– проведение дистанционным способом всестороннего обучения медицинских работников, проживающих в различных регионах РФ. При этом информация о новых достижениях медицины, фармацевтики может сопровождаться демонстрацией различных видеоматериалов, таблиц, справочно-информационных данных и других эффективных способов обучения, что, в конечном счете, позволит поднять квалификацию обучаемого персонала, а следовательно, и здоровье населения. Помимо дистанционного обучения, средствами ТМ, используя режим видеоконференцсвязи, возможно, организовывать совещания, обмен опытом специалистов, находящихся в одном или разных медицинских центрах, независимо от местоположения последних на карте страны. Главное, чтобы все вовлеченные в информационный обмен медицинские учреждения и объекты клинических исследований были включены в сеть ТМ.

Цель исследования. Обосновать концептуальные подходы к созданию телекоммуникационной сети ТМ в РФ.

Результаты и их обсуждение. Особенности проведения клинических исследований при использовании современных информационных технологий. Известно, что вопросы создания ТМ стали активно возникать в начале 90-х годов XX-го века и изначально предполагали использование достижений телекоммуникационных технологий в здравоохранении [2, 6]. Средства телекоммуникаций позволяют связывать удаленных пациентов с поликлиниками, оказывающими первую помощь, больницами, медицинскими центрами, где преобладают высококвалифицированные специалисты. При этом телекоммуникации играют в основном роль транспорта для передачи результатов электрокардиограмм, рентгеновских снимков, компьютерных томограмм, других данных инструментальных исследований пациентов [1]. Чем разветвлённей будет данная транспортная сеть, выше пропускная способность и надежность каналов связи, меньше время развертывания данной сети, больше защищенность сети от несанкционированного вмешательства, тем качественней будут решаться задачи ТМ.

Другим важным компонентом ТМ является наличие инструментальных медицинских средств, позволяющих не только производить разнообразных клинических исследования, но и способных в реальном и отложенном времени передавать полученные результаты в формате, применяемом в системе телекоммуникаций. Иными словами, в исследовательское медицинское оборудование должны быть интегрированы телекоммуникационные элементы, обеспечивающие передачу клинических исследований по телекоммуникационной сети. В свою очередь,

медицинские работники, принимающие участие в диагностике, лечении, консультациях, должны быть оснащены персональными компьютерами (ноутбуками), имеющими тот же интерфейс подключения к сети ТМ, что и вышеупомянутое медоборудование.

Наличие двух перечисленных компонент является необходимым условием для того, чтобы говорить о создании региональной сети телемедицины (РСТМ).

Вслед за констатацией компонент, необходимых для создания РСТМ, важным становится вопрос о степени корреляции этих компонент. Если предположить, что медицинская наука обладает большими функциональными и технологическими возможностями для диагностики и лечения больных, а функциональные возможности телекоммуникаций ограничены низкой скоростью передачи информации, а отсюда и невозможностью доставки в медучреждения снимков, фотографий, видеозаписей, то польза и эффективность построения такой РСТМ будет минимальной. В противоположной ситуации, при которой телекоммуникационная сеть базируется на новейших информационных технологиях, а функциональность медицинских услуг будет низкой, опять-таки польза для больного окажется ничтожной.

Очевидно, что реально можно говорить о строительстве сети ТМ только в том случае, когда оба основных компонента, каждый в своей предметной области, созданы с учетом современных научных и технических достижений и не существует никаких организационных, административных и финансовых препятствий для объединения этих двух компонент под флагом ТМ.

Для решения задач ТМ принципиально может использоваться любая сеть связи общего пользования (ССОП): ведомственная сеть, альтернативных операторов либо комбинации из этих сетей. Наиболее распространенной в России является принадлежащая открытому акционерному обществу «Связьинвест» сеть ССОП, которая охватывает городские и сельские регионы на всем пространстве РФ. Довольно объемными являются ведомственные сети монополистов-гигантов, таких как Российские железные дороги, Газпром, Транснефть и т.д., но их зона действия, в основном, определяется местами присутствия объектов этих монополий. Наконец, сети альтернативных операторов, как правило, функционируют в мегаполисах, крупных городах, региональных центрах, их доля невелика в общем объеме сетей, однако те из них, которые выполняют роль провайдеров Интернет, замыкают на себя заметную долю междугородного и международного сообщения из-за применения существенно более низких тарифов на предоставление этих услуг связи.

По фактору развития ССОП является практически сетью, использующей информационные технологии последних 10–15 лет XX столетия – коммутацию каналов. Более того, далеко не все автоматические телефонные станции (АТС) ССОП – цифровые, особенно в сельских регионах РФ, ориентировочно их

около 20–30%. АТС относятся к разряду аналоговых координатных станций, установленных десятки лет назад. Известно, что основным цифровым каналом в системах с коммутацией каналов является канал со скоростью передачи 64 Кбит/с, используемый для разговорных сообщений. Максимальная скорость передачи данных по сети с коммутацией каналов ограничивается величиной 56 Кбит/с, а реальная скорость колеблется около 40 Кбит/с. Очевидно, что каналы связи с таким скоростными характеристиками окажутся неэффективными для решения тех задач, которые ставит перед собой ТМ.

В собственности операторов ССОП, кроме огромного числа АТС с коммутацией каналов, находятся также гигантские по охвату территорий транспортные сети. Качественный состав этих транспортных сетей весьма неоднородный. В мегаполисах, крупных промышленных городах, во многих региональных центрах транспортные сети построены с использованием оптического волокна, обладающего очень высокой пропускной способностью. Однако по мере удаления от городов к сельскохозяйственным регионам в транспортной сети начинают преобладать кабельные линии связи, находящиеся в эксплуатации длительное время. При уплотнении этих линий связи цифровыми системами передачи, например ИКМ-30, суммарная скорость передачи потока сообщений на одной линии составит 2048 Кбит/с.

В последнее время в связи с предоставлением населению услуг доступа в Интернет (как правило, по технологии ADSL и со скоростью не ниже 256 Кбит/с, а также обязательным подключением к Интернет каждой школы) операторы начали демонтировать цифровые системы передачи (ИКМ-30) и применять системы передачи с более совершенными методами модуляции сигналов, позволяющими передавать сообщения с суммарной скоростью до 5 Мбит/с. Однако в труднодоступных, отдаленных территориях страны, где проживают немногочисленные группы населения и куда телекоммуникации, как правило, не проложены, для информационного обмена используют спутниковые каналы связи, где пропускная способность составляет не более 64 Кбит/с. Следовательно, основным препятствием для решения задач ТМ с использованием ССОП являются АТС ССОП с их низкой скоростью передачи информации.

Из применяемых технологий развития ССОП для целей телемедицины можно использовать способы ADSL и HDSL (сокращения от англ. *fsymmetric digital subscriber line* – асимметричная цифровая абонентская линия и *high data rate digital subscriber line* – высокоскоростная цифровая абонентская линия) со скоростью передачи данных в восходящем направлении не ниже 512 Кбит/с и с последующим привлечением Интернет-провайдеров для доставки информации в медицинские учреждения. Если в масштабах города внедряются широкополосные системы связи, как например, в Санкт-Петербурге, где ведется строительство пассивных оптических сетей (PON) с

предоставлением каждому абоненту доступа в PON со скоростью до 20 Мбит/с, то сложных проблем с телекоммуникациями для внедрения ТМ быть не может. В сельскохозяйственных регионах, характеризующихся протяженными линиями связи, перед внедрением ТМ необходим анализ транспортной сети на предмет обеспечения требуемой пропускной способности для передачи результатов клинических исследований.

При наличии проблемных участков телекоммуникационной сети в каких-либо регионах РФ с точки зрения мультимедийной передачи неоценимую помощь могут оказать интенсивно развивающиеся в последнее время широкополосные беспроводные устройства доступа по технологиям Wi-Fi (торговая марка для беспроводных сетей, от английского словосочетания *wireless fidelity*, дословно – высокая точность беспроводной передачи данных), WiMAX (от англ. *worldwide interoperability for microwave access* – телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств).

При строительстве сети ТМ на достаточно компактных территориях, особенно если данная территория имеет равнинный характер, целесообразно применять беспроводное оборудование, работающее по технологии Wi-Fi. Данный вид оборудования при сравнительно низкой стоимости обеспечивает мультимедийную передачу. При выборе оборудования Wi-Fi концерна «Созвездие» (г. Воронеж) базовая станция с одной секцией может обеспечить взаимодействие с 40 абонентскими станциями, расположенными не более 20 км от базовой станции. При максимальном расстоянии между базовой и абонентской станциями пропускная способность может достигать 5 Мбит/с. Количество секций на одной базовой станции не превышает четырех. Базовая и абонентские станции имеют стандартные интерфейсы для подключения как к медицинским приборам, так и к телекоммуникационному оборудованию и вследствие этого позволяют передавать мультимедийную информацию от пациента в медицинские учреждения.

Применение широкополосной беспроводной технологии Wi-Fi является оперативным и эффективным способом построения фрагментов сети ТМ в тех случаях, когда соответствующий участок проводной сети обладает низкой пропускной способностью, либо на данном участке вообще отсутствуют какие-либо коммуникации.

В отличие от техники Wi-Fi, оборудование другой широкополосной беспроводной технологии WiMAX может устанавливаться на территориях любых размеров, а потенциальная скорость передачи информации примерно на порядок выше, чем в технологии Wi-Fi. Несомненно, что и стоимость оборудования WiMAX заметно превышает стоимостные показатели оборудования Wi-Fi. Итак, имеется линейка современных программно-аппаратных средств широкополосного беспроводного доступа, каждое из которых следует

оптимально (с точки зрения технико-экономических параметров) использовать для построения сети ТМ.

Рассмотренный выше материал касался, прежде всего, физического уровня создаваемой многоуровневой модели сети. Не менее важную роль при решении задач ТМ играют протоколы, выбираемые на последующих уровнях иерархической модели сети.

Безусловно, что качественное решение задач ТМ будет обеспечиваться при построении телекоммуникационной платформы на основе новейших сетевых технологий. В этом случае упоминаемая платформа будет представлять собой фрагмент мультисервисной сети связи, где на базе единого оборудования осуществляется передача с заданным качеством обслуживания мультимедийных сообщений. Мультисервисная сеть связи строится в соответствии с принципами пакетной коммутации и предоставляет пользователям большое количество услуг, в том числе и те, которые оптимизируют выполнение функций телемедицины [1, 3]. На сегодняшний день технологии построения IP-сети основательно проработаны с научной, нормативной и технической точек зрения и прошли многочисленные апробации на зарубежных и отечественных сетях связи. Практически все специалисты в области сетевых технологий сходятся во мнении, что в обозримом будущем альтернативы принципам пакетной коммутации не существует, и они, развиваясь и совершенствуясь, будут доминировать повсеместно на сетях любого назначения.

Заключение. Предложенный подход построения телекоммуникационной платформы на основе новейших сетевых технологий с использованием

современных информационных возможностей является объективно необходимым этапом на пути строительства национальной сети ТМ. При таком подходе эффективное достижение целей ТМ может происходить повсеместно на всем пространстве РФ. Это приведет не только к рациональному использованию бюджетных средств, но и позволит расширить круг пациентов, которые смогут получить необходимую высокотехнологичную медицинскую помощь, независимо от мест проживания.

Литература

1. Варганич, Е. Сеть множества услуг / Е. Варганич // Сети и телекоммуникации. – 2011. – № 1–2. – С. 12–18.
2. Венедиктов, Д.Д. Современное состояние и перспективы развития телемедицины в России / Д.Д. Венедиктов, Т.И. Стуколова, М.Е. Путин // Экономика здравоохранения. – 2002. – № 3. – С. 19–22.
3. Демидов, Л.Н. Взгляд на создание распределенных баз данных для телекоммуникационных сетей связи. «Информост» / Л.Н. Демидов, А.В. Кравцов, Н.В. Кравцов // Радиоэлектроника и телекоммуникации. – 2008. – № 2. – С. 14–17.
4. Паскарь, Н.А. Динамический контроль за эпидемиологической ситуацией по артериальной гипертонии в Санкт-Петербурге / Н.А. Паскарь // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – Прилож. – 2007. – № 1 (17). – С. 20–22.
5. Паскарь, Н.А. Качество высокотехнологичной медицинской помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях в Санкт-Петербурге / Н.А. Паскарь, Е.Н. Парижская, А.А. Темиров // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – Прилож. – 2009. – № 1 (25) – С. 169–170.
6. Резункова, О.П. Необходимость организации кабинетов телемедицины в центрах здоровья / О.П. Резункова, А.Г. Резунков, Н.А. Паскарь // Мат. 6-й Всеросс. научн.-практ. конф. с межд. участием «Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения». – СПб., 2011. – С. 123–125.

V.Yu. Tegza, O.P. Rezunkova, A.V. Apchel, A.I. Osadchiy, L.Z. Gilchenok, E.V. Davudova

Prospects of use of telecommunication platform for decision of problems of telemedicine

Abstract. The substantiation of the conceptual approaches to telecommunications platform to meet the challenges of telemedicine in the Russian Federation is presented. It is shown that modern information technologies have become available for the construction of telecommunication platform in healthcare facilities of any profile. Their introduction will increase the number of patients who are able to quickly and promptly receive the necessary high-tech medical care, regardless of the place of residence. In addition, it will allow almost instantly transmitting objective research in both the real and the «deferred»-time to relevant medical centers. The main thing is that all those involved in healthcare information exchange and clinical research facilities shall be included in a single telecommunications network. The correct choice of telecommunications network architecture should occur everywhere throughout the Russian Federation. This will lead not only to the management of the budget, but also improve the quality of care in the Russian health care system.

Key words: high-tech medical aid, personal telemedicine, telecommunication platform, digital communication, distributed data processing, telecommunication, network architecture, medical facilities.

Контактный телефон: 8-921-390-18-32; e-mail: ararog@mail.ru