

В.Ю. Тегза¹, О.П. Резункова², А.В. Апчел³,
А.И. Осадчий⁴, Л.З. Гильченко⁴, И.А. Боталова⁴

Поэтапная реализация сети телемедицины в условиях современного города

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. Разработка все более сложных аппаратно-программных функций привела к созданию новых технологий, называемых информационными и ориентированных на применение в различных прикладных областях, в том числе и в медицине. Это дает предпосылки для повсеместного внедрения телемедицины на всем пространстве Российской Федерации. В расширенном понимании телемедицина – это обеспечение обмена медицинскими данными в региональных и глобальных телекоммуникационных сетях для решения всего комплекса вопросов охраны здоровья населения (диагностика, лечение, образование, управление).

Представлена этапность применения современных информационных технологий при создании условий для телемедицины в медицинских учреждениях любого профиля. Установлено, что применение этапности при вводе инновационных технологий в здравоохранение создает оптимальный экономический механизм для обеспечения медицинских учреждений новой техникой и способствует существенному повышению доступности и улучшению качества медицинской помощи населению.

Ключевые слова: телемедицина, информатика, телекоммуникационная платформа, информационные технологии, цифровая передача данных, распределенная обработка данных, медицинские учреждения.

Введение. Ушедший двадцатый век ознаменовался существенно более стремительным развитием и ростом средств телекоммуникаций и информатики (компьютеризации в особенности) по сравнению с развитием средств энергетики и механики. Информационные и телекоммуникационные системы и средства обрели совершенно новые качества: они стали более глобальными, охватывающими всю Землю и околоземное пространство, а потребитель этих средств стал массовым [1]. Разработка все более сложных аппаратно-программных функций привела к созданию новых технологий, называемых информационными и ориентированных на применение в различных прикладных областях, в том числе и в медицине. В медицине с помощью подобных технологий сегодня осуществляют не только диагностику, но и лечение. Сформировано новое междисциплинарное научное направление, известное как телемедицина (ТМ). ТМ – это оказание медицинской помощи больным в любой точке земного шара за счет сочетания телекоммуникационных технологий и медицинского опыта врача, она стоит на трех китах, которыми являются медицина, телекоммуникации и информатика.

Основной задачей ТМ является своевременная и адресная доставка высококвалифицированных медицинских услуг пациенту или пострадавшему в независимости от расстояния, разделяющего его и специализированный медицинский центр. При этом

под адресом пациента понимается не только его традиционный почтовый адрес, телефон или факс, но также электронный почтовый адрес, и, наконец, его точные географические координаты и время, которые могут быть получены благодаря введенным в эксплуатацию глобальным спутниковым радионавигационным системам. Таким образом, пациент, пользующийся услугами ТМ, может находиться в любой точке Земли или околоземного пространства, в любое время суток, при любой погоде.

В современном понимании ТМ (буквально – медицина на расстоянии) обозначает дистанционное оказание консультативных и иных услуг с использованием телекоммуникационных технологий. В расширенном понимании ТМ – это обеспечение обмена медицинскими данными в региональных и глобальных телекоммуникационных сетях для решения всего комплекса вопросов охраны здоровья населения (диагностика, лечение, образование, управление) [4, 5]. При этом в режиме реального времени сегодня передаются: речь, текст, рисунки, схемы, таблицы, статические (фотографии, рентгеновские, ультразвуковые данные, микроскопические исследования мазков крови и пр.) изображения и динамические (эндоскопические, хирургические и др.) видеоизображения.

Таким образом, ТМ – это высококачественная медицинская услуга, оказанная пациенту врачом, находящимся от него на расстоянии (принципиально

не имеет значения на каком именно: большом или малом). Сегодня это расстояние может быть преодолено с помощью сигналов, распространяющихся в акустическом или электромагнитном поле (ЭМП). Причем, ЭМП может существовать либо в искусственной среде (электрические провода, оптоволоконные линии), либо в естественной («эфир»). Появились еще такие важные звенья, сопутствующие непосредственно каналу связи (телефон, радио, телевидение), как передающие и приемные устройства, а также устройства подготовки, преобразования, хранения, обработки и защиты данных, специальные базы данных и знаний и др. [2]. Все это получило дальнейшее и существенное развитие с появлением компьютеров различного назначения. Роль посредника стала самодовлеющей: телекоммуникации и информатика, органически соединяясь с медициной, образуют то, что сегодня именуется ТМ. Причем на данном этапе роль посредника стала несколько однобокой – врачи. Врач меньшей квалификации получает помощь от врача большей квалификации (вышестоящий медицинский центр оказывает помощь периферийному медицинскому учреждению). О том, чтобы реализовать возможность непосредственной передачи медицинской услуги из центра прямо пациенту стали задумываться только в самое последнее время [1, 5].

С течением времени содержание понятия ТМ претерпевало определенную эволюцию. Наиболее распространенная его интерпретация до недавнего времени связывалась с аудиовизуальным (телевизионным) общением между врачом и пациентом (или врачами). Объясняется это тем, что практически все телемедицинские системы, созданные за тридцать последних лет, основывались в основном на применении методов полноформатного телевидения. Качественное изменение в развитии ТМ произошло лишь в самые последние годы, когда на смену аналоговому телевидению пришли цифровые каналы передачи информации, широкое распространение получили глобальные сетевые коммуникации (спутниковые, включая Internet), а использующиеся в сеансах связи телемониторы уступили место мощным мультимедийным компьютерам. По мере внедрения современных цифровых систем также выяснилось, что проведение специализированной консультации в реальном масштабе времени требуется лишь в одном из пяти случаев.

В этой связи поиск адекватных технико-экономических механизмов, позволяющих оптимизировать расходы денежных средств на приобретение, эффективное использование и обеспечение работоспособности телемедицинской техники в медицинских учреждениях, представляется как важная организационно-управленческая задача, решаемая в рамках системы медицинского снабжения.

Цель исследования. Обосновать использование в здравоохранении современных технико-экономических механизмов обеспечения телемеди-

цинской техникой медицинских учреждений.

Результаты и их обсуждение. *Вариант реализации сети ТМ в современных условиях.* Поскольку на сегодняшний день национальной мультисервисной телекоммуникационной сети еще не существует, строительство сети ТМ должно осуществляться фрагментарным способом. Очевидно, что в масштабах России строительство автономной сети ТМ потребовало бы чрезвычайных финансовых инвестиций и с системно-сетевой точки зрения явилось бы неоправданным капиталовложением [3].

Рассмотрим вариант построения сети телемедицины для крупного города, например Санкт-Петербурга, приняв за основу трехзвенный принцип формирования ее структуры. Принцип трехзвенности обусловлен тем обстоятельством, что в Санкт-Петербурге, как и в других городах, оказание врачебной помощи осуществляется по схеме: пациент – районная поликлиника, далее консультационно-диагностический медицинский центр либо больница [5].

Подобным образом медицинские услуги оказывают и жителям сельскохозяйственных районов Российской Федерации (РФ) и работникам ведомств, имеющих в своем составе медицинские учреждения. При этом количество звеньев, тип медицинского учреждения, его профиль, территориальное расположение в пределах рассматриваемой сети ТМ на алгоритм ее создания влияния не оказывают.

Первым звеном трехзвенной структуры является пациент с его нуждами по оказанию медицинской помощи в совокупности с предназначенными для клинических исследований медицинскими приборами. Данные приборы нужно рассматривать как терминалы сети ТМ. Второе звено представляет собой поликлинику, которая может быть сопоставлена в терминологии телекоммуникаций сетевому узлу [5]. Также в виде сетевого узла на телекоммуникационной составляющей сети ТМ должны отображаться различные медицинские центры, больницы разного профиля и другие медицинские организации, профессиональный и технологический потенциал которых превышает поликлинический. В общем виде структура фрагмента сети ТМ для рассматриваемого случая представлена на рисунке 1.

Любой абонент приписан к районной поликлинике, как правило, по месту жительства. Проведение отдельного клинического исследования пациента может происходить в его квартире или в районной поликлинике, или в каком-либо другом месте, но при этом структура фрагмента сети не изменяется, меняется лишь длина линии связи между 1 и 2 звеньями, а сам пациент присутствует в структуре как 1 звено. Для обеспечения защищенности передачи результатов клинических исследований пациента, в районную поликлинику применяют протоколы передачи в IP-сети (Internet protocol – межсетевой протокол). Под IP-сетью подразумевается сеть, позволяющая создавать как небольшие локальные, так и глобаль-

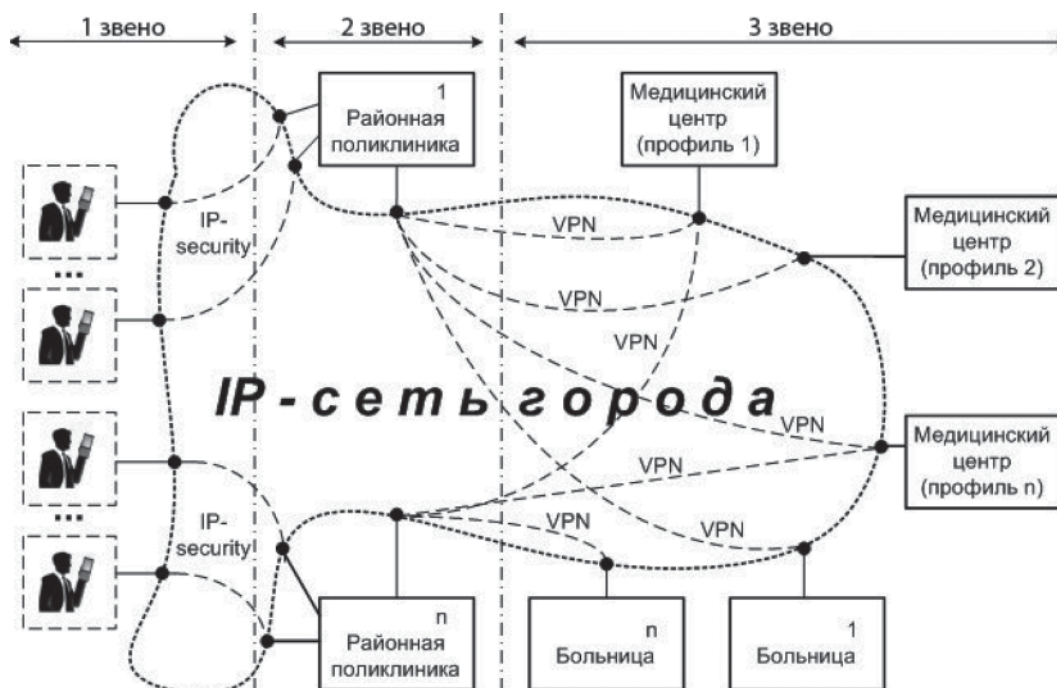


Рис. 1. Фрагмент трехзвенной сети ТМ

ные сети. Частным случаем IP-сети является Internet с шифрованием данных.

Первичная оценка результатов клинических исследований должна производиться в районной поликлинике, где на компьютер врача будут выводиться данные в виде: текстов, рисунков, схем, таблиц, статических (фотографии, рентгеновские, ультразвуковые данные, микроскопические исследования мазков крови и пр.) или динамических (эндоскопические, хирургические и др.) изображений. Если врач, оценивающий клинические исследования, полагает, что необходима дополнительная консультация специалистов, работающих в каких-либо медицинских центрах, то, используя, например, тот же компьютер в сочетании с устанавливаемыми в поликлинике IP-программно-аппаратными средствами, может организовать запрос в необходимый медицинский центр с передачей результатов исследований и получить консультационное заключение. Режим общения между врачами поликлиники и медицинского центра может ограничиваться обменом файлами между ними, а при желании может быть организована видеоконференц-связь. Каналы связи между поликлиниками и медицинскими центрами целесообразно организовать по технологии виртуальных частных сетей (virtual private networks – VPN), обеспечивающей требуемое качество обслуживания соединений и безопасность передачи данных, защищая их от несанкционированного вмешательства. Подобная цепочка взаимодействия будет соблюдаться и для поликлиник, больниц и в общем случае для любых медучреждений, относящихся к 2 и 3 звеньям.

Простой и эффективный алгоритм взаимодействия элементов всех звеньев предлагаемого метода создания сети ТМ, объясняется использованием современных IP-технологий и установлением во всех звеньях программно-аппаратных средств, реализующих эти технологии. Предлагаемый метод сети ТМ позволяет проводить удаленное обследование пациентов в сочетании с предоставлением специалистам медицинских учреждений большого числа услуг: видеоконференцсвязь, проведение селективных совещаний, обращение к различным базам данных [2], введение электронного документооборота, в том числе записи и хранения данных о любом пациенте и ходе лечения в электронном виде и т.п.

Для 1 звена медицинские приборы оснащаются малогабаритным программно-аппаратным устройством, позволяющим результаты клинических исследований упаковывать в стандартные кадры Ethernet (от англ. ether «эфир» – пакетная технология передачи данных преимущественно локальных компьютерных сетей) и по смонтированным линиям связи передавать Ethernet-кадры в локальную сеть каждой поликлиники. Набор программно-аппаратных средств 2 и 3 звена функционально не отличается друг от друга. Различия могут касаться производительности вычислительных средств, номенклатур и объемов баз данных, таблиц маршрутизации сообщений от элементов 2 и 3 звена и т.п. Типовой состав программно-аппаратных средств 2 и 3 звена, построенных на базе IP-технологий, приведен на рисунке 2.

Назначение устройств, изображенных на рисунке 2, следующее:

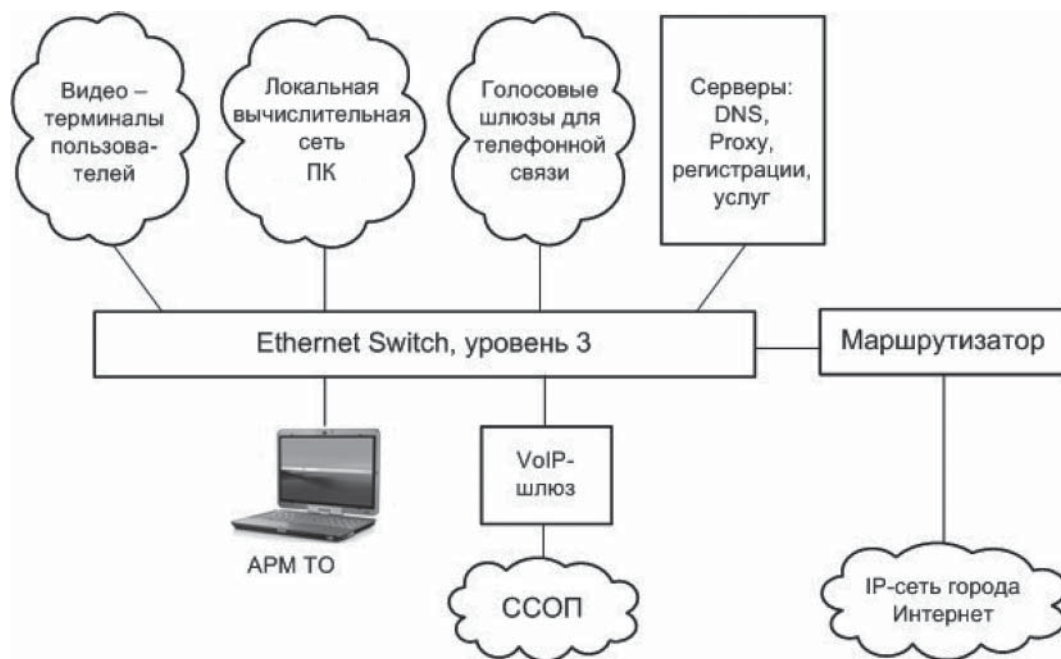


Рис. 2. Пример IP-оборудования на объектах 2 и 3 звеньев сети ТМ

– видеотерминалы позволяют осуществлять телефонную связь или видеосвязь с собеседником любого объекта 2 и 3 звена, оснащенным подобным терминалом; имеют программируемые клавиши, нажатием которых можно инициировать выполнение запрограммированных функций;

– локальная вычислительная сеть (ЛВС) производит передачу и обмен данными. Персональные компьютеры (ПК) и ноутбуки в составе ЛВС, которые используются для приема и отображения данных клинических исследований, дополнительно оснащаются унифицированным программным обеспечением (ПО), реализующим стек-протоколы (так называют систему протоколов Интернета) или SIP-стек (от англ. session initiation protocol – протокол установления сеанса – протокол передачи данных, который описывает способ установления и завершения пользовательского интернет-сеанса, включающего обмен мультимедийным содержимым, включающим видео- и аудиоконференции, мгновенные сообщения, онлайн-игры). Такое же ПО встраивается в медицинские устройства, используемые для обследования пациентов (1 звено);

– голосовые шлюзы для телефонной связи обеспечивают телефонную связь сотрудников медицинских учреждений, входящих в сеть ТМ, а также междугородную и международную связь по более низким тарифам провайдера Интернет. Телефонная связь сотрудников, находящихся в сети ТМ, может осуществляться бесплатно внутри каждого объекта 2 и 3 звена или с оплатой ежемесячной аренды каналов сети связи общего пользования (ССОП) в случае выхода на другой объект сети ТМ;

– серверы DNS, Proxu, регистрации, услуги – обязательные компоненты IP-сети. В случае небольшой сети

ТМ перечисленные функции реализуются физически в одном сервере. Данные серверы должны поддерживать универсальную стандартную сигнализацию SIP, принятую во всех IP-сетях, что и обуславливает установку вышеупомянуемого ПО SIP-стека на объекты всех 3 звеньев;

– Ethernetswitch (сетевой коммутатор, англ. switch – переключатель) – позволяет коммутировать Ethernet-кадры от различных устройств, включенных в данный коммутатор. Такой коммутатор должен поддерживать требуемое качество обслуживания вызовов, организуя виртуальные локальные сети (VLAN), устанавливая приоритеты в трафике пользователей;

– маршрутизатор (специализированный сетевой компьютер, имеющий минимум два сетевых интерфейса и пересылающий пакеты данных между различными сегментами сети, принимающий решения о пересылке на основании информации о топологии сети и определенных правил, заданных администратором) – определяет направление передачи вызова для установления соединения, если вызываемый абонент находится в другом фрагменте сети телемедицины или транслирует запрос провайдеру Интернет;

– VoIP-шлюз (voiceover IP-шлюз – устройство, предназначенное для подключения телефонных аппаратов или АТС к IP-сети для передачи через неё голосовой информации) – позволяет направить вызов из IP-сети в сеть связи общего пользования и обработать входящий вызов в IP-сеть, осуществляя необходимую для этого конвертацию протоколов сигнализации и передачи данных;

– APM TO – автоматизированное рабочее место – программно-технический комплекс, предназначен-

ный для автоматизации деятельности определенного вида, в данном случае предоставляет возможность проведения работ по техобслуживанию телекоммуникационного оборудования фрагмента.

Для поддержания в исправном состоянии оборудования связи, а также для выполнения работ по развитию сети, ее возможной реконфигурации, введения каких-либо новых услуг целесообразно использовать аутсорсинговый метод. Согласно данному методу, все работы по обслуживанию и эксплуатации телекоммуникационной сети проводит на договорных началах телекоммуникационная организация, в которой имеются высококвалифицированные специалисты требуемого профиля, что исключает необходимость содержать в каждом медицинском учреждении 2 и 3 звена штат связистов, решающих вопросы связи.

Другим важным шагом на пути создания национальной сети ТМ РФ явилось бы создание универсальной в пределах страны электронной карты каждого пациента, что позволило бы всем жителям России получать квалифицированную и своевременную медицинскую помощь (консультацию), находясь в любом регионе РФ. Однако, на наш взгляд, этой операции должна предшествовать задача создания современной телекоммуникационной платформы для ТМ во всех регионах страны, поскольку только высокотехнологичная телекоммуникационная сеть позволит конструктивно решать задачи, поставленные перед ТМ.

Заключение. Предложенный подход к созданию региональных сетей ТМ с использованием современных информационных технологий является объ-

ективно необходимым этапом на пути строительства национальной сети ТМ. Сегодня поиск адекватных технико-экономических механизмов, позволяющих оптимизировать расходы денежных средств на приобретение, эффективное использование и обеспечение работоспособности телемедицинской техники в медицинских учреждениях, представляется важной организационно-управленческой задачей, решаемой в рамках системы медицинского снабжения. При таком подходе эффективное достижение целей ТМ может происходить повсеместно на всем пространстве РФ, что приведет не только к рациональному использованию бюджетных средств, но и улучшению качества медицинской помощи в здравоохранении как одной из приоритетных целей социального развития РФ.

Литература

1. 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.
2. 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.
3. Варганич, Е. Сеть множества услуг / Е. Варганич // Сети и телекоммуникации. – 2011. – № 1–2 – С. 12–18.
4. Избранные лекции по общественному здоровью и здравоохранению: учебное пособие / под ред. В.З. Кучеренко. – М.: Медицина, 2010. – 464 с.
5. Резункова, О.П. Организация кабинетов индивидуальной телемедицины в условиях амбулаторно-поликлинических учреждений / О.П. Резункова, А.Г. Резунков, Н.А. Паскарь // Восточноевроп. журн. обществ. здоровья. – 2012. – № 2 (22) – С. 68–73.

V. Yu. Tegza, O. P. Rezunkova, A. V. Apchel, A. I. Ocagchi, L. Z. Gilchenok, I. A. Botalova

Phased implementation of telemedicine network in modern city

Abstract. The development of increasingly sophisticated hardware and software features led to the creation of new technology, called information-oriented applications in a variety of application areas, including medicine, giving conditions for the widespread implementation of telemedicine throughout the Russian Federation. To increase understanding of telemedicine we have to ensure the exchange of health data in the regional and global telecommunications network solutions for the full range of issues of public health care (diagnosis, treatment, education, government).

We presented staged application of modern information technology in creating the conditions for telemedicine in healthcare facilities of any profile. It was found that the use of phasing in type innovation in health care creates optimal economic mechanism to provide medical facilities with new equipment and contributes to a significant increase in the availability and quality of medical care.

Key words: telemedicine, informatics, telecommunications platform, information technology, digital data transmission, distributed processing, medical facilities.

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