

УДК 621.391:1

Проблематика и особенности проектирования телемедицинских сетей

Рассмотрены ключевые проблемы при реализации проектов в сфере телемедицины. Выделено, что одной из основных проблем является отсутствие единых подходов к разработке технического проекта построения и развития телемедицинских сетей. Для ее решения предложен алгоритм определения ожидаемых параметров проектируемой сети телемедицины, который позволит любому заказчику, даже не владея необходимыми навыками и компетенциями, получить исходные данные для формирования качественного и непротиворечивого задания на проектирование, что существенно упрощает процесс проектирования подобных сетей.

В.А. КАПТУР,
проректор по научной работе, к. т. н., с. н. с.

Р.Ю. ЦАРЕВ,
старший преподаватель,
заместитель зав. кафедрой сетей связи

И.О. ТИМЧЕНКО,
старший научный сотрудник научно-исследовательской части

Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова

Ключевые слова:

электронное здравоохранение, телемедицина, проектирование, телемедицинские сети.

Введение. Современная отрасль связи характеризуется проникновением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) во все сферы прикладной деятельности человека. ИКТ-средства стали ключевым инструментом любой отраслевой системы. Одна из актуальных задач современного общества – повышение доступности медицинских услуг и их качества [1]. Решением является создание телемедицинских сетей ТМС, которые должны решать проблемы здравоохранения по предоставлению любому человеку доступа к специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи независимо от его местонахождения и социального положения. Цель создания ТМС заключается в повышении уровня качества оказания медицинской помощи за счет внедрения в систему здравоохранения современных ИКТ. ТМС позволяет организовывать инновационное взаимодействие различных учреждений здравоохранения разного уровня со специализированными и многопрофильными центрами здравоохранения национального уровня путем оказания дистанционной квалифицированной и специализированной медицинской помощи населению, используя

передовые ИКТ и интеллектуальный потенциал ведущих специалистов отрасли.

Цель данной работы – разработать алгоритм, который даст возможность корректно определять требования к ТМС, что позволит свести задачу проектирования ТМС к выбору набора типовых решений. Их можно использовать для разных заказчиков и при различных условиях проектирования (исходных данных), а также формализовать процесс взаимодействия разных организаций при проектировании ТМС.

Потребность в создании и использовании услуг телемедицины неоспорима, однако при реализации таких проектов возникает ряд сложностей [1, 4, 5]:

- отсутствие единой нормативной базы, регламентирующей деятельность телемедицинских центров и порядок предоставления телемедицинских услуг, что приводит к несоответствию вариантов построения ТМС требованиям стандартов, характеристикам протоколов, принятых в медицинской диагностике, и форматам МИС;

- отсутствие единых подходов к разработке технического проекта построения и развития ТМС.

Требования к ТМС могут формировать несколько участников – медицинское учреждение, контролирующий орган (министерство, департамент здравоохранения), сама проектная организация. Как следствие, эти требования могут быть несогласованными и противоречивыми;

– несовместимость разработок, применяемых для различных фрагментов телемедицинской сети. Типичной является ситуация, когда фрагменты ТМС создавались в каждом медицинском учреждении (МУ), в группе учреждений или в регионе обособлено. Часто это делается для решения ситуационных проблем, без проведения стратегической координации и долгосрочного планирования. Вследствие чего в различных МУ внедрялись несовместимые системы телемедицины, не предназначенные для масштабирования и стыковки между собой.

По указанным причинам на сегодняшний день реализация программ развертывания ТМС в рамках совокупного множества МУ оказывается проблемной задачей.

Основная часть. В общем случае ТМС можно представить как совокупность телемедицинских пунктов (ТП) и телемедицинских центров (ТЦ), объединенных информационно-коммуникационной инфраструктурой, которая может быть разделена на два сегмента (рис. 1). Сегмент LAN обеспечивает подключение ТРС к сети и передачу данных внутри объекта, а сегмент WAN – подключение объекта к внешней сети передачи данных для взаимодействия с другими объектами ТМС. Под объектом ТМС понимается некая целевая точка, оснащенная соответствующей сервисной платформой, которая позволяет осуществлять подключения к ТМС и предоставлять/потреблять услуги телемедицины. Примерами таких объектов могут быть

ТЦ в региональных/областных медицинских учреждениях; ТП в городских/районных медицинских учреждениях; удаленные ТП (УТП) в сельских районах; телемедицинский кабинет врача; терминальная система пациента.

В сегменте LAN можно выделить два уровня иерархии: уровень абонентского доступа (обеспечивает подключение ТРС к сети) и уровень агрегации информационных потоков (обеспечивает распределение информационных потоков внутри сети телемедицины). Сегмент WAN включает такие элементы, как оборудование интеграции с сетью провайдера услуги доступа к внешней сети передачи данных (например, интернет) и каналы передачи данных. Основой сегмента WAN является уровень интеграции, который обеспечивает подключение (интеграцию) сегмента LAN к внешней сети передачи данных.

Очевидно, что проектирование ТМС – это сложная, комплексная задача, состоящая из последовательных и взаимосвязанных этапов, конечным результатом которых является разработка комплекта технической документации (ТД). Комплект ТД определяет процесс построения, эксплуатации ТМС и включает в себя набор технических и технологических решений для ее построения в соответствии с требованиями заказчика. Решение этой задачи основывается на комплексном анализе множества факторов, таких как область применения, формат обработки данных, наборы данных с которыми будет работать сеть, наличие специалистов для технического сопровождения сети, поддерживаемые методы работы с данными, желаемый уровень безопасности и так далее. Таким образом, подход к созданию масштабируемой и функциональной ТМС предполагает решение двух взаимосвязанных задач:

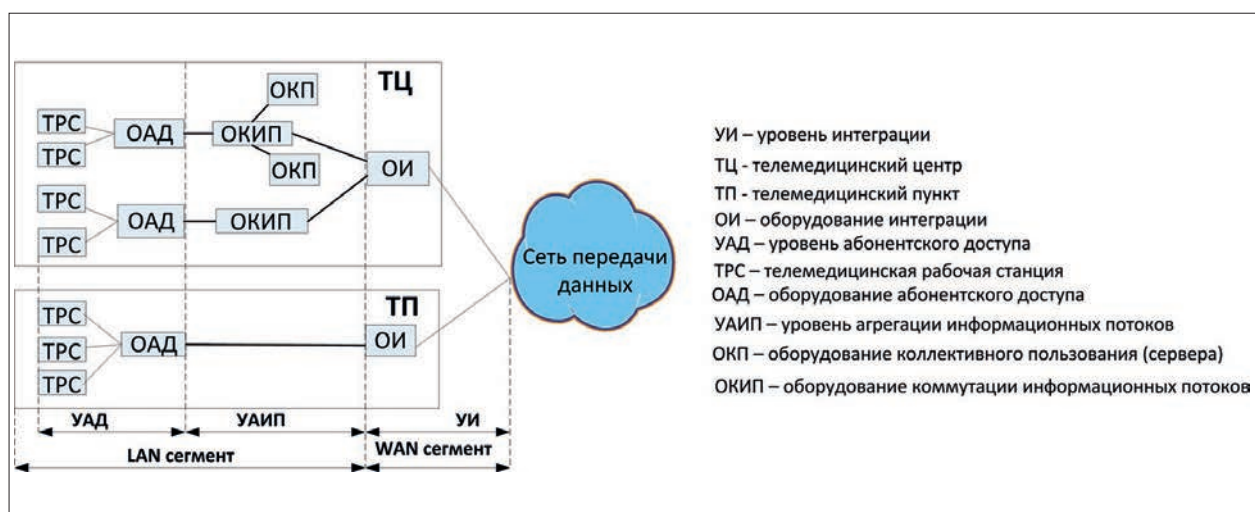


Рисунок 1 – Обобщенная схема сети телемедицины с точки зрения ИКТ

- первоначального выбора оптимального варианта построения глобальной ТМС на локальном, региональном или национальном уровнях с определением специфики ТМС каждого МУ в аспекте оказания телемедицинских услуг;

- последующего типового проектирования фрагментов ТМС в каждом МУ, которое вновь подключается к созданной ТМС. Типовая ТД на создание ТМС конкретного МУ должна полностью определять архитектуру, структуру и состав сети, применяемые технологии и средства, взаимодействие проектируемой ТМС с фрагментами ТМС других МУ, затраты на ее создание.

Сам процесс проектирования можно четко структурировать и определить последовательность, этапы взаимодействия заказчика и проектировщика (рис. 2).

Как видно из рис. 2, основанием для разработки проекта ТМС являются исходные данные, предоставляемые заказчиком проектирования, а именно: задание на проектирование; материалы изысканий и технических обследований; технические характеристики телекоммуникационного и компьютерного оборудования, применяемого для построения телемедицинской сети. Также при разработке проекта учитываются существующие нормативные документы, касающиеся функционирования ТМС и медицинской информационной системы, требования к ним.

Проектное решение на построение ТМС должно содержать:

- особенности построения сети в зависимости от выбранной архитектуры;

- организацию подсистемы связи ТМС (локального и внешнего сегментов);

- рекомендации по организации подсистемы ТРС;

- рекомендации по выбору оборудования ТРС ТМС;

- технические требования по созданию комплексной системы защиты информации;

- требования к адаптации помещений МУ под оборудование ТМС;

- меры по обеспечению охраны труда, пожарной безопасности;

- оценку влияния на окружающую среду.

Очевидно, что ключевым фактором, определяющим дальнейший успех реализации всего проекта построения ТМС, является процесс формирования задания на проектирование, или,

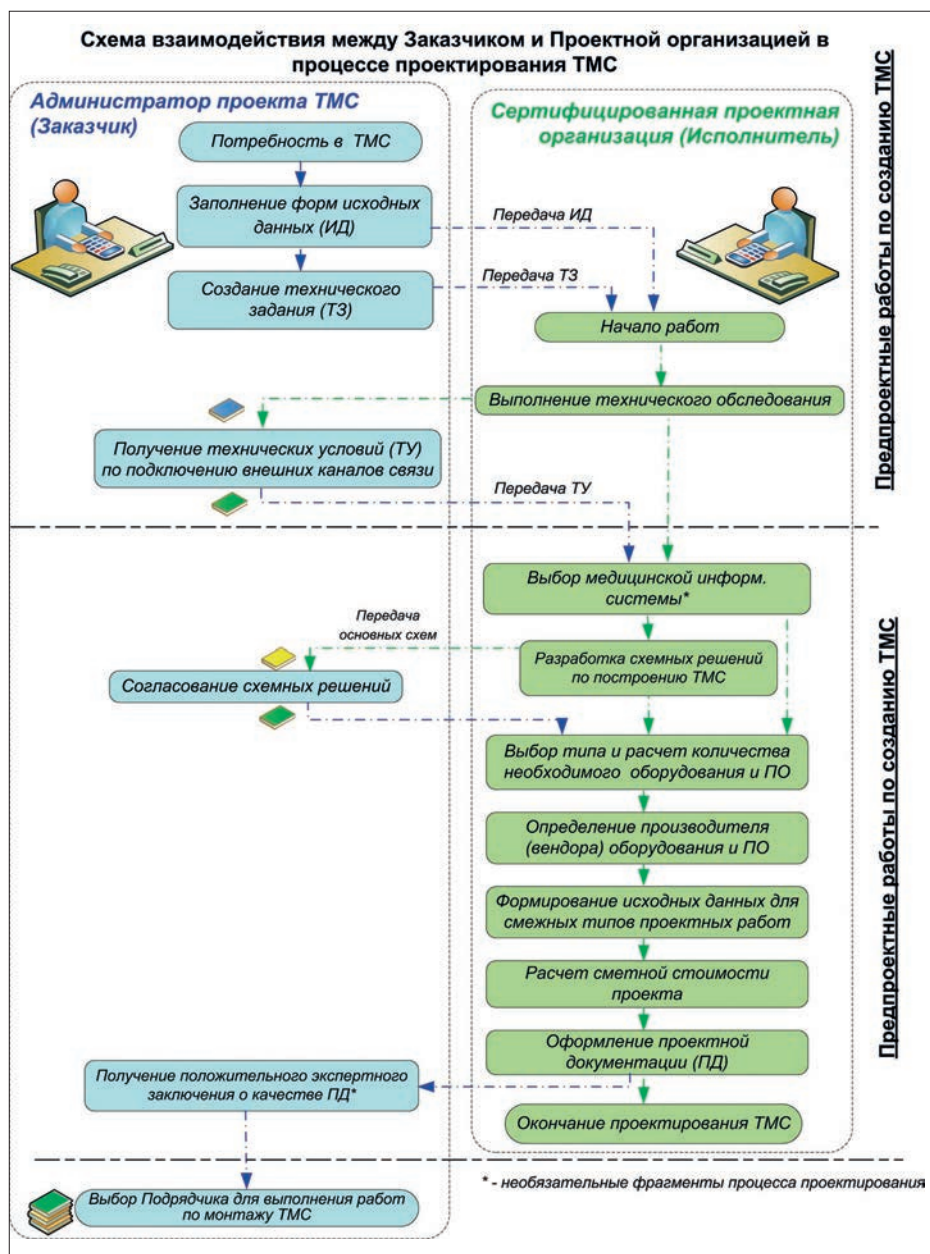


Рисунок 2 – Схема взаимодействия организаций в процессе проектирования ТМС

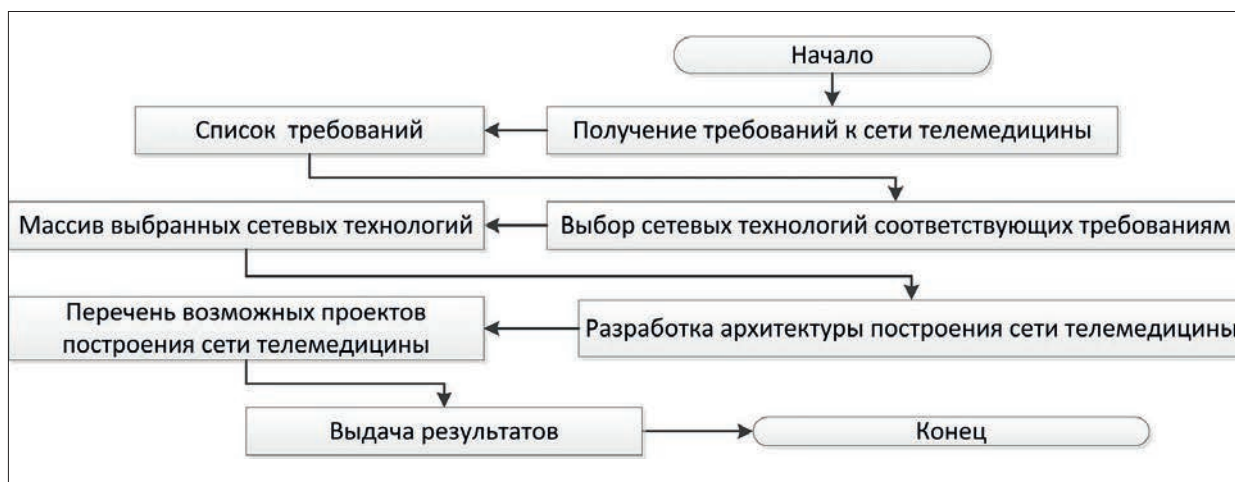


Рисунок 3 – Обобщенный алгоритм построения сети телемедицины

другими словами, определение требуемых характеристик ТМС. Исходными данными к проектированию ТМС являются ожидаемые параметры сети, на базе которых и формируется техническое задание на проектирование.

Будем полагать, что ТМС полностью задана, если для нее определены:

- 1) масштаб сети (локальная, региональная и т. п.);
- 2) типы объектов (центры и пункты телемедицины), входящих в ее состав;
- 3) иерархия объектов сети;
- 4) типы медицинских услуг предоставляемых сетью;
- 5) типы каналов связи между объектами сети.

Тогда для построения сети телемедицины необходимо определить требования к сети и сопоставить их с возможностями доступных для построения сетей телемедицины сетевых технологий. Общий алгоритм выбора системы показан на рис. 3.

Очевидно, что основным источником требований к ТМС являются характеристики телемедицинских услуг, которые будут предоставляться в планируемой сети. Согласно ВОЗ [1], услуги телемедицины делятся на три базовых типа: телеконсультации, телемониторинг, телеобучение, на базе которых предоставляются такие направления телемедицины, как телепатология, телехирургия, телерентгенология и др. Услуги телемедицины работают с разными наборами данных [1–3], которые имеют свои параметры, напрямую влияющие на характеристики проектируемой ТМС (табл. 1).

Понимание того, какие услуги будут предоставляться ТМС, не дает четкого ответа на вопрос о ее параметрах. Для их определения необходимо получить ответы на ряд вопросов, при этом вопросы касаются не только самой сети, но и ряда сопутствующих факторов, условий проектирования. Это означает, что заказчик должен самостоятельно определить масштаб сети, типы объектов в ТМС и их иерархию, типы услуг телемедицины

Таблица 1 – Характеристики медицинских данных [6–8]

Тип медицинских данных	Пример	Средний объем, Мб	Допустима задержка	Тип трафика
Медицинская запись	Данные мониторинга, Ф. И. О. пациента/врача, диагноз, назначенные анализы и т. п.	До 1	1 с	Данные
Данные	Результат анализов, электронная история болезни, карта медицинского обслуживания, сводные отчеты по использованию медицинских препаратов, учебные пособия и т. п.	До 50	Не нормируется	Данные, изображение
Черно-белое статическое изображение 2D	Рентгеновские снимки, снимки КТ, МРТ ЭКГ и т. п.	До 100	1 с	Данные, изображения
Цветное статическое изображение 2D	Цветные снимки КТ, МРТ, ЭКГ, внешних кожных покровов и т. п.	до 500	1 с	Данные, изображения
Трехмерные изображения (3D-модели)	Объемные модели внутренних органов, полученные в результате КТ, ЭКГ	До 1000	400 мс	Данные, видео
Потоковое видео, аудио (видео-, аудиоконференция)	Передача аудиовизуальной информации между территориально удаленными друг от друга участниками (пациент – врач, врач – врач)	Зависит от длительности конференции	До 100 мс	Видео, аудио, данные

и т. д., что в большинстве случаев является затруднительным, так как требует наличия специфических знаний и навыков в сфере ИКТ, которыми он не обладает. Для решения этой проблемы предлагается использовать перечень вопросов (табл. 2), ответив на которые заказчик, не обладая специфическими знаниями в сфере ИКТ, сможет определить ожидаемые характеристики (свойства) сети телемедицины. Определение параметров ТМС (ответы на вопросы) можно представить в виде алгоритма, описанного в [9]. В результате работы алгоритма можно получить набор параметров, которые полностью описывают проектируемую ТМС и на базе которых можно разрабатывать типовые проекты ее построения. Для этого необходимо сопоставить полученные ответы с характеристиками ТМС. Пример сопоставления показан в табл. 3.

Выводы. Основной проблемой проектирования современных ТМС является корректность формирования задания на проектирование. Заказчик (представитель МУ, районного/городского/областного департамента здравоохранения или

представитель министерства здравоохранения) чаще всего не владеет необходимым набором компетенций и навыков, необходимых для составления качественного и непротиворечивого задания на проектирование. По этой причине оно не содержит необходимых исходных данных для качественного выполнения. В качестве решения указанной проблемы в статье предложено:

1. Алгоритм определения ожидаемых параметров проектируемой сети телемедицины, который позволит любому заказчику, даже не владея необходимыми навыками и компетенциями, получить исходные данные для формирования качественного и непротиворечивого задания на проектирование, что существенно упрощает процесс разработки подобных сетей.

2. Декомпозиция и формализация процесса взаимодействия организаций в процессе проектирования ТМС.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку типовых проектных решений построения ТМС в условиях разнотипных исходных данных и методики их выбора.

Таблица 2 – Определения параметров сети телемедицины

Вопрос	Варианты ответов
Укажите масштаб планируемой сети телемедицины	Локальная
	Региональная
	Национальная
Вы хотите обеспечить хранение медицинских данных, получаемых с разных объектов сети, в едином хранилище?	Да
	Нет
	Не знаю (рекомендуется выбирать централизованную систему)
Будет ли в сети присутствовать объект, который будет выполнять клинические, организационные, учебно-методические и научные задачи; оснащенный необходимыми средствами лабораторной и иных видов диагностики?	Да
	Нет
	Не знаю
Будет ли сеть покрывать населенный пункт с населением более 10 000 человек?	Да
	Нет
Укажите, сколько таких объектов будет в сети	От 1 ...
Какие типы телемедицинских услуг будет предоставлять объект?	Список телемедицинских услуг
Укажите число ТРС для объекта	От 1 ...
Будет ли в сети присутствовать объект, обеспечивающий выполнение клинических задач, оснащенный необходимыми средствами для проведения дистанционного диагностирования и консультаций?	Да
	Нет
	Не знаю
Будет ли сеть покрывать населенный пункт с населением от 500 до 10 000 человек?	Да
	Нет
Укажите, сколько таких объектов будет в сети	От 1 ...
Какие типы телемедицинских услуг будет предоставлять данный объект?	Список телемедицинских услуг
Укажите число ТРС для объекта	От 1 ...
Необходимо ли охватить медицинскими услугами малые населенные пункты с населением менее 500 человек?	Да
	Нет
	Не знаю (считаем, что расстояние более 50 км)
Расстояние до населенного пункта более 50 км?	Да
	Нет
	Не знаю (считаем, что расстояние более 50 км)
Укажите, сколько таких объектов будет в сети	От 1 ...
Есть ли населенные пункты, расположенные в труднодоступных районах (горы, тайга, пустыня)?	Да
	Нет
Имеется ли возможность подключения к провайдерам доступа к сети интернет?	Да
	Нет
	Не знаю (считаем, что возможности подключиться к провайдерам нет)
Какие типы телемедицинских услуг будет предоставлять данный объект?	Список телемедицинских услуг
Укажите число ТРС для объекта	От 1 ...

Таблица 3 – Пример сопоставления ответов пользователя с характеристиками (свойствами) сети телемедицины

Вопрос	Ответ	Характеристика ТМС
Укажите масштаб планируемой сети телемедицины	Локальная	Локальная
	Региональная	Региональная
	Национальная	Национальная
Вы хотите обеспечить хранение медицинских данных, получаемых с разных объектов сети, в едином хранилище?	Да	Централизованная архитектура
	Нет	Распределенная архитектура
	Не знаю	Централизованная архитектура
Будет ли в сети присутствовать объект, который будет выполнять клинические, организационные, учебно-методические и научные задачи; оснащенный средствами лабораторной и иных видов диагностики?	Да	В сети есть ТЦ
	Нет	В сети ТЦ отсутствует
	Не знаю	Задается уточняющий вопрос 4
Будет ли сеть покрывать НП с населением более 10 000 человек?	Да	В сети есть ТЦ
	Нет	В сети ТЦ отсутствует
Какие типы телемедицинских услуг будет предоставлять данный объект?	Список телемедицинских услуг	Перечень услуг
Укажите, число ТРС для объекта	От 1 ...	n
Будет ли сеть покрывать населенный пункт с населением от 500 до 10 000 человек?	Да	В сети есть ТП
	Нет	В сети нет ТП
Необходимо ли охватить медицинскими услугами НП с население менее 500 человек?	Да	Задаем уточняющий вопрос 9
	Нет	В сети нет УТП и МТП
Расстояние до НП более 50 км?	Да	В сети есть УТП
	Нет	Задаем уточняющий вопрос 16
	Не знаю	В сети есть УТП
Есть ли НП, расположенные в труднодоступных районах (горы, тайга, пустыня)?	Да	В сети есть УТП
	Нет	В сети есть МТП
Имеется ли возможность подключения к провайдерам доступа к сети интернет?	Да	Доступные технологии реализации WAN-сегмента
	Нет	Реализация WAN-сегмента возможна с использованием только спутниковых технологий
	Не знаю	Реализация WAN-сегмента возможна с использованием только спутниковых технологий

ЛИТЕРАТУРА

1. Всемирная организация здравоохранения: доклад о результатах второго глобального обследования в области электронного здравоохранения. ТЕЛЕМЕДИЦИНА Возможности и развитие в государствах-членах. Серия «Глобальная обсерватория по электронному здравоохранению». – Том 2. – 2010 г.
2. Кобринский, Б.А. Телемедицина в системе практического здравоохранения / Б.А. Кобринский. – 2-е изд., стер. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 238 с.
3. МСЭ-D 2-я Исследовательская комиссия. Заключительный отчет. Вопрос 2/2: Информация и электро-связь / ИКТ для электронного здравоохранения. 6-й Исследовательский период, 2014–2017 гг.
4. Тоцкая, Е.Г., Покровская, О.Б. Телемедицина как механизм обеспечения доступности высокотехнологичных медицинских услуг и инновационных технологий в здравоохранении / Е.Г. Тоцкая, О.Б. Покровская // Политравма. – № 4 [декабрь] 2013. – С. 6–16.
5. ITU-D Report on Question 6/2: Impact of telecommunications in health-care and other social services First Study Period (1995–1998).
6. Wunderbaldinger P. and other, World Wide Web and Internet: application for radiologists // European Radiology. – 1999. – V. 9. – № 6. – P. 1171–1182.
7. ITU-T Recommendation Y.1540. IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters // December, 2002.
8. ITU-T Recommendation Y.1541. Network Performance Objectives for IP-Based Services // May, 2002.
9. Рекомендации по построению телемедицинских сетей на локальном, региональном и национальном уровнях с учетом особенностей стран региона. – Режим доступа: https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/CIS/Documents/RI-WTDC17/ONAT_RI2_Recommendations_Rev2.pdf. – Дата доступа: 15.12.2020.

The key problems in the implementation of projects in the field of telemedicine are considered. It is highlighted that one of the main problems is the lack of common approaches to the development of a technical project for the construction and development of telemedicine networks. To solve it an algorithm is proposed for determining the expected parameters of the projected telemedicine network that will allow any customer even without possessing the necessary skills and competencies to obtain the initial data for the formation of a high-quality and consistent design task which greatly simplifies the design process of such networks.

Key words: e-health, telemedicine, design, telemedicine networks.

Получено 25.01.2021.