

УДК 621.001.5+004.89.002.53

## ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

<sup>1</sup>Горюнова В.В., <sup>1</sup>Горюнова Т.И., <sup>2</sup>Жилиев П.С.

<sup>1</sup>ФГОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,  
Пенза, e-mail: gvv17@ya.ru;

<sup>2</sup>Пензенский медицинский информационно-аналитический центр  
Минздравсоцразвития России, Пенза

В статье рассматриваются актуальные вопросы внедрения региональных центров телемедицины. Определяются показатели качества функционирования телемедицинской системы, прямо или косвенно затрагивающие интересы врачей и пациентов. Представлен формальный онтологический аппарат формирования и определения интегральной системы показателей качества работы регионального центра телемедицины по определенной лечебно-профилактической области. Подчеркивается, что важнейшим показателем качества функционирования телемедицинской системы является скорость подготовки и скорость проведения консультации. Эта скорость имеет существенное значение, так как самым непосредственным образом влияет на время, затрачиваемое врачами на установление диагноза. Скорость проведения телеконсультации определяется не только численностью персонала, занимающегося консультациями пациентов и интенсивностью его работы, но и организацией технологического процесса телеконсультации. Для анализа скорости могут применяться формальный аппарат «инженерии онтологий» и математические методы, которые позволяют оценить эффективность работы телемедицинской системы, а также рассчитать оптимальные показатели функционирования, обеспечивающие необходимую скорость и качество подготовки консультаций.

**Ключевые слова:** центр телемедицины, телеконсультации, показатели качества, онтологии

## THE FEATURES OF IMPLEMENTATION OF REGIONAL TELEMEDICINE CENTERS

<sup>1</sup>Goryunova V.V., <sup>1</sup>Goryunova T.I., <sup>2</sup>Zhilyaev P.S.

<sup>1</sup>Penza State Technological University, Penza, e-mail: gvv17@ya.ru;

<sup>2</sup>Penza State Medical Information and Analytical Center Ministry of Health of Russia, Penza

In the article we have considered actual issues of the implementation of the regional centers of telemedicine. We have determined indicators of quality of functioning of the telemedicine system, directly or indirectly, affect the interests of doctors and patients. We have presented a formal ontological apparatus formation and definition of the integral system of quality indicators of the regional center of telemedicine on a specific area of preventive and curative. We emphasize that the most important indicator of the quality of functioning of the telemedicine system is speed training and speed of consultation. This speed is essential, since most directly affects the amount of time spent by doctors on the diagnosis. Speed of teleconsultation is determined not only the number of staff involved in patients counseling and the intensity of his work, but also the organization of the process teleconsultation. For analysis of speed can be applied formal apparatus «Ontology Engineering» and mathematical methods that evaluate the effectiveness of telemedicine systems, as well as calculate the optimal parameters of operation, providing the speed and quality of advice.

**Keywords:** telemedicine centre, teleconsultation, quality indicators, ontology

Сегодня телемедицина является эффективным средством повышения знаний, накопления опыта и развития технологий в области медицины. Создание региональных терминалов позволит наиболее эффективно и экономично использовать интеллектуальный потенциал медицинских учреждений области (края), дорогостоящее медицинское оборудование, сосредоточенное в региональных и ведомственных медицинских центрах [2–7].

### Актуальные вопросы внедрения региональных центров телемедицины

Целью внедряемого в настоящее время в России проекта по созданию медицинских центров телеконсультаций (МЦТ) является

создание глобальной телемедицинской сети, объединяющей ведущие медицинские и научные центры России и зарубежных стран, в целях оказания оперативной и качественной медицинской помощи населению. Глобальная сеть телемедицины строится с использованием новейших достижений в области телекоммуникаций, информационных технологий и медицины на основе мировых стандартов.

Актуальность внедрения телемедицины в России диктуется спецификой системы здравоохранения страны с огромной территорией, ярко выраженными различиями в уровне материального оснащения и подготовки специалистов ЛПУ в центральных и отдаленных регионах, необходимостью широкого

использования санавиации и спецтранспорта для доставки пациентов, нарушением связей между центральными и периферийными медицинскими центрами. Одним из наиболее важных аспектов применения телемедицины является значительное сокращение расходования средств бюджетов всех уровней на оказание диагностической, консультативной и лечебной помощи пациентам в регионах РФ, особенно на отдаленных территориях.

### **Практика реализации систем телемедицинских консультаций**

В настоящее время эта работа ведется в основном с помощью электронной почты и передачи файлов по протоколу FTP, что создает массу неудобств. Для обеспечения эффективного информационного взаимодействия участников телемедицинских мероприятий на этапах их подготовки и завершения необходима другая, достаточно гибкая среда совместной работы, интегрированная с наиболее распространенными средствами подготовки документов и доступа к информации.

Использование систем архивирования медицинской информации в электронной форме практически снимает все ограничения на сроки ее хранения. При этом предельно упрощается создание дубликатов исследований, значительно уменьшается размер «хранилища». Стоимость самих носителей информации непрерывно снижается, и в большинстве случаев она ниже стоимости «жесткой» копии (например, снимка на рентгеновской пленке). Электронная форма истории болезни (и любого другого медицинского документа) существенно облегчает поиск информации. Это также создает базу для организации внешних консультаций и передачи медицинской информации в другие медицинские учреждения [10–13].

Гибкость информационной среды должна сочетаться со стандартизацией передаваемых медицинских документов, а сами эти документы должны быть заверены цифровой электронной подписью участников медицинского документооборота.

Большое значение для медицинского учреждения имеет и эффективное использование компьютерной техники, входящей в телемедицинскую сеть. Выбор оптимальной нагрузки и режима обслуживания компьютерной техники обеспечивает существенное сокращение расходов на их эксплуатацию и ремонт, позволяет повысить эффективность работы телемедицинской сети.

Показатель качества функционирования телемедицинской системы является инте-

гральным и включает систему показателей, прямо или косвенно затрагивающих интересы врачей и пациентов. Подобная система показателей может быть реализована с использованием формальных аппаратов «инженерии онтологий» [1, 8, 9]. Но важнейшим показателем качества функционирования телемедицинской системы является скорость подготовки к проведению консультации. Эта скорость имеет существенное значение, так как самым непосредственным образом влияет на время, затрачиваемое врачами на установление диагноза. Неудовлетворительное время установления диагноза и, как следствие, возникновение очередей может привести к значительным потерям медицинскими учреждениями своих потенциальных клиентов. Скорость проведения телеконсультации определяется не только численностью персонала, занимающегося консультациями пациентов, и интенсивностью его работы, но и организацией технологического процесса телеконсультации. Для анализа скорости может применяться аппарат математических методов, которые позволяют оценить эффективность работы телемедицинской системы, а также рассчитать оптимальные показатели функционирования, обеспечивающие необходимую скорость и качество подготовки консультаций.

Таким образом, актуальна задача создания информационной системы обеспечивающей качественную подготовку и проведение плановых телемедицинских консультаций в пределах региона. На сегодняшний день существует ряд нерешенных проблем, связанных как со стандартизацией электронных медицинских документов, так и с электронным медицинским документооборотом между врачами, находящимися друг от друга на значительном расстоянии, которые могут быть решены при использовании онтологически ориентированных подходов [8].

Практика моделирования концептуальных спецификаций региональных МЦТ

Для моделирования сложных систем управления интегрированными информационными процессами разработан ряд методологий, например методологии семейства IDEF (Integrated DEFinition). IDEF содержит 14 государственных стандартов. Они предназначены для анализа процессов взаимодействия в производственных системах. Для поддержки онтологического анализа предназначена методология IDEF5.

Процесс построения онтологии, согласно IDEF5, состоит из пяти основных действий:

- изучение и систематизирование начальных условий – это действие устанавливает основные цели и контексты проекта

разработки онтологии, а также распределяет роли между членами проекта;

- сбор и накапливание данных – на этом этапе происходит сбор и накапливание необходимых начальных данных для построения онтологии;

- анализ данных – эта стадия заключается в анализе и группировке собранных данных и предназначена для облегчения построения терминологии;

- начальное развитие онтологии – на этом этапе формируется предварительная онтология на основе отобранных данных;

- уточнение и утверждение онтологии – заключительная стадия процесса.

Для определения технологий разработки концептуальных спецификаций МЦТ введён термин «декларативное моделирование», которое включает формальный аппарат описания процессов построения онтологии и предполагает разработку визуально-графических средств реализации следующих функциональных задач:

- ◆ обозначение целей и области применения создаваемой онтологии;

- ◆ построение онтологии, которое включает:

- 1) фиксирование знаний о лечебно-профилактической предметной области (ЛПрО), т.е. определение основных понятий и их взаимоотношений в выбранной предметной области; создание точных непротиворечивых определений для каждого основного понятия и отношения; определение терминов, которые связаны с этими терминами и отношениями;

- 2) кодирование, т.е. разделение совокупности основных терминов, используемых в онтологии, на отдельные классы понятий;

- 3) выбор или разработку формальных средств (специальных языков для представления онтологии);

- 4) непосредственно задание фиксированной концептуализации на выбранном языке представления знаний;

- ◆ совместное применение пользователями (исполнителями) общего понимания структуры системы;

- ◆ обеспечение возможности использования знаний предметной области);

- ◆ создание явных допущений в ЛПрО, лежащих в основе реализации;

- ◆ отделение знаний ЛПрО от оперативных знаний.

В основе декларативного моделирования лежит описание системы (организации здравоохранения или врача-специалиста) в терминах сущностей, отношений между ними и преобразование сущностей, которое выполняется в процессе решения определенной задачи.

Основной характерной чертой этого подхода является, в частности, разделение реальных процессов на составляющие и классы объектов и определение их онтологий, или же совокупности фундаментальных свойств, которые определяют их изменения и поведение [4].

Декларативное моделирование подразумевает глубокий структурный анализ предметной области. Простейший алгоритм декларативного моделирования может быть представлен следующими составляющими:

- выделение концептов – базовых понятий данной предметной области;

- определение «высоты дерева онтологий» – количество уровней абстракции;

- распределение концептов по уровням;

- построение связей между концептами – определение отношений и взаимодействий базовых понятий;

- консультации с различными специалистами для исключения противоречий и неточностей.

Декларативное моделирование начинается с составления словаря терминов, который используется при обсуждении и исследовании характеристик объектов и процессов, составляющих рассматриваемую систему, а также создания системы точных определений этих терминов. Кроме того, документируются основные логические взаимосвязи между соответствующими введенным терминам понятиями. Результатом моделирования является словарь терминов, точных их определений и взаимосвязей между ними.

Декларативное моделирование предполагает декомпозицию системы распределенного управления на этапы. Вместе с тем есть целый ряд особенностей, которые определяют характер выполнения отдельных этапов. К таким особенностям относятся:

- Коллективное использование знаний предполагает объединение и распределение источников знаний по различным субъектам, а следовательно, решение организационных вопросов администрирования и оптимизации деловых процессов, связывающих пользователей систем.

- Состав источников знаний определяется в принципе, конкретные источники знаний, особенно внешние источники знаний, могут добавляться по мере развития проекта.

- Поскольку системы распределенного управления телеконсультационными процессами имеют многоцелевое назначение, возникает потребность в интеграции разнообразных источников знаний на основе единого семантического описания пространства знаний.

Таким образом, концептуальная проработка реализации системы распределенного управления в основном сводится к созданию онтологии, которая выполняется классически в результате взаимодействия исполнителей и экспертов. Разработка и поддержка онтологии в масштабе МЦТ требует постоянных усилий для ее развития. Для сокращения затрат на разработку онтологии целесообразно использовать онтологии, разработанные специализированными проектными организациями, которые могут использоваться на принципах тиражирования (разделения доступа) и повторного использования [8–10].

МОСТ-технология должна обеспечивать не только доступ к онтологиям, но и функции контроля версий, репликации, экспорта/импорта, что предоставляет «прозрачный» доступ к актуальным версиям любых онтологий, которые могут применяться при анализе данных.

Идентификатор онтологии должен однозначно определять её «базовое» месторасположение относительно других серверов системы, обеспечивая быстрое нахождение источника данных в распределённой сети.

Предлагается вариант построения такой сети посредством сервиса сообщений. Сообщение представляет собой набор параметров, определяющих целевой сервис, который должен быть вызван на каждом сервере, на который это сообщение будет послано, и механизм возврата результатов работы этих сервисов в точку вызова. При этом на каждом сервере хранится набор таблиц маршрутизации, имеющих уникальные идентификаторы. Каждая таблица определяет набор параметров подключения к другим серверам приложений. Конечный пользователь использует сетевой сервис сообщений, создавая новое сообщение и определяя уникальный идентификатор таблицы маршрутизации. Сервис передаёт это сообщение на каждый из серверов, описанных в указанной таблице маршрутизации, используя такой же сетевой сервис на каждом из них. Таким образом, сообщение каскадно передаётся по всей заранее сконфигурированной сети, а пользователь получает набор результатов работы всех найденных целевых сервисов.

Использование подобной технологии обеспечивает:

- универсальное программирование данных независимо от типа их источника;
- обеспечивается поддержка обобщённых приложений;

- упрощает поиск, просмотр, изменение и анализ данных для приложений, утилит и средств разработки;

- возможность использования одного интерфейса для доступа к разным уровням абстракции данных (когда метаданные доступны через единый программный интерфейс).

### Заключение

Описанные принципы МОСТ-технологии являются ключевыми элементами обеспечения логики внутри сетевого взаимодействия МЦТ. Кроме описанной функциональности МОСТ-технология обладает некоторыми дополнительными возможностями управления стратегиями передачи сообщений и организации иерархических сетей. Для каждой области лечебной профилактики по отдельности производится качественный анализ данных и формирование отдельной онтологии с метаданными (онтологической модели), описывающей их структуру и характер.

### Список литературы

1. Горюнова В.В. Онтологический подход к проектированию систем технического обслуживания // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 12. – С. 24–29.
2. Жилиев П.С., Горюнова Т.И. Проект развития сети телемедицинского консультирования для решения задач лечебной профилактики и диагностики // 5 межрегиональная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «инновационные технологии в экономике, информатике, медицине и биотехнологиях»: тезисы докл. конф. – Пенза: ПГТА, 8–9 ноябр. 2012. – 34–37.
3. Горюнова Т.И. Исследование и разработка рекомендаций по оптимизации внедрения технологий телемедицины // 5 межрегиональная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «инновационные технологии в экономике, информатике, медицине и биотехнологиях»: тезисы докл. конф. – Пенза: ПГТА, 8–9 ноябр. 2012. – С. 37–41.
4. Горюнова В.В., Молодцова Ю.В., Кузнецов С.А., Ахманов В.А. Использование модульных онтологий при создании центров обработки данных медицинского назначения // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2011. – № 1. – С. 300–303.
5. Жилиев П.С., Горюнова В.В. Проект регионального центра телемедицинского консультирования // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 68–68.
6. Горюнова Т.И. [и др.] Основные характеристики корпоративного сайта медико-социального назначения // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 63–64.
7. Горюнова Т.И. Социологические аспекты исследования по оптимизации внедрения технологий телемедицины // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–1. – С. 67–68.
8. Горюнова В.В. [и др.] Особенности проектирования интегрированных медицинских систем на основе концептуальных спецификаций // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11–9. – С. 67–73.
9. Горюнова В.В., Горюнова Т.И., Жилиев П.С. Многоуровневые структуры интегрированных медицинских систем // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1. – С. 122–122.

10. Горюнова В.В. [и др.] Использование информационных технологий и концептуальных спецификаций при оценке качества жизни населения // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1 – С. 130–131.

11. Жиляев П.С. [и др.] Автоматизированные системы для организации профилактических осмотров населения // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1. – С. 126–126.

12. Жиляев П.С., Горюнова Т.И., Завьялова Д.А. Внедрение информационно-аналитической системы «барс». Web-мониторинг здравоохранения // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1. – С. 126–127.

13. Жиляев П.С., Горюнова Т.И. Организация телемедицинской системы пензенской области // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1. – С. 127–127.

### References

1. Gorjunova V.V. Avtomatizacija i sovremennye tehnologii, 2009, no. 12, pp. 24–29.

2. Gorjunova V.V. Innovacii na osnove informacionnyh i kommunikacionnyh tehnologij, 2011 no.1, pp. 300–303.

3. Gorjunova T.I. 5mezhr regional' najanauchno-prakticheska jakonferencijastudentovi aspirantov«innovacionnye tehnologii ivjekonomike, informatike, medicine i biotehnologijah» (Proc. 5th Reg. Conf. «Innovative technologies in the economy, science, medicine and biotechnology, PGTA»). Penza, 2012, pp. 37–41.

4. Gorjunova V.V., Molodcova Ju.V., Kuznecov S.A., Ahmanov V.A. Innovacii na osnove informacionnyh i kommunikacionnyh tehnologij, 2011, no. 1, pp. 300–303.

5. Zhiljaev P.S., Gorjunova V.V. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2013, Vol. 1, no. 8, pp. 68–68.

6. Gorjunova T.I. [i dr.] Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2013, Vol. 1, no. 8, pp. 63–64.

7. Gorjunova T.I. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2013, Vol. 1, no. 8, pp. 67–68.

8. Gorjunova V.V. [i dr.] Fundamental'nye issledovanija, 2013, Vol. 9, no. 11, pp. 67–73.

9. Gorjunova V.V., Gorjunova T.I., Zhiljaev P.S. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, no. 5, pp. 122–122.

10. Gorjunova V.V. [i dr.] Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no. 5, pp. 130–131.

11. Zhiljaev P.S. [i dr.] Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no. 5, pp. 126–126.

12. Zhiljaev P.S., Gorjunova T.I., Zav'jalova D.A. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no.5, pp. 126–127.

13. Zhiljaev P.S., Gorjunova T.I. Sovremennye naukoemkie tehnologii, 2014, Vol. 1, no.5, pp. 127–127.

### Рецензенты:

Михеев М.Ю., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Информационные технологии и системы» ПензГТУ, г. Пенза;

Мартынова Г.И., д.м.н., доцент, профессор кафедры неврологии ГБОУ ДПО ПИУВ Минздрава России, г. Пенза.

Работа поступила в редакцию 28.11.2014.