

## **К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ**

Камкамидзе К., Мануков М., Тевдорадзе М., Салдадзе М.  
Грузинский технический университет

### **Резюме**

Рассмотрены вопросы и проблемы, связанные с проектированием сетей телемедицины. Рассматривается место и роль видеоконференции в телемедицине. Предлагается структура разнородной системы, которая обеспечивает подключение к видеоконференции абонентов локальной (корпоративной) сети, предусматривается выход на сети с коммутацией каналов (телефонные) и с коммутацией пакетов (интернет). Описано основное и специальное аппаратное обеспечение сети. Приводятся проблемы сети видеоконференции и предлагаются пути решения указанных проблем. В частности предлагается алгоритм планирования процессов работы сервера, организация файловой и дисковой систем и буферирование.

**Ключевые слова:** Видеоконференция. Телемедицина. Локальная сеть. Интернет. Алгоритм планирования работы сервера. Организация файловой и дисковой систем. Буферирование.

### **1. Введение**

На сегодняшний день все большую актуальность приобретает телемедицина - она находит применение практически во всех областях медицины.

Можно отметить, что телемедицина - это метод представления услуг по медицинскому обслуживанию там, где расстояние является критическим фактором. Вместе с этим можно определить и основные направления телемедицинских технологий - консультация, теленаставничество, телемониторинг, лекция, семинар, телемедицинское совещание, консилиум, симпозиум.

Элементами телемедицинской системы являются: медицинские работники в региональных и местных лечебных учреждениях; врачи и технические сотрудники телемедицинских центров и пунктов; консультанты в центральных и региональных высоко специализированных медицинских учреждениях; средства съема, преобразования информации с диагностических аппаратов и подготовки ее к передаче по телекоммуникационным каналам; средства телекоммуникации; программно-аппаратные комплексы расшифровки, преобразования и анализа информации, поступающей для телеконсультаций в центральные и региональные телемедицинские центры. Для обеспечения работы всей этой системы необходимо создание сети телемедицины. Рассмотрим основные вопросы и проблемы, связанные с проектированием сетей телемедицины.

### **2. Основная часть**

Одним из основополагающих компонентов телемедицины - является организация и проведение видеоконференций. Видеоконференция - это компьютерная технология, которая позволяет людям видеть и слышать друг друга, обмениваться данными и совместно их

обрабатывать в реальном режиме времени. Благодаря видеоконференциям в режиме реального времени становится возможным проведение консультаций, совещаний разного характера и демонстрация учебных программ с обучением в реальном времени.

Для проведения сеансов видеоконференцсвязи необходимо выполнение двух важнейших условий: необходимо иметь соответствующее оборудование и программное обеспечение видеоконференцсвязи и нужно иметь возможность соединиться с другими участниками видеоконференции через любые каналы связи, отвечающие требованиям видеоконференцсвязи.

При проектировании сетей телемедицины, в которых должна быть реализована возможность проведения видеоконференций, возможны различные подходы к топологическому решению. Это может быть: двухточечная видеоконференция, когда соединяются всего два абонента, и многоточечная видеоконференция с одновременным подсоединением нескольких участников. В свою очередь, многоточечные конференции могут быть следующего типа: многоточечные видеоконференции в локальных сетях, многоточечные видеоконференции в территориально распределенных IP-сетях, многоточечные конференции в ISDN-сетях и многоточечные конференции в разнородных сетях.

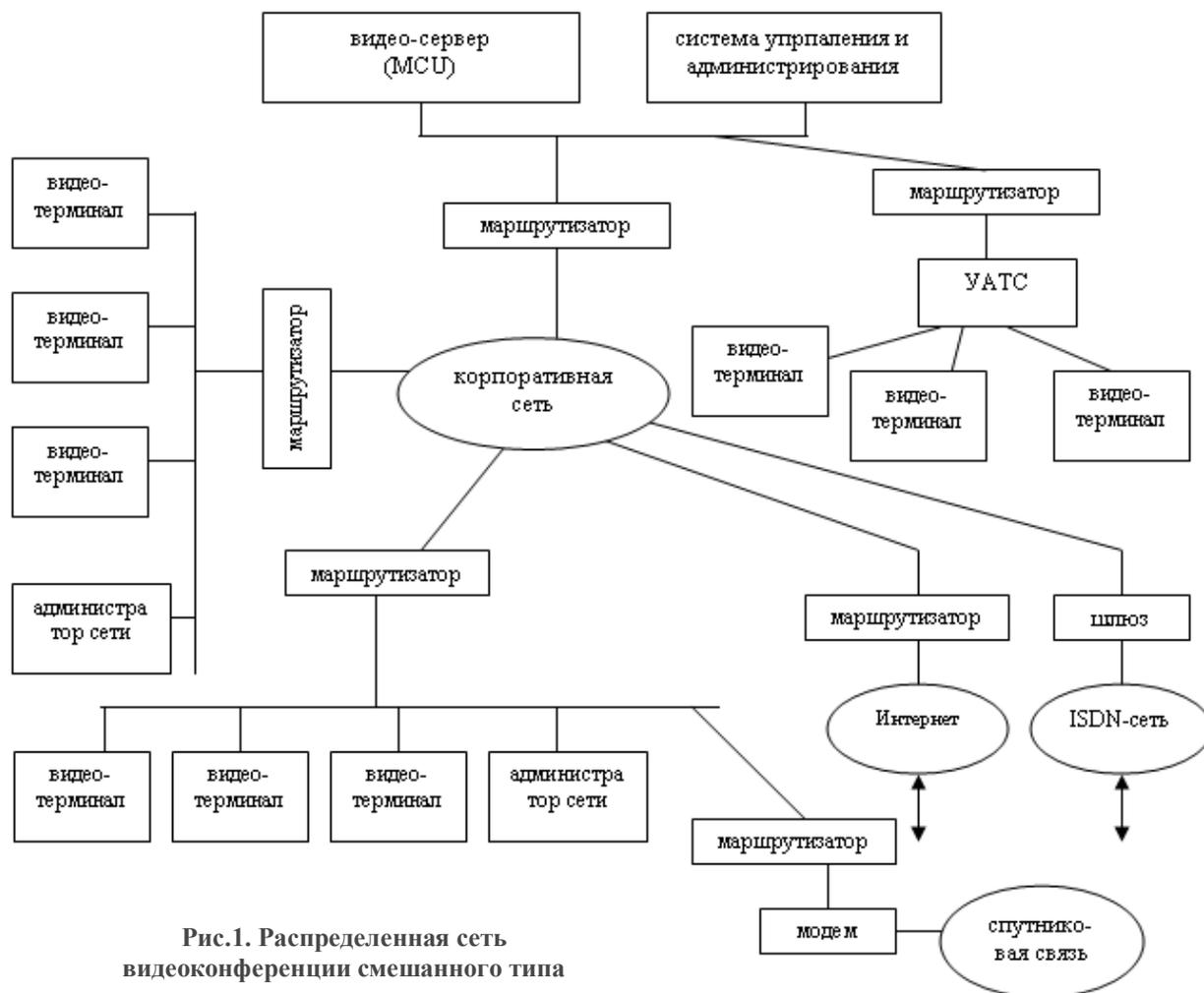
При организации многоточечных видеоконференций с участием нескольких пользователей одновременно возможно реализовать следующие два принципа: 1) аудио-потoki от различных участников в сети смешиваются таким образом, что все участники видеоконференции могут слышать друг друга, а видео-потoki переключаются таким образом, что все видят только одного участника связи, причем выбор может быть сделан председателем видеоконференции, оператором или автоматически, по активности участника; 2) в передаваемом по сети видео-потокe возможно комбинировать изображения нескольких участников.

К сети видеоконференции в качестве видеотерминалов могут быть подключены компьютеры любого типа, которые оборудованы специальной сетевой платой. Кроме того, в сеть могут быть подключены специализированные законченные устройства для видеоконференции с видео-камерой, микрофоном и возможностью подключения к телекоммуникационным сетям. Исходя из всего сказанного проектируемую сеть телемедицины можно представить следующим образом (рис.1). В данной сети предусмотрено подключение к Интернету, к цифровым и аналоговым телефонным линиям. Кроме того, возможно использование спутниковой связи.

Для организации и проведения видеоконференций нужно иметь соответствующее специализированное программное и аппаратное обеспечение. Среди аппаратного обеспечения можно выделить видеосерверы, шлюзы, кодеки.

Видеосерверы (MCU - устройство управления многоточечной конференцией) используются для организации сеансов видеоконференции. При участии нескольких участников в сети видеоконференции циркулируют огромные потоки информации, поэтому

нагрузка на каждое рабочее место участника возрастает пропорционально числу участников конференции. Именно для того, чтобы обрабатывать эти огромные потоки информации и освободить видеотерминалы участников от большой работы, применяют видеосерверы, которые снимают эту нагрузку, поскольку сами обрабатывают все потоки и на терминалы участников посылают только полагающиеся им потоки.



**Рис.1. Распределенная сеть видеоконференции смешанного типа**

Одна из самых трудоемких задач сервера - перекодирование видео- и аудиосигналов. Для успешного решения этой задачи используются мощные процессоры. Но даже их мощности недостаточно для решения проблемы. Кроме того необходимо отметить, что указанная проблема относится не только к серверу, но и остальным видеотерминалам, участникам видеоконференции. Поэтому, для решения этой проблемы используют программно-аппаратные решения. Стоимость программных реализаций меньше, чем аппаратных и они могут установлены практически на любом современном компьютере, имеющем звуковую плату и обладающим возможностью видеозахвата. Тем не менее необходимого качества видео в них достигнуть не удастся. Дело в том, что кодирование видео потока предъявляет высокие требования к вычислительным ресурсам терминала. В соответствии с принятым в рамках рекомендаций H.320 и H.323 стандартом кодирования видео H.261 необходимо обеспечить сжатие в реальном времени исходного сигнала с коэффициентом от 100 до 1000. Даже

стремительное увеличение мощностей процессоров общего назначения не в состоянии обеспечить качественное кодирование и декодирование сигнала видеоконференции.

Чтобы как-то реализовать эти функции в программный путь, становится необходимым устанавливать определенные ограничения для процесса кодирования: использовать низкую частоту кадров, упрощенные алгоритмы преобразования видео, ведущие к уменьшению размера изображения, снижению четкости и ухудшению цветопередачи. Можно, конечно, передавать изображение черно-белым и использовать нестандартные алгоритмы, но при этом нужно учесть, что если следующий кадр поступает на программный декодер до окончания обработки текущего, он игнорируется. Видеоинформация теряется, изображение распадается на части и картинка становится неудовлетворительной.

Поэтому при кодировании необходимо учитывать не только собственные вычислительные возможности, но и производительность декодера на противоположной стороне. В результате приемлемого качества можно достичь лишь при маленьком размере видеокadra (QCIF) и сравнительно низкой частоте кадров (около 10).

Преимущество программных решений проявляется при использовании узкополосных каналов, например, при модемной связи со скоростью до 56 Кбит/с. Поскольку полоса канала маленькая, объем информации, обрабатываемый кодеком, тоже невелик и программный терминал с ним успешно справляется. Но о качестве видеоконференции здесь говорить не приходится: звук глухой, скорость передачи от нескольких видеокadров в секунду до одного в несколько секунд, что скорее напоминает показ слайдов. Следует также отметить, что программные решения являются очень упрощенными аналогами полноценных аппаратных решений и по функциональным возможностям. В целом, чисто программные реализации видеотерминалов из-за ограниченности их функциональности и невысокого качества не в состоянии обеспечить профессиональные решения в области видеоконференций.

Исходя из всего вышесказанного, как правило, применяют аппаратные решения - кодеки, которые реализуются в различном виде: как платы, вставляющиеся в свободные слоты PC, так и функционально законченные решения. Кодеки сжимают сигнал и кодируют его для канала связи и, соответственно, разжимают и декодируют на принимающей стороне.

Другое специализированное устройство, которое применяют в сетях видеоконференций - шлюзы, которые обеспечивают передачу информации на стыке разнородных сетей. Мы уже отметили, что видеоконференция может проводиться в так называемых смешанных сетях (например, сетях телефонии с коммутацией каналов и компьютерных сетях с коммутацией пакетов). В таких сетях информация передается в разных форматах. Именно для стыка разнородных сетей используют шлюзы.

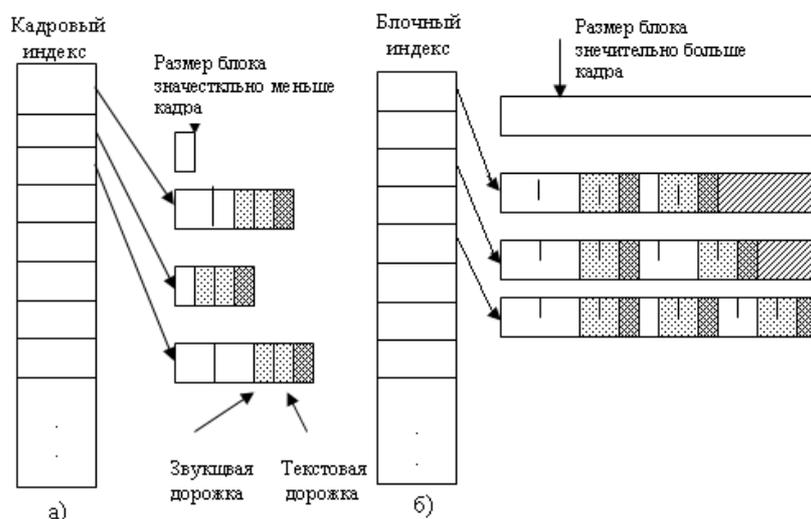
Еще одно устройство это привратник - устройство, которое применяется для обеспечения поиска станций, шлюзов и подключения к многоточечным конференциям, которое также включает в себя соответствующее программное обеспечение.

Вернемся к вопросу организации работы сервера. Как мы уже отметили сервер выполняет большую работу по управлению потоками информации в сети при организации видеоконференции. Кроме этого на сервер ложится большая нагрузка из-за необходимости кодирования ауди-видео информации. Вместе с этим необходимо отметить, что в режиме видеоконференции может осуществляться обучение при помощи демонстрации учебных фильмов одновременно на рабочие места всех участников сеанса. В таком случае обучение должно производиться в реальном времени. Поэтому сервер выполняет большую работу по передаче большого потока видео кадров на все станции, подключенные в сеть видеоконференции. В связи с этим возникают проблемы, поскольку сервер должен своевременно обеспечить одновременную передачу кадров на множество абонентов. С целью решения поставленной перед сервером задачи здесь возможны ряд мероприятий.

Во первых, нужно подобрать такой алгоритм планирования работ процессора, когда он наиболее успешно решит задачу одновременного обслуживания нескольких участников видеоконференции и своевременно поставит им кадры фильма. Здесь успешно можно использовать алгоритм планирования работы процессора, основанный на принципе равномерности обслуживания. В данном алгоритме внесена функция штрафа, которая дает возможность определить последовательность обслуживания абонентов.

Вторая проблема - подбор такой организации мультимедийного файла (фильма, который нужно демонстрировать в течении видеоконференции в реальном времени), которая позволит наиболее эффективно решать поставленные перед сервером задачи.

Мультимедийные файлы характеризуются большим объемом, поскольку содержат видео, аудио и текстовую составляющие. Они могут быть организованы по двум стратегиям: использование блоков небольших размеров и использование блоков больших размеров (Рис. 2). В первом случае, если считать, что средняя длина кадра 16 Кб а максимальная 255 Кб, то размер блока удобно принять равным 1-2 Кб, и основная задача - получить индекс кадров, где имеется указатель каждого кадра и его размера.



**Рис. 2. Два типа организации видео-файлов**

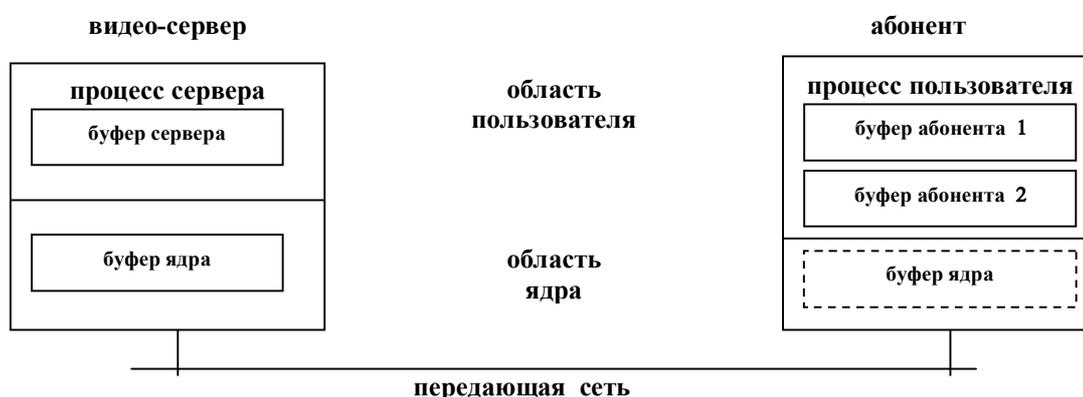
В таком случае, если нужно прочесть  $i$ -ый кадр, который содержит всю видео, аудио и текстовую информацию, нужно найти соответствующий элемент в индексе кадров, а затем считать весь кадр за одну дисковую операцию.

Этот метода характеризуется большими расходами ОЗУ и меньшими потерями дискового пространства. Во втором случае, используются блоки больших размеров, в которых могут располагаться несколько кадров. Индекс блоков также используется, но добавляется информация о номере кадра, с которого начинается блок. Здесь имеет место меньшее потребление ОЗУ, но большие потери дискового пространства, поскольку блоки не заполняются полностью кадрами.

Для повышения производительности системы в целом большое значение имеет правильная организация дисковой памяти. В случае видео-сервера используют несколько дисков – это могут быть RAID - диски (обеспечивают большую надежность, но низкую производительность) или просто дисковая ферма (с меньшей надежностью, но большей производительностью). Большое значение имеет подход к расположению файлов на дисках.

В повышении производительности мультимедийных систем видеоконференции огромную роль играет буферирование. В случае рассматриваемой системы буферы активно применяются в процессе работы с различными устройствами (диски, ленты). Кроме того, буферирование должно быть применено в процессе выдачи данных в сеть и приема данных из сети. Буферизация в видео-сервере должна быть применена в процессе подготовки данных фреймов различных потоков, которые передаются абонентам. Необходимость буферизации заключается в том, что процессы видео-сервера не должны блокироваться, когда данные передаются в сеть. Буферизация должна быть реализована следующим образом - один буфер должен быть создан в оперативной памяти в области пользователя для пользовательского процесса сервера, а второй - в области ядра операционной системы. Это необходимо, чтобы не произошло блокирование процессов сервера во время ожидания освобождения буфера сервера.

Для буферирования может быть применена схема, предложенная на рис.3. Предварительно, информация, которую нужно передать при помощи сети, в результате осуществления дисковой операции должна быть размещена в буфере сервера.



**Рис.3. Буферизация потоков фреймов**

Затем процесс сервера обращается к операционной системе, чтобы данные были переданы в сеть. В результате этого обращения операционная система создаст копию данных в своем буфере - буфере ядра. Поэтому процесс сервера может незамедлительно продолжить свою работу. Во время вызова сетевого драйвера данные из буфера ядра переписываются в буфер сетевого контроллера для непосредственной передачи в сеть. И уже из буфера сетевого контроллера производится передача данных в сеть. На стороне приемника (клиента) информация проходит тот же путь, но в обратном направлении.

С целью оптимального использования оперативной памяти должен быть использован динамический буфер. В этом случае для каждого мультимедийного потока, который соответствует отдельному абоненту, из буферного пула временно формируется свой буфер.

Как видно из всего вышесказанного проектирование сетей телемедицины сопровождается целым рядом проблем. И тем не менее современный подход к здравоохранению, можно сказать, невозможен без современных информационных, компьютерных и телекоммуникационных технологий.

### **3. Заключение**

Современное состояние здоровья населения и реформы здравоохранения в Грузии выдвигают в число неотложных задачу повышения уровня и качества медико-санитарной помощи, уровня квалификации и эффективности деятельности врачей в условиях сокращения бюджетных ассигнований на здравоохранение и распространения страховой медицины. В этой связи становится необходимым переход на новый методологический уровень медицинской помощи с использованием быстро развивающихся высоких технологий. Большие перспективы в этом плане открывает использование телемедицинских технологий, включающих лечебно-диагностические консультации, управленческие, образовательные, научные и просветительские мероприятия в области здравоохранения, реализуемые с применением телекоммуникационных технологий. В связи с этим в настоящее время все более актуальным становится создание сети телемедицины в Грузии.

### **Литература**

1. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. Санкт-Петербург, "Питер", 2002
2. Таненбаум Э. Компьютерные сети. Санкт-Петербург, "Питер". 2002
3. Таненбаум Э. Современные операционные системы. Санкт-Петербург, "Питер", 2002
4. Тевдорадзе М.Т. Особенности архитектуры и организация работы мультимедийной системы. Тбилиси, Периодический научный журнал Интеллект, № 2(22), 2005
5. Тевдорадзе М.Т. Повышение производительности мультимедийной системы. Georgian Engineering news, No.3, 2005
6. Тевдорадзе М.Т., Ломинадзе Т.Н. Оптимизация обслуживания клиентов мультимедийных систем по критерию равномерности. Georgian Engineering news, No.3, 2005

**ტელემედიცინის კომპიუტერული ქსელების დავროქტების  
საკითხისათვის**

კონსტანტინე კამკამიძე, მიხეილ მანუკოვი,  
მედეა თევდორაძე, მერაბ სალდაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

მოცემულ სტატიაში განხილულია საკითხები და პრობლემები, დაკავშირებული ტელემედიცინის ქსელების პროექტირების საკითხებთან. განხილულია ვიდეოკონფერენციის ადგილი და როლი ტელემედიცინაში. მოცემულია შერეული ტიპის ქსელის სტურქტურა, რომელიც უზრუნველყოფს ლოკალური ქსელის აბონენტების ვიდეოკონფერენციაში ჩართვას, ამასთან ერთად უზრუნველყოფილია გასვლა არხების კომუტაციის ქსელებზე (სატელეფონო) და პაკეტების კომუტაციის ქსელებზე (ინტერნეტი). აღწერილია ქსელის ძირიადი და სპეციალიზირებული აპარატურული უზრუნველყოფა. მოყვანილია ვიდეოკონფერენციის ქსელის პრობლემები და შემოთავაზებულია მათი გადაჭრის გზები. კერძოდ, შემოთავაზებულია სერვერის პორცესორის მუშაობის დაგეგმვის ალგორითმი, ფაილურის სისტემის ორგანიზაცია, დისკური სისტემის ორგანიზაცია და ბუფერირება.

**TO THE QUESTION OF DESIGN OF COMPUTER NETWORKS FOR THE  
TELEMEDICINE**

Kamkamidze Konstantin, Manukov Mikhail,  
Tevdoradze Medea, Saldadze Merab  
Georgian Technical University

**Summary**

In the given article questions and problems connected with design of networks of a telemedicine are considered. The place and the role of a videoconference in a telemedicine is considered. The structure of distributed system which provides connection of clients of a local (corporate) network to a videoconference is offered, also the connection to a networks with switching channels (digital and analog telephone systems) and switching of packages (Internet) is provided. The basic and special hardware maintenance of a network, like is a server, a codec, a gatekeeper is described. Problems of a videoconference' network, such as coding and decoding of video - information, management of streams in a network are resulted, and ways of the decision of the specified problems are offered. In particular the algorithm of planning of processes of server' work is offered, two main organizations of file system (with blocks of the small size and with large blocks) are resulted, the organization of disk system and buffering which can be used for data transmission to a network and for reception of the data from network is offered.