

ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИЙ

Слова «видеоконференция» и «видеоконференцсвязь» привлекают к себе все больше внимания, и уже не только крупные корпорации имеют возможность использовать в работе современные средства коммуникаций. В данной статье сделана попытка анализа проведения многоточечных видеоконференций в Оренбургском государственном университете.

6 февраля 2002 года в рамках открытия Всероссийской научно-практической конференции «Форум «Инновации-2002» в Оренбургском государственном университете была проведена первая видеоконференция с тремя удаленными точками: залом заседания Ученого совета (ауд. 6205), Учебно-научным производственным комплексом (УНПК) и лицеем №1, который является субъектом университетского учебного округа. Центральным залом (ЦЗ) видеоконференции была аудитория 3311. На рисунке 1 схематично показаны места расположения удаленных точек.

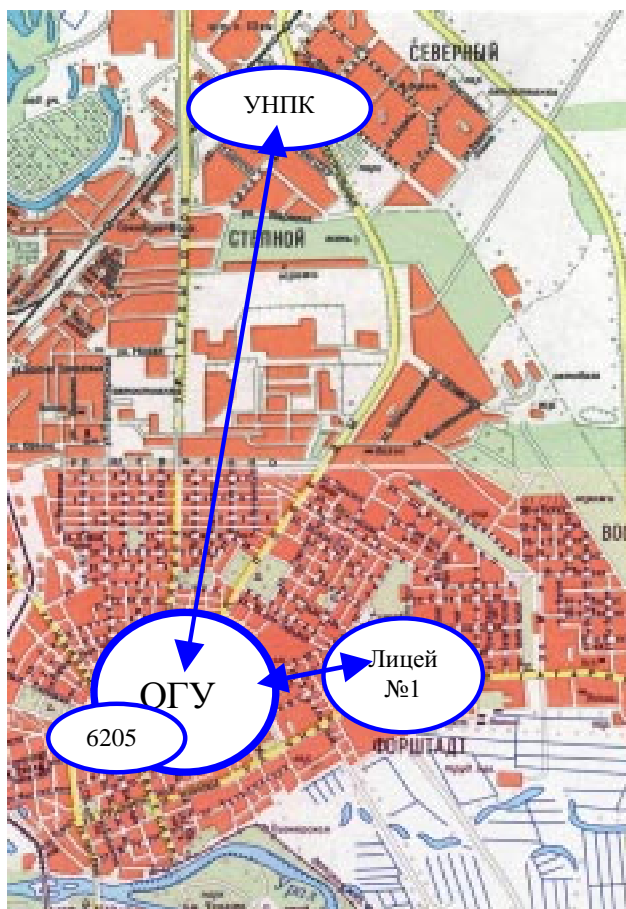


Рисунок 1. Схема расположения удаленных точек

Проанализировав литературу по вопросу теории и практики проведения видеоконференций (/2/, /3/, /5/, /7/, /8/, /9/) мы не нашли для себя приемлемого решения, поскольку в том или ином случае были найдены свои недостатки. Так, например, Современный гуманитарный университет /7/ осуществляет как обычную трансляцию лекций, так и конференцию с двумя удаленными точками. Трансляция осуществляется по спутниковым каналам связи с пропускной способностью от 2 до 8 Мбит/с, что является для нас существенным ограничением на величину входящего и исходящего трафика. Челябинский областной суд проводит видеоконференции типа «точка – точка» /3/. Все эти решения основаны на применении специализированных аппаратных кодеков видеосигнала, предлагаемых многими поставщиками. В частности, компания «СТЭЛ – компьютерные системы» разработала типовые проектные решения на основе специализированного оборудования, уже опробованные в известных проектах (операция по подъему АПЛ «Курск» – видеоконференцсвязь осуществлялась между главным штабом ВМФ в Москве, штабом Северного флота в Североморске и крейсером «Петр Великий»; организация видеосвязи между Челябинским областным судом и СИЗО-1 г. Челябинска).

Однако эти решения дороги и не укладываются в бюджет университета. Поэтому нами было принято решение использовать исключительно программную реализацию видеоконференций.

Нами предложена схема проведения видеоконференций, изображенная на рисунке 2.

Схема, представленная на рисунке 2, позволяет проводить видеоконференции с тремя активными удаленными участниками, что оказывается вполне достаточно для эффективной работы при детально проработанном сценарии проведения конференции, когда на смену первому участнику может прийти другой, поуча-

ствовать в диалоге и вновь вернуть слово первой точке. Этот механизм проведения видеоконференций с *n* удаленными точками предпочтительней еще и тем, что данное переключение может быть выполнено исключительно программным путем. В этом случае наличие трех принимающих машин позволяет уменьшить задержки переключения активных точек. В один момент времени на экран выдается изображение только с одной машины, тогда как две другие можно подготавливать для вывода изображения с других точек. Таким образом, потенциальные возможности данной схемы не ограничиваются лишь тремя удаленными точками.

Также существует возможность с помощью данной схемы проводить трансляцию видеосигнала, осуществлять передачу изображения пользователям, которым не нужна обратная связь (по крайней мере видеосвязь). Такая возможность полезна при трансляции лекций или выступлений, когда не требуется прямого диалога между выступающим и слушателями и достаточно обратной связи с помощью текстовых средств общения (чатов). Выделение пользователей, которым не требуется обратная видео-

связь, в отдельную группу имеет практический смысл. Существуют специальные алгоритмы сжатия видеосигнала, позволяющие достигать высокой степени компрессии. Однако их использование в системах видеоконференций затруднено из-за большой задержки сигнала при кодировании. Но если задержка сигнала не имеет значения (при отсутствии обратной связи), применение передатчика, основанного на подобных алгоритмах, допускает использование каналов со значительно (более чем в 10 раз по сравнению с требуемой для обычной видеоконференции) меньшей пропускной способностью при неизменном качестве изображения и звука.

Проведение конференции по схеме, представленной на рисунке 2, осуществляется следующим образом: видеомикшер 1, на который поступают сигналы с двух видеокамер и презентационного компьютера или видеомagneфона, формирует аудио- и видеосигнал для удаленных точек. На видеомикшер 2 подаются сигналы от трех компьютеров, которые преобразуют цифровой сигнал, приходящий по IP-каналам из удаленных точек, в аналоговый. На выходе этого микшера формируется изобрае-

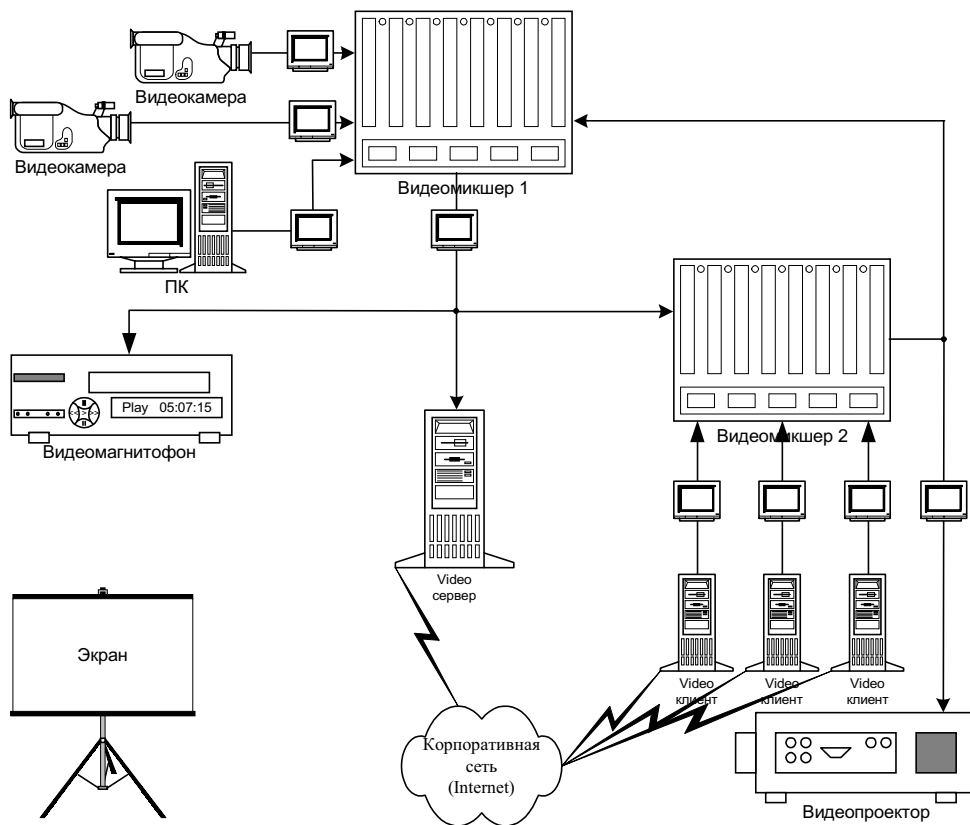


Рисунок 2. Схема видеоконференции для трех активных удаленных точек

ние для центральной точки. Наличие в этой схеме двух видеомикшеров позволяет гибко управлять картинками, передаваемыми как в удаленные точки, так и для центральной аудитории. Например, удаленные точки могут видеть крупным планом центральную аудиторию и в уголке – свою собственную картинку. Центральная аудитория в это же время может видеть крупным планом удаленную точку и в уголке – свое изображение или другую удаленную аудиторию, как это представлено на рисунке 3. Эффект совмещения двух изображений достигается путем подачи на вход первого видеомикшера изображения с программируемого выхода второго видеомикшера и наоборот – на вход второго видеомикшера поступает изображения с программируемого выхода первого видеомикшера.

В качестве видеокамер для центральной точки нами были выбраны камеры Panasonic AG-DVC15. Использование профессиональных видеокамер в центральной точке обусловлено, во-первых, качеством картинки, которую выводят эти камеры даже в условиях плохой освещенности; во-вторых, эти видеокамеры являются цифровыми и могут быть использованы при последующей компьютерной обработке отснятого материала. Для проведения видеоконференций можно было бы использовать стационарные дистанционно управляемые видеокамеры, но их стоимость превышает выбранные нами камеры по крайней мере в 6 раз, к тому же обычные камеры можно использовать за пределами аудитории для съемки различных сюжетов, в то время как стационарные видеокамеры для этих целей не предназначены.

Видеосерверами (компьютеры-передатчики) для оцифровки и передачи и изображения служат компьютеры класса Pentium IV–1.9GHz с установленной в них платой оцифровки Videum 1000 и операционной системой Microsoft Windows 2000 Server. Для приема и передачи видеосигнала используется программный пакет VideoConferencing Tool (VIC) версии 2.8.ucl–1.1.3. Этот пакет позволяет оцифровывать и передавать видеосигнал как конкретному пользователю локальной сети, так и группе пользователей, используя групповую рассылку данных. Параметры кодирования сигнала, использованные при проведении видеоконференции, подбирались экспериментально и представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры кодирования видеосигнала для программы VIC

Видеокodeк	H.261
Разрешение изображения	CIF (352x288)
Частота кадров	25 кадров/с
Качество кодирования	3–5
Ограничение трафика	1 Мбит/с

Ограничение трафика величиной 1 Мбит/с вызвано двумя причинами: во-первых, пропускной способностью каналов связи до удаленных точек. Во-вторых, при увеличении верхнего предела трафика качество картинки повышается и система не справляется с оцифровкой потока, что приводит к стробированию изображения.

Для приема ответного сигнала могут служить компьютеры меньшего класса (у нас это Pentium III–900MHz) с установленными на них видеокартами с возможностью вывода анало-



Рисунок 3. Передаваемое изображение для удаленных точек (справа) и для центральной точки (слева)

гового сигнала. Используются видеокарты Matrox DualHead G450, позволяющие выводить аналоговый сигнал, необходимый для видеомикшера.

Для передачи аудио в наших условиях работы использовалась программа Robust Audio Tool (RAT) версии 4.2.20. При работе с этой программой необходимо было учесть несколько требований:

I. для приемлемого качества звука установить частоту дискретизации сигнала (Sample Rate) 16 kHz, 128 кБит/с;

II. отключить функцию подавления молчания (Silence Suppression). Если эта функция будет включена, то будет приходиться прерывистый аудиосигнал с паузами и заиканиями;

III. на компьютере-передатчике (сервере) в целях экономии процессорного времени и ограничения трафика необходимо отключить функцию прослушивания (Listen) на компьютере-приемнике.

Одной из проблем при организации видеоконференции явилось наличие эха.

Эхо при проведении видеоконференции образуется в результате двух петель (акустической и аппаратной), которые присутствуют при

воспроизведении звука через аудиомикшер и акустические системы. Схемы возникновения акустического и аппаратного эха представлены на рисунке 4.

Акустическое эхо возникает тогда, когда речь, звучащая из динамиков, возвращается к говорящему через микрофон. Для устранения этого типа эха необходимо использовать менее чувствительные микрофоны, либо в то время, когда говорит один из участников конференции, другие участники должны отключать звуковые входы аудиомикшера, чтобы их сигнал в это время не был слышен другим точкам.

Эхо второго типа возникает из-за аппаратной петли внутри аудиомикшера. Человек говорит в микрофон, соединенный с аудиомикшером, с выхода которого сигнал поступает как на внутренние акустические системы, так и на передающий компьютер, который осуществляет передачу звука другим участникам конференции. Приемник на удаленной точке подает сигнал на вход аудиомикшера, который выводит сигнал на свои акустические системы, и одновременно передает его на передатчик, вновь передающий сигнал поступает на вход первого аудиомикшера, осуществляющего первичную

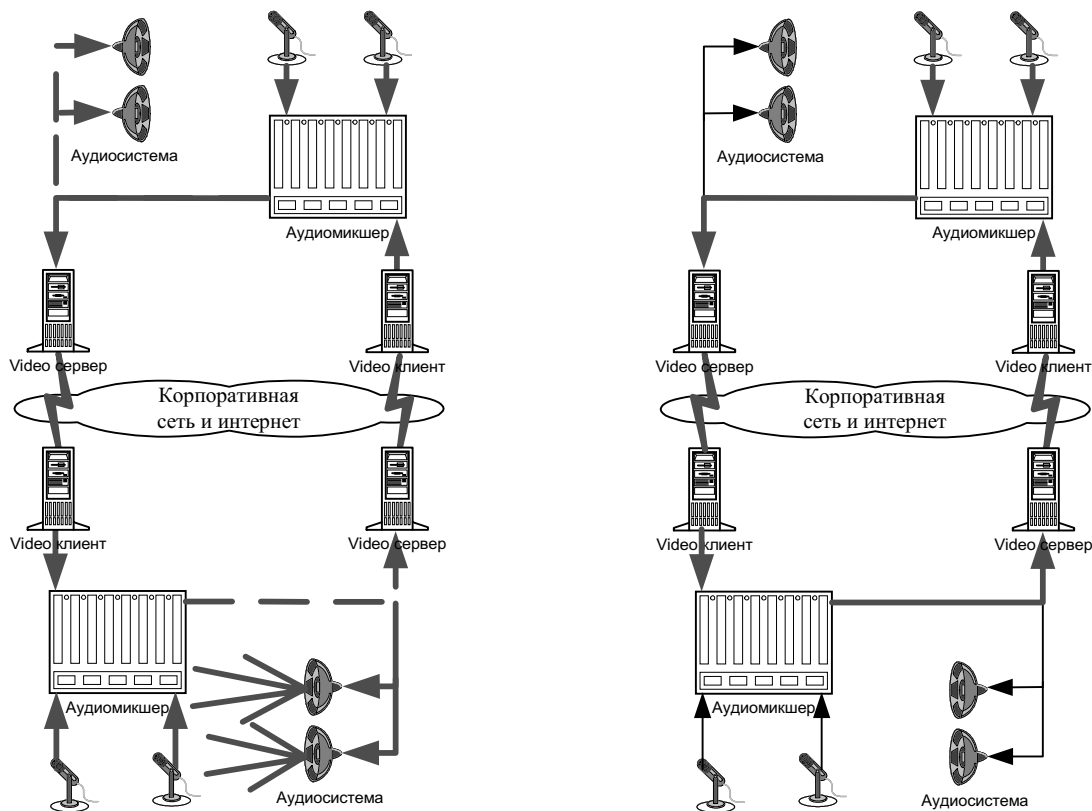


Рисунок 4. Образование акустического (слева) и аппаратного (справа) эха

передачу сигнала. Для борьбы с эхом данного типа следует разорвать возникающую петлю одним из следующих способов:

– использовать разделение выходов на группы на аудиомикшере (если микшер поддерживает такую возможность). При этом входной сигнал с приемника поступает только на выходы аудиосистемы, не поступая на выход передатчика;

– при помощи дополнительного микшера разделять сигнал, подаваемый на передатчик и акустические системы;

– точно так же, как и в случае акустического эха, отключать передачу сигнала, т. е. разрывать петлю.

На рисунке 5 показано размещение оборудования в аппаратной центральной точки.

Хотелось бы сказать несколько слов об организации связи между участвующими в видеоконференции аудиториями.

Зал заседаний Ученого совета (аудитория №6205) находится в шестом корпусе университета, до которого проходит локальная сеть. Таким образом, для передачи данных между центральной точкой и аудиторией №6205 использовалась существующая локальная сеть. Потребовалось только установить дополнительный концентратор в зале Ученого совета для подключения обоих компьютеров к локальной сети.

Схема организации связи между участниками конференции представлена на рисунке 6.

УНПК и лицей №1 находятся на расстоянии 14 и 3 км соответственно. В связи с большой уда-

ленностью последних двух точек от центральной точки было принято решение использовать выделенные линии связи городской телефонной сети с установленными на концах DSL-модемами. На выделенных линиях УНПК и лицей №1 были установлены DSL-модемы ADC MM-300S. Работающие по стандарту SDSL, в полнодуплексном режиме, данные модемы обеспечивают скорость передачи данных до 2 Мбит/с. Модемы через интерфейс Ethernet 10BaseT подключались к коммутаторам Intel InBusinessT, к которым были подключены и машины.

На концах выделенной линии, соединяющей университет с ГТС, были установлены DSL-модемы ADC Campus-R. Данные модемы, работающие по стандарту SDSL как на однопарных, так и на двухпарных линиях, способны обеспечивать полнодуплексную передачу данных со скоростью до 4,6 Мбит/с. На стороне университета модем включался в маршрутизатор Cisco 3640.

Несложные расчеты показывают, что узким местом в системе передачи данных может оказаться канал от университета до ГТС. Так как его скорость ограничена 4 Мбит/с (а реально она была еще меньше), то при трех или четырех удаленных от университета точках он не будет в состоянии передавать весь трафик. Выходом из сложившейся ситуации без увеличения пропускной способности канала связи стало применение групповой адресации. Как уже упоминалось ранее, используемое нами программное обеспечение (программы VIC и RAT) позволяет передавать трафик с помощью групповой адресации, когда всем участникам видеоконференции рассылается один поток. Безусловно, в обратную сторону, в сторону центральной точки, все равно будет идти свой поток от каждой удаленной точки. Но от удаленных точек может приходиться менее качественный и, соответственно, менее скоростной поток, что позволяет увеличить число участников. В сторону удаленных точек при групповой адресации пропускной способности достаточно для передачи качественного сигнала, что особенно важно при применении видеоконференций для чтения лекций. В случае же простой трансляции, без обратной связи, при групповой адресации число принимающих точек может быть практически не ограничено. Схема передачи трафика представлена на рисунке 7.

Обычно при организации видеоконференции связи при числе точек больше двух используют-



Рисунок 5. Размещение оборудования в аппаратной центральной точки

ся специальные устройства многоточечной видеоконференции Multipoint Control Unit (MCU), предназначенные для управления подключением участников конференции /4/, /5/. MCU устанавливается в центральной точке и осуществляет управление рассылкой сигнала для каждого участника и формирует для него необходимые изображение и звук. В случае отсутствия MCU (децентрализованное управление) изображение из каждой точки передается всем остальным участникам либо с помощью соединения «точка – точка», либо групповой рассылкой, что приводит к излишней загруженности каналов связи. Данная ситуация показана на рисунке 8.

Отказ от MCU в нашем случае вызван тем, что это устройство дорого. Однако нам необходимо управление ходом всей видеоконференции из центральной точки, т. к. в этом случае уменьшается вероятность сбоев, поскольку в центральной аппаратной установлено более совершенное оборудование, обслуживаемое более опытным персоналом. Поэтому функцию централизованного управления трафиком видеоконференции выполняют видеосервер и режиссер, ответственный за прием сигнала из удаленных точек. Видеосервер осуществляет передачу сигнала для удаленных точек методом групповой рассылки, а ответный сигнал поступает только на приемник видеосигнала центральной точки, минуя остальные удаленные точки, что снижает загрузку на всю сеть в $\frac{n}{2}$ раз, а на канал каждый удаленной точки в $(n - 1)$ раз, где n – число всех участников.

Список основного оборудования центральной точки представлен в таблице 2.

Схема размещения оборудования в удаленных точках представлена на рисунке 9. Так же как и центральная точка, удаленная точка имеет для связи два компьютера: приемник, выпол-

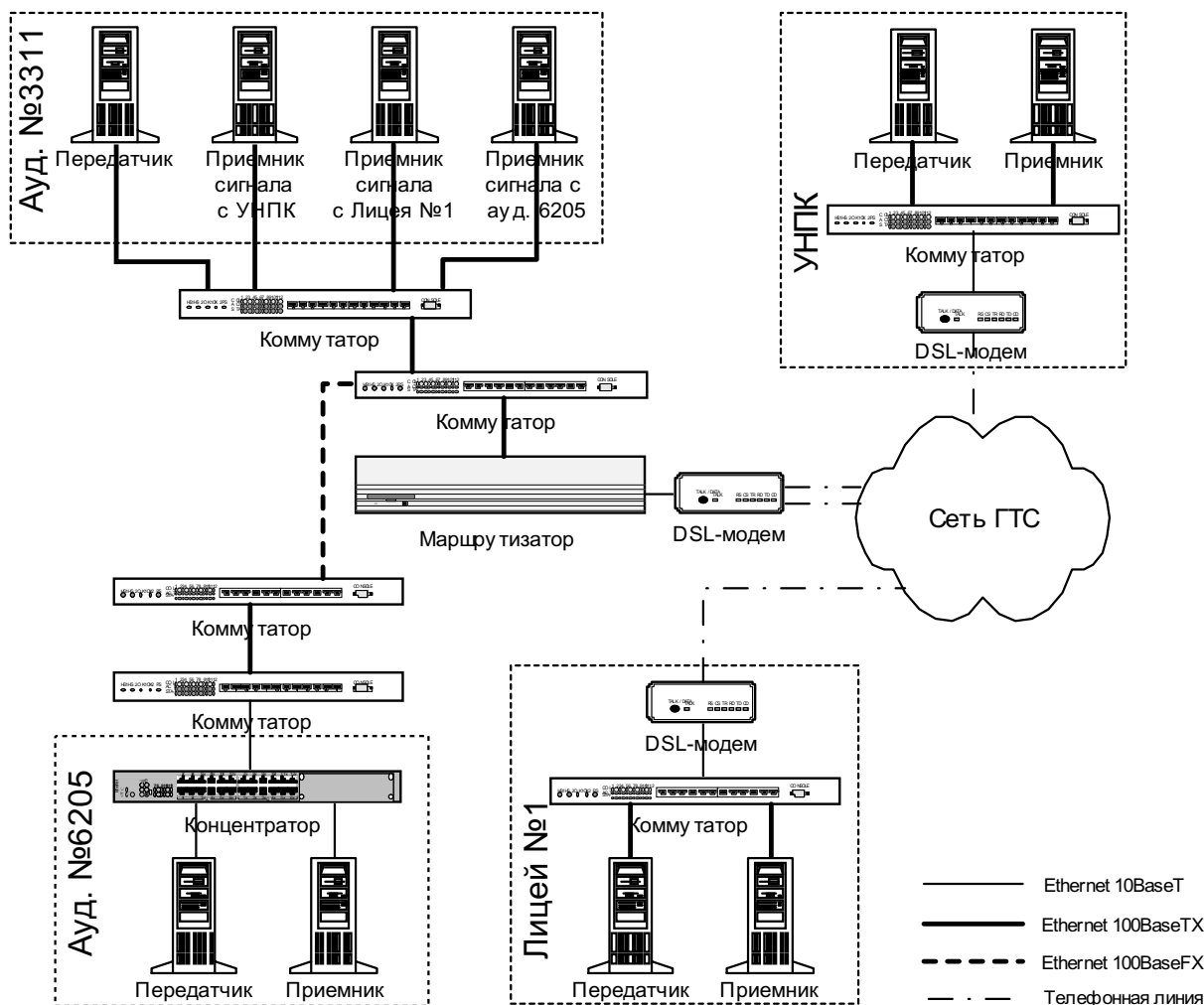


Рисунок 6. Организация связи с удаленными точками

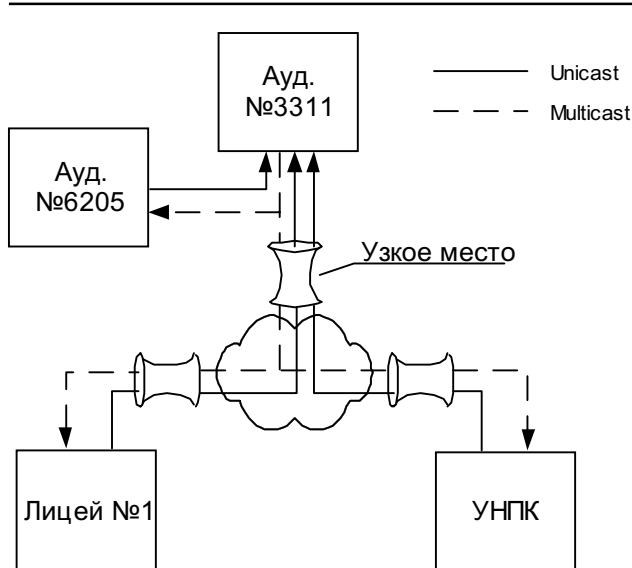


Рисунок 7. Схема передачи трафика

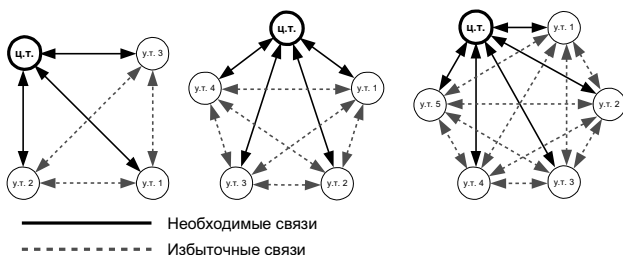


Рисунок 8. Появление избыточных связей при децентрализованном управлении видеоконференцией

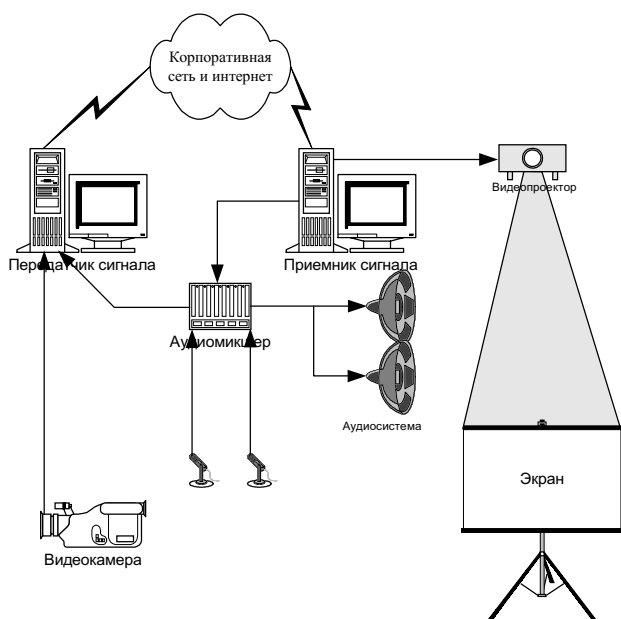


Рисунок 9. Схема размещения оборудования в удаленных точках

няющий цифро-аналоговое преобразование и вывод полученного изображения на экран; передатчик (его функция – преобразование аналогового сигнала от видеокамер в цифровой и передача этого сигнала в центральную точку).

Список основного оборудования удаленной точки представлен в таблице 3.

Таблица 2. Список оборудования для центральной точки

Наименование	Количество
Компьютер PIV-1,9 GHz/512 MB RIMM PC-800	1
Компьютер PIII-933/256 MB SDRAM PC 133	3
Источник бесперебойного питания Smart-UPS 2200	1
Модем ADC Campus-RS SDSL	1
Монитор Bliss 1530	9
Видеокамера Panasonic AG-DVC15	2
Видеомагнитофон JVC SR-VS20	1
Видеомикшер Panasonic WJ-MX50A	2
Разветвитель видеосигнала DS-214V	3
Проектор Panasonic PT-L759E	1
Аудиомикшер Yamaha MX12/4	1

Таблица 3. Список оборудования удаленной точки

Наименование	Количество
Компьютер PIII-933/256 MB SDRAM PC 133	2
Модем ADC MM-300S SDSL	1
Коммутатор Intel InBusinessT	1
Видеокамера Panasonic NV-M9500	1
Проектор Panasonic PT-L712E	1
Аудиомикшер Phonic Powerpad 740	1

По существующей схеме так же были проведены ряд других видеоконференций: открытое заседание Ученого совета, прошедшее 22 февраля 2002 года, и встреча учителей и учеников лицея №1 с педагогическим коллективом ОГУ, прошедшая 15 марта 2002 года. Успешное проведение перечисленных видеоконференций показало жизнеспособность выбранной схемы организации связи.

В дальнейшем планируется подключение к системе видеоконференций как объектов, находящихся непосредственно в Оренбурге, так и более удаленных точек, расположенных в районах Оренбургской области: Орском, Бузулукском, других филиалов ОГУ.

Несомненно, в случае проведения видеоконференции с одновременным участием более четырех точек потребуются некоторая доработка технологии, которая бы позволила преодолеть ограничения, налагаемые применяемой аппаратурой (главным препятствием является наличие только четырех входов на принимающем видеомикшере). Решение проблемы видится в передаче некоторых функций видеомикшера (в частности, совмещение нескольких изображений) принимающим компьютерам, что потребует разработки специализированного программно-

го обеспечения. Кроме того, из опыта проведения видеоконференций с четырьмя участниками видно, что эфирное время используется уже достаточно полно при сбалансированном времени активного и времени пассивного участия удаленной точки. Значительное увеличение числа участников приведет к тому, что либо будет проводиться постоянное переключение между участниками, не позволяющее удаленному оратору раскрыть тему, либо часть удаленных точек так и не получают возможности принять активное участие, оставаясь пассивными участниками. Очевидно, что максимально приемлемым числом участников конференции можно считать 8-10 удаленных точек. Однако пассивных наблюдателей за ходом конференции может быть сколь угодно много.

Еще одной проблемой может стать подключение удаленных точек, расположенных в удаленных районах Оренбургской области. Передача данных на большое расстояние (в масштабах корпоративной сети) имеет свои специфические особенности, такие как значительная задержка и достаточно низкая скорость. Данные параметры особенно критичны для передачи в реальном времени видеосигнала, поэтому возможно возникновение дополнительных трудностей, могу-

щих проявить себя в виде рассинхронизации звука и изображения, ухудшения качества принимаемого сигнала или стробирования изображения. Частично решить такую проблему можно с помощью использования заданного качества обслуживания трафика (Quality of Service, QoS). Назначая пакету данных определенное значение QoS, можно гарантировать его прохождение по сетям связи с наименьшей задержкой, уменьшая таким образом и задержку изображения. К сожалению, преодолеть недостаточную пропускную способность каналов связи значительно сложнее. Наиболее очевидным решением проблемы является сознательное ухудшение качества изображения за счет увеличения компрессии (изображение становится более размытым, нечетким), тогда удастся сохранить качественный звук и его синхронность с изображением.

Таким образом, предстоит проделать огромную интересную работу, провести множество экспериментов, прежде чем начнется использование видеоконференций в полном объеме. Но даже сейчас, на существующем уровне, становятся понятным значение и возможности сетевых технологий как в общении, так и в модернизации технологии обучения.

Список использованной литературы:

1. «ОБЛАСТИ применения видеоконференций» М.: Стэл, 2001 http://www.stel.ru/-frames/tech_vc/areas.htm
2. «ТИПОВЫЕ решения для мультимедийных сетей» М.: Стэл, 2001 http://www.stel.ru/-frames/tech_vc/schemes.htm
3. Авдеевский А. «Камера смотрит в мир» //LAN №3 2000 г. с. 101-104
4. Авдеевский А. «Лицом к лицу» //LAN №12 2000 г. с. 74-81
5. Андреев М. Мельников С. Пименов Ю. «Видеоконференц-связь: Точки роста» //Connect! Мир связи №12 2001 г. с. 52-55
6. Гордиенко И. «Человек у истоков» //Компьютерра, 1996 №41
7. Карпенко О.М., Сербененко А.В., Сивергин М.Ю., Юртаев В.В. «Спутниковые телекоммуникационные технологии и дистанционное обучение в Современном гуманитарном университете» // Сети и системы связи, №12 2001 г. с. 86-95
8. Полуниин А. «Системы видеоконференц-связи. Основные типы оборудования и решения» // LAN №7-8 2001 г. с. 86-91
9. Полуниин А. «Телевидение по сети» //LAN №10 2001 г. с. 98-102