

Видеоконференция и объективные методы оценки качества передачи видео по IP-сетям

Практика

Видеоконференция

- ▶ Видеоконференция или видеоконференцсвязь (ВКС) – это телекоммуникационная технология интерактивного взаимодействия двух и более удаленных абонентов, при которой между ними возможен обмен аудио- и видеoinформацией в реальном масштабе времени с учетом передачи управляющих данных.
- ▶ Для проведения сеансов видеоконференцсвязи необходимо выполнение двух важнейших условий:
 - a) соответствующее оборудование видеоконференцсвязи;
 - b) возможность соединиться с коллегой через любые каналы связи (в том числе и спутниковые), отвечающие требованиям видеоконференцсвязи.

Преимущества внедрения

- ▶ снижает время на переезды и связанные с ними расходы;
- ▶ ускоряет процессы принятия решений в чрезвычайных ситуациях;
- ▶ сокращает время рассмотрения дел в судах общей юрисдикции;
- ▶ увеличивает производительность труда;
- ▶ решает кадровые вопросы и социально-экономические ситуации;
- ▶ дает возможность принимать более обоснованные решения за счёт привлечения при необходимости дополнительных экспертов;
- ▶ быстро и эффективно распределяет ресурсы, и так далее.

Особенности ВКС

- ▶ гарантированная высокоскоростная услуга связи или выделенные каналы связи только для сеансов видеоконференций;
- ▶ стабильное и надёжное электропитание телекоммуникационного оборудования и видеоконференцсвязи;
- ▶ оптимальные шумо- и эхо- поглощающие особенности помещения, в котором будет установлено оборудование видеоконференцсвязи;
- ▶ правильное расположение оборудования видеоконференцсвязи по отношению к световому фону помещения;
- ▶ корректная настройка телекоммуникационного оборудования и видеоконференцсвязи по обслуживанию качества услуги связи с приоритезацией передачи данных;
- ▶ компетентный обслуживающий технический персонал;
- ▶ техническое сопровождение и подписка на обновление оборудования через сертифицированного производителем поставщика.

Категории ВКС (1)

- ▶ Персональные системы обеспечивают возможность индивидуального видеообщения пользователя в режиме реального времени, не покидая своего рабочего места. Конструктивно индивидуальные системы обычно выполняются в виде настольных терминалов либо в виде программных решений.
- ▶ Групповые системы предназначены для проведения групповых сеансов видеоконференцсвязи в переговорных (совещательных) комнатах. Групповая система способна превратить помещение любого размера в видеоконференц-студию для проведения интерактивных совещаний. К групповым системам относятся приставки видеоконференцсвязи (set-top) стандартного разрешения и с поддержкой высокой чёткости (High Definition). К этой же категории относятся и системы класса TelePresence (телеприсутствие), которые предоставляют собой комплекс средств, обеспечивающий максимальный эффект присутствия удалённых собеседников в одной комнате.

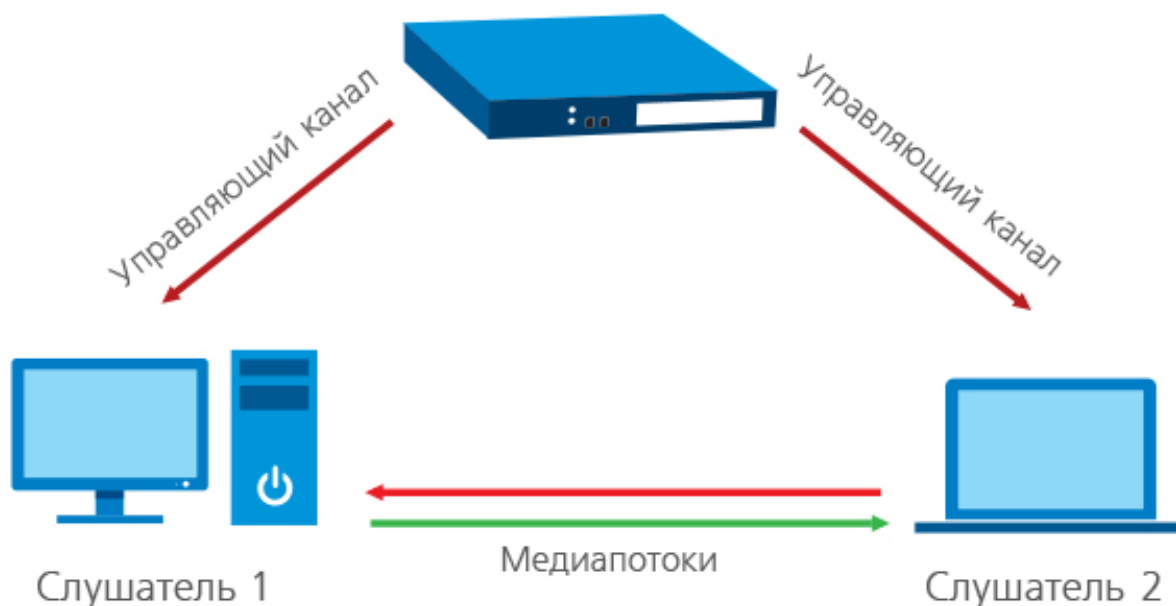
Категории ВКС (2)

Отраслевые системы — это системы, которые применяются непосредственно в определенной отрасли. Например, в медицинской отрасли очень часто применяют системы для проведения операций (телемедицина), в судебной системе — для проведения дистанционных кассационных и надзорных судебных процессов, в нефтегазовой, энергетической, строительной области для оперативности представления информации.

Мобильные системы — это компактные переносные системы видеоконференцсвязи для использования в удалённых районах и экстремальных условиях. Мобильные системы позволяют за короткое время организовать сеанс видеоконференцсвязи в нестандартных условиях. Данные системы обычно используются государственными органами, принимающими оперативные решения (военные, спасатели, врачи, службы экстренного реагирования). Типичный пример использования мобильных систем — организация ситуационного центра.

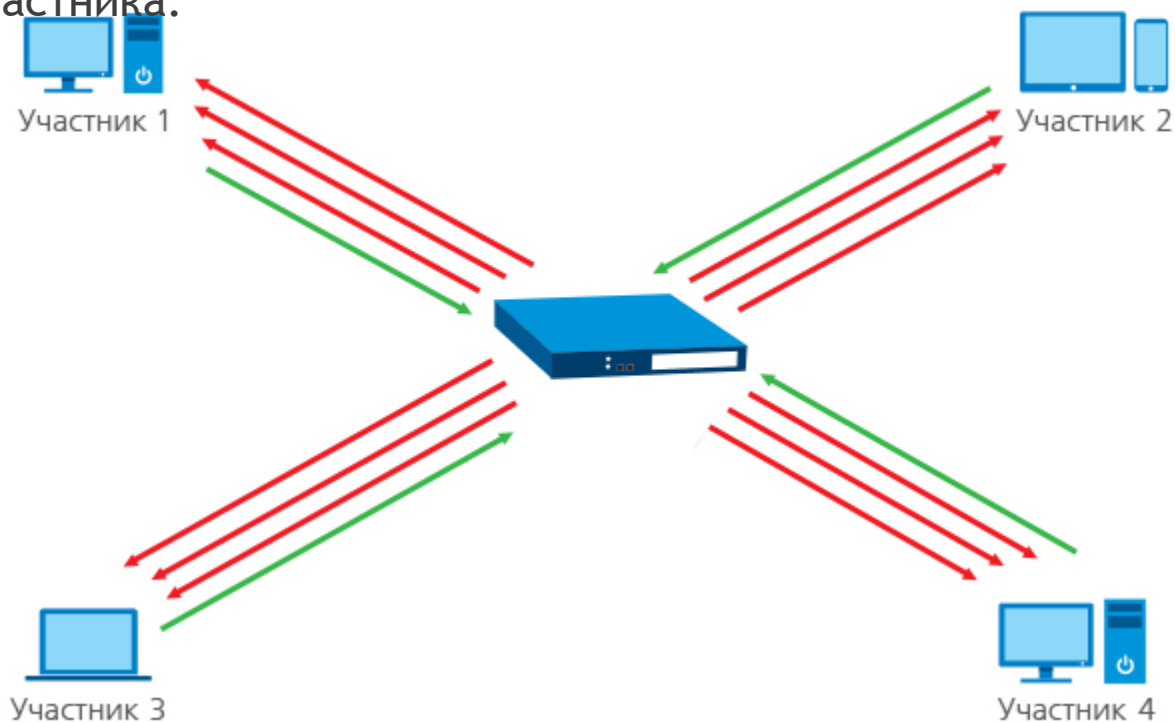
Видеоконференции 1-на-1

- ▶ участвуют два абонента, оба видят и слышат друг друга одновременно. Сразу оговоримся, что во время любого сеанса видеоконференции могут использоваться различные инструменты для совместной работы, такие, как обмен текстовыми сообщениями, файлами, презентациями и прочими медиа данными.



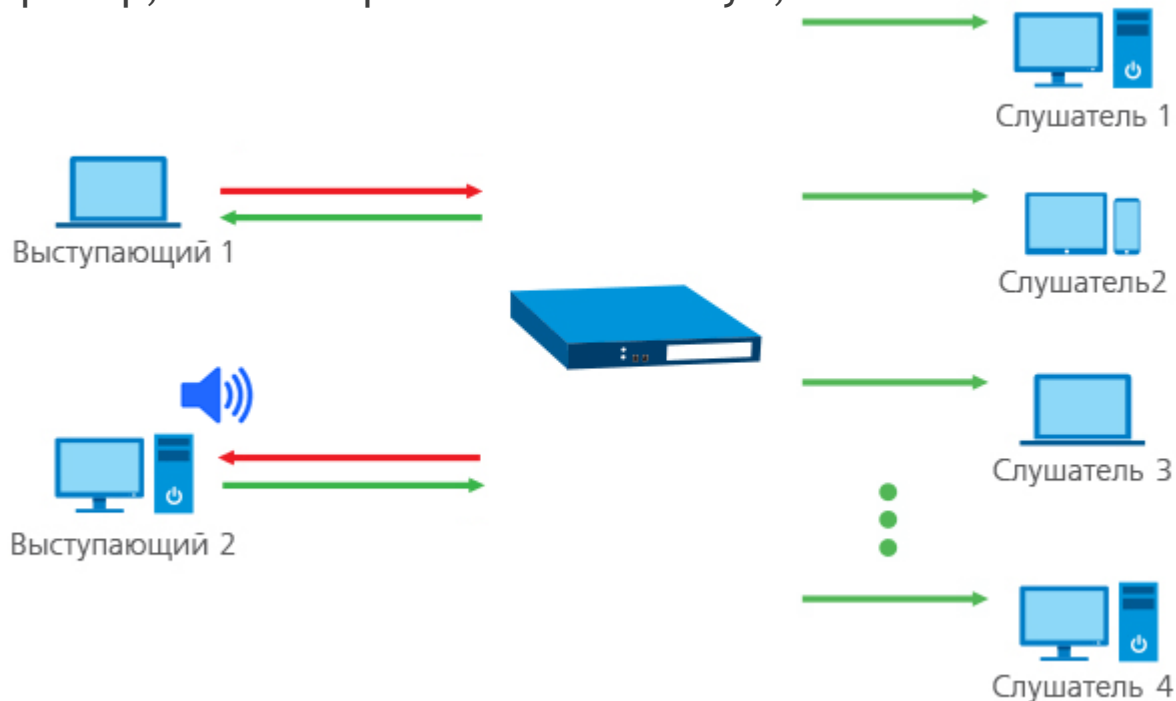
Симметричные видеоконференции

► Они же видеоконференции с постоянным присутствием, от англ. Continuous Presence. Так называют сеанс видеоконференции, в котором участвуют более 2 человек и все участники видят и слышат друг друга одновременно. Естественно, видеоконференция подразумевает полnodуплексное общение. Другими словами, это аналог круглого стола, где у всех равные права. Групповая видеоконференция подходит для встреч, где требуется максимальная вовлеченность каждого участника.



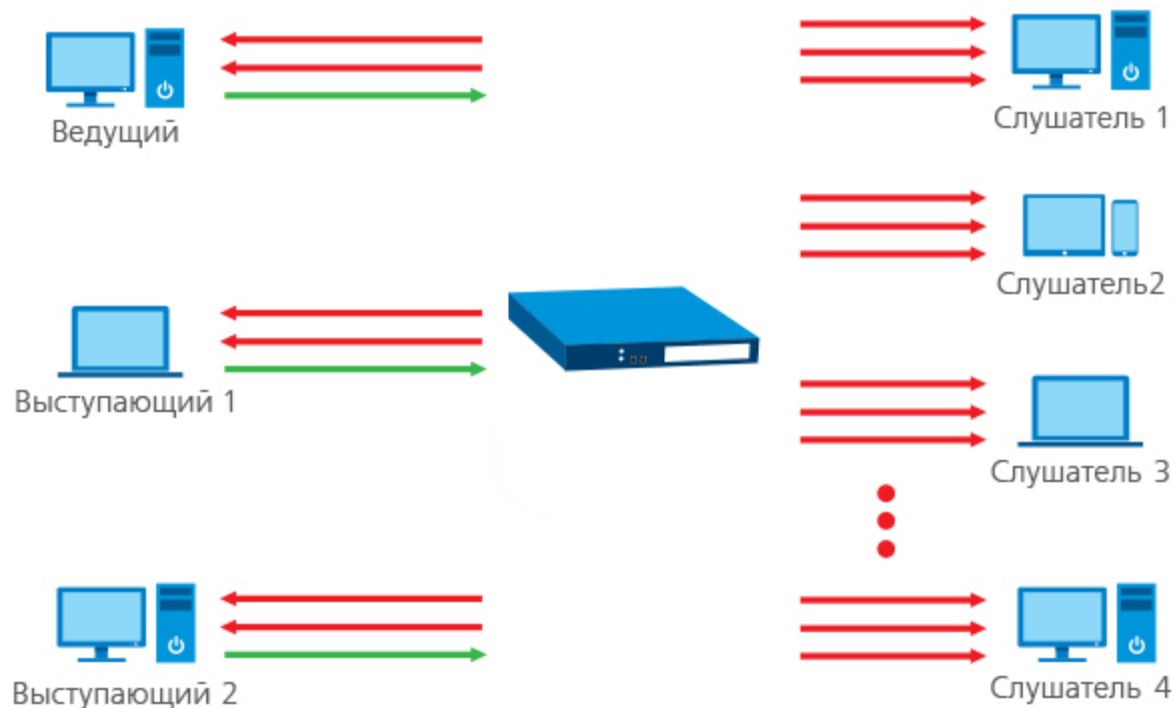
Видеоконференции с активацией по голосу

- ▶ Название такого режима пошло от английского обозначения Voice Activated Switching (VAS). Эта видеоконференция предполагает следующий формат общения: все участники сеанса слышат и видят на своих экранах только выступающего докладчика, в то время, как он сам видит себя, либо предыдущего оратора. Возможны небольшие вариации данного механизма, но суть остаётся следующей: сервер ВКС отслеживает голосовую активность абонентов и переключает транслируемое всем участникам, изображение, на говорящего. У данного режима есть существенные недостатки, например, ложные срабатывания на шум, кашель или звонок мобильного телефона.



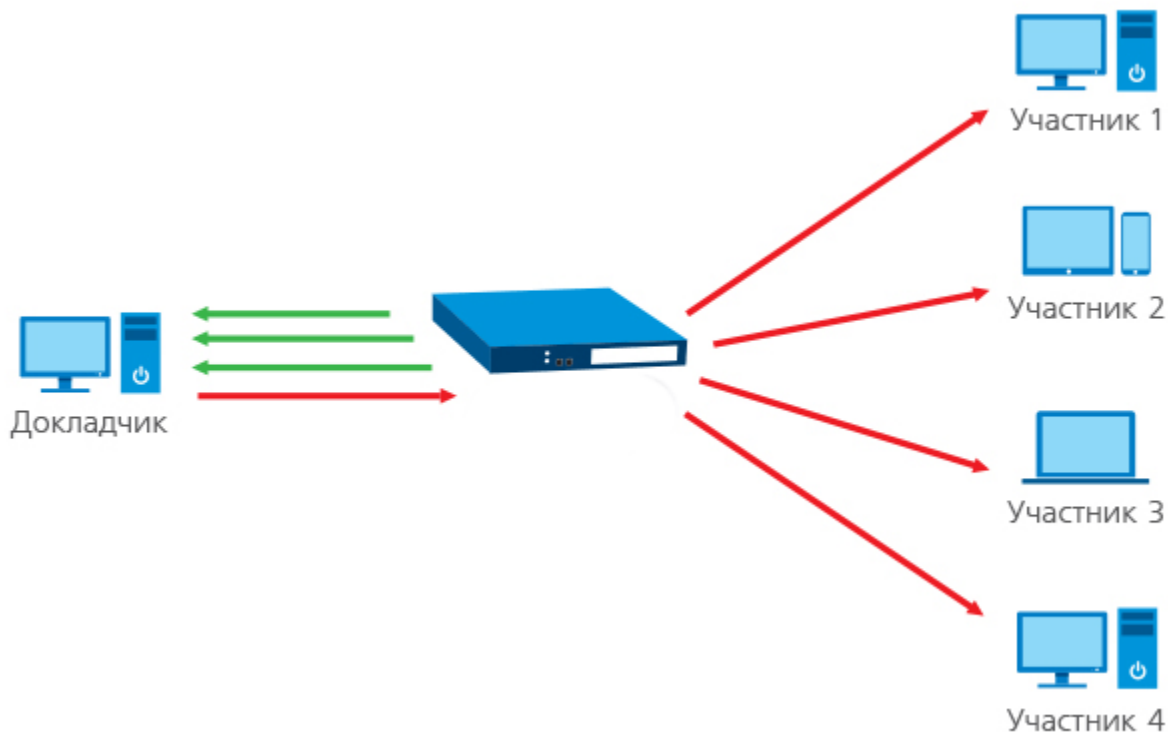
Селекторные видеоконференции

- ▶ Режим, в котором участники делятся на два вида: докладчики и слушатели, где каждый из слушателей может стать докладчиком (с разрешения организатора конференции). Ведущий такой конференции сам назначает докладчиков и может удалить их с видео-трибуны в любой момент.
- ▶ Этот режим может так же называться ролевой видеоконференцией. Селекторная видеоконференция используется чаще всего при проведении веб-конференций (вебинаров).



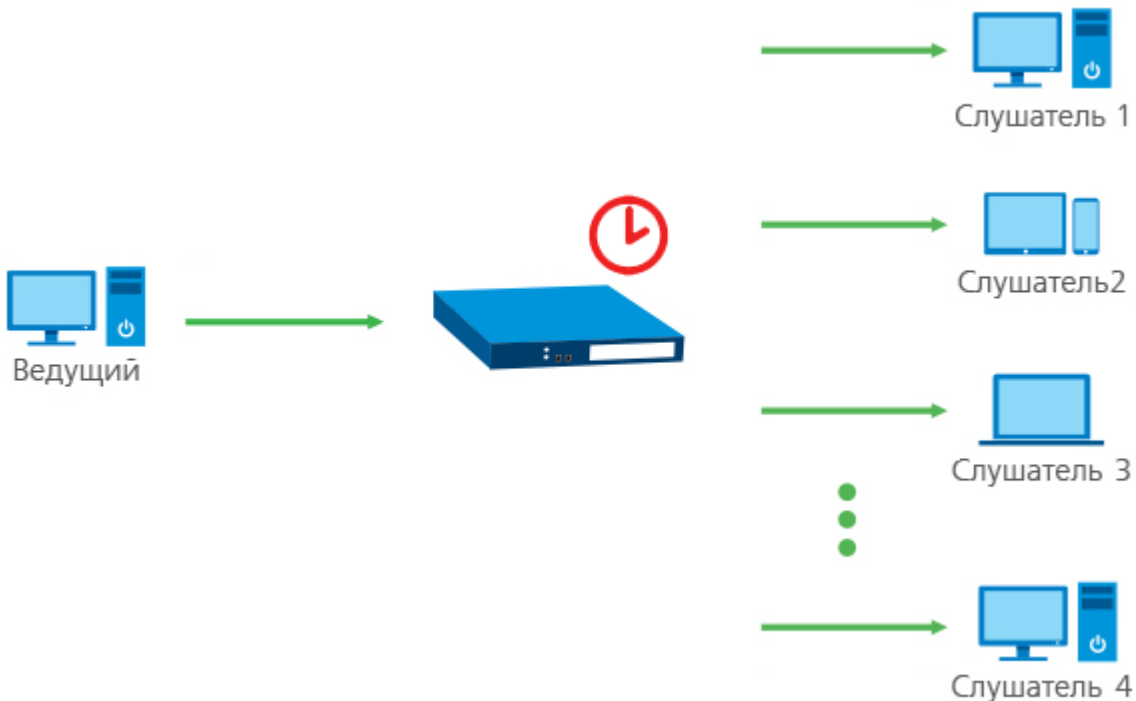
Видеоконференции для дистанционного образования

- ▶ Специальный режим, в котором все участники (ученики) видят и слышат только одного вещающего пользователя (преподавателя), а он видит и слышит всех учеников. Ученики не отвлекаются друг на друга, а преподаватель их контролирует.



Видеотрансляция

- ▶ Вид видеоконференции, в котором докладчик вещает на широкую аудиторию слушателей, при этом, он не видит и не слышит их. Остальные участники видят и слышат только докладчика. Обратная связь возможна только через текстовый чат. Зачастую, для сглаживания изменения сетевых условий, в ходе трансляции вносится значительная задержка до нескольких секунд между вещающим и слушателями.



Классы ВКС.

Программные решения

- ▶ Устанавливаются на ПК, ноутбук или мобильное устройство. В качестве периферии для захвата и воспроизведения видео и звука могут использоваться, как встроенные в устройство камера, микрофон или динамик, так и внешние устройства, такие как веб-камера, головная гарнитура или спикерфон.
- ▶ **Преимущества программных решений:**
 1. возможность обновлений без необходимости замены аппаратной части;
 2. не требуют капитальных вложений в инфраструктуру;
 3. нет необходимости в дополнительном оборудовании для реализации доп. возможностей (запись, совместная работа и т.п.);
 4. приспособлены для работы на нестабильных каналах связи, таких как интернет;
 5. поставляются в виде лицензий.
- ▶ **Общие ограничения программных решений:**
 1. предназначены в основном для индивидуального использования;
 2. высокая нагрузка на центральный процессор ПК.

Классы ВКС.

ВКС стандартного качества

- ▶ подразумевают поддержку четырёх стандартных видеоразрешений: SQCIF (128x96), QCIF (176x144), CIF (352x288) и 4CIF (704x576) на скоростях передачи данных от 64 Кбит/с до 768 Кбит/с.
- ▶ Разрешения SQCIF и QCIF изначально были введены для медленных каналов связи (от 64 Кбит/с) и в настоящее время практически не используются. Разрешение CIF поддерживается на скоростях от 256 Кбит/с. Самое высокое стандартное разрешение 4CIF доступно на скоростях от 384 Кбит/с.
- ▶ Минимальные значения скоростей передачи данных для того или иного разрешения могут варьироваться в зависимости от производителя оборудования.

Классы ВКС.

ВКС высокой четкости

- ▶ Класс высокой четкости появился в связи с выпуском на рынок систем ВКС с более высоким разрешением, чем 4CIF, то есть разрешение HD (1280x720), которое требует в несколько раз больше пикселей для построения изображения по сравнению со стандартной видеоконференцсвязью, и, соответственно, для её передачи необходима более высокая скорость.
- ▶ Появлению видеоконференции высокой чёткости способствовало несколько факторов:
 - ▶ в западных странах начался массовый переход на цифровое телевидение, в результате которого мониторы, фотоаппараты, камеры стали поддерживать технологии высокой четкости;
 - ▶ в дополнение к H.323 был ратифицирован стандарт сжатия видео H.264, обеспечивающий более эффективный алгоритм сжатия громоздких файлов для передачи видео по сети, в том числе беспроводной;
 - ▶ одновременно с этим на рынок было выпущено новое поколение высокопроизводительных специализированных процессоров для обработки видео.
 - ▶ функция подстройки разрешения под пропускную способность уже реализована на базе видеодвижков компаний: Skype, SPIRIT DSP, Google, Microsoft и др.

Классы ВКС.

Телеприсутствие

- ▶ Телеприсутствие — технология проведения сеансов видеоконференцсвязи с использованием нескольких кодеков, обеспечивающая максимально возможный эффект присутствия за счет специальным образом установленных экранов, мебели, отделки помещения и т.п.
- ▶ Отличия от оборудования видеоконференцсвязи высокой чёткости:
 - ▶ эффект общения собеседников в одной комнате;
 - ▶ позиция и размер собеседников;
 - ▶ линия взгляда — "глаза в глаза";
 - ▶ инструменты для совместной работы;
 - ▶ естественное акустическое окружение;
 - ▶ освещение;
 - ▶ отделка помещения.

Классы ВКС.

Ситуационные и диспетчерские центры

- ▶ Это комнаты, предназначенные для лиц, принимающих решения. Они могут быть использованы в различных областях деятельности. В общем случае ситуационный центр состоит из ситуационной комнаты, оснащенной всеми коммуникациями, включая средства видеоконференцсвязи или телеприсутствия и диспетчерского центра, осуществляющего сбор, анализ и подготовку информации для передачи в ситуационную комнату для принятия решения. Также диспетчерская ситуационной комнаты обеспечивает связь ситуационной комнаты с внешним миром.
- ▶ Ситуационные и диспетчерские центры предоставляют возможность:
 - ▶ экспресс-анализа текущего положения;
 - ▶ моделирования сценариев возможных событий;
 - ▶ экспертной оценки принимаемых решений и их оптимизации;
 - ▶ выбора наиболее эффективного управленческого воздействия на ту или иную ситуацию и так далее.

Основные стандарты видеоконференцсвязи

- ▶ H.320 — по сетям ISDN;
- ▶ H.321 — по сетям Ш-ЦСИО и АТМ;
- ▶ H.322 — по сетям с коммутацией пакетов с гарантированной пропускной способностью;
- ▶ H.323 — по сетям с коммутацией пакетов с негарантированной пропускной способностью;
- ▶ H.324 — по телефонным сетям общего пользования;
- ▶ H.324/С — по сетям мобильной связи;
- ▶ H.239 — поддержка двух потоков от разных источников, изображение участника и данных (вторая камера или презентация) выводятся на два разных дисплея или в режиме PIP (англ. *Picture in Picture*) на один дисплей.
- ▶ H.460.17/.18/.19 — поддержка прохождения аудио- и видеотрафика видеоконференцсвязи через NAT и Firewall.
- ▶ Рекомендации ITU-T, входящие в стандарт H.323, определяют порядок функционирования абонентских терминалов в сетях передачи данных с разделяемым ресурсом, в основном не гарантирующих качества обслуживания.

Стандарты сжатия видеоизображения

- ▶ Стандарт H.261 — разработан ИТУ-Т. На практике первый кадр в стандарте H.261 всегда представляет собой изображение стандарта JPEG, компрессированное с потерями и с высокой степенью сжатия.
- ▶ Стандарт H.263 — это стандарт сжатия видео, предназначенный для передачи видео по каналам с довольно низкой пропускной способностью (обычно ниже 128 кбит/с). Применяется в программном обеспечении для видеоконференций.
- ▶ Стандарт H.264 — это новый расширенный кодек, также известный как AVC и MPEG-4, часть 10.
- ▶ Стандарт H.264 High Profile — самый производительный профиль H.264 с алгоритмом сжатия видео Context Adaptive Binary Arithmetic Coding (CABAC), впервые внедрен на оборудовании Polycom, позволяет устраивать HD-видеоконференции на канале от 512 Kbps.
- ▶ Для видеоконференций на сегодняшний день чаще всего используется стандарт H.263 и H.264.

Форматы кадров H.261 и H.263

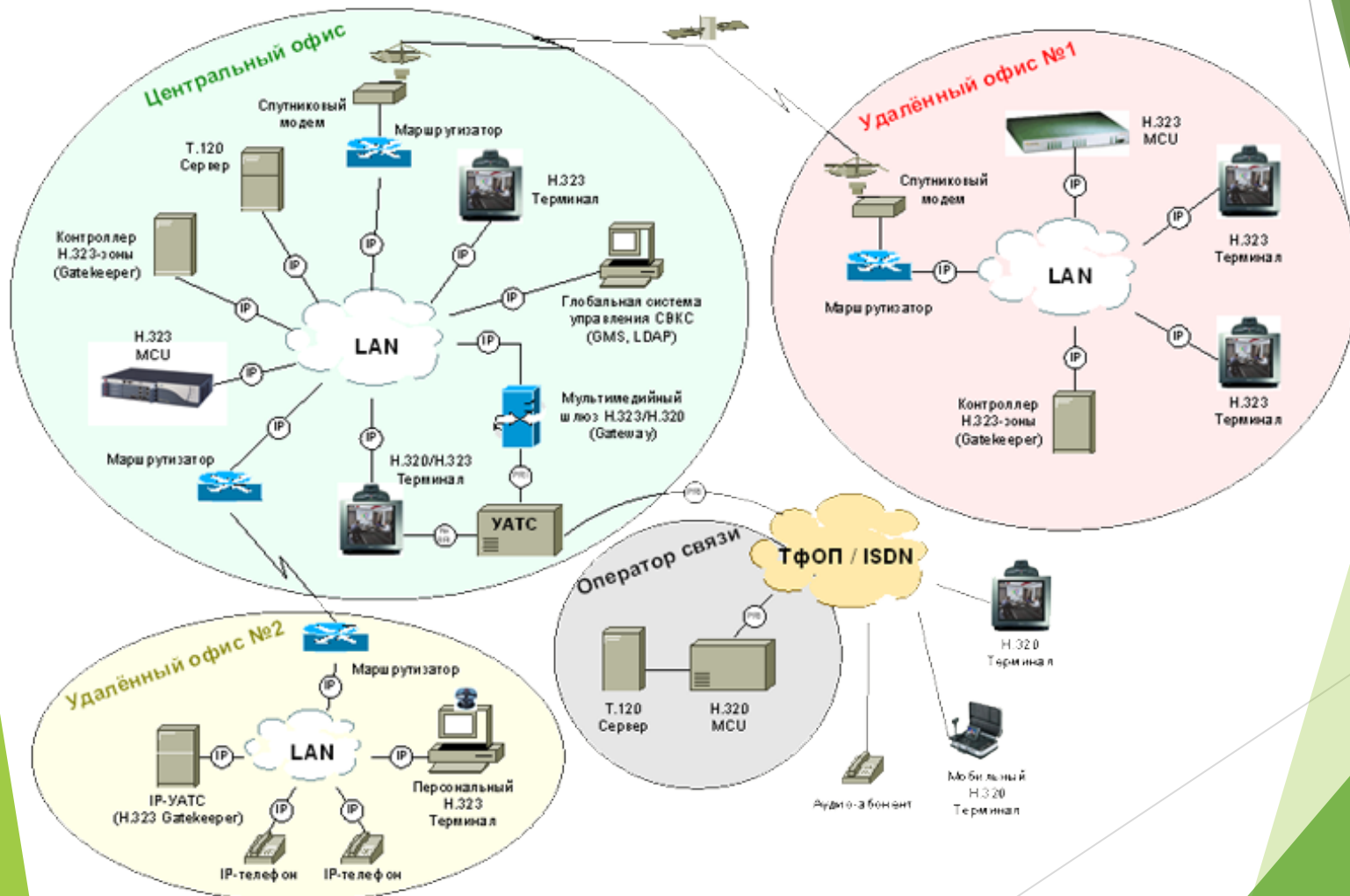
Формат кадра	Размер в пикселях	H.261	H.263
sub-QCIF	128x96	не определено	обязательно
QCIF	176x144	обязательно	обязательно
CIF	352x288	возможно	возможно
4CIF	702x576	не определено	возможно
16CIF	1408x1152	не определено	возможно

Стандарты связи и управления

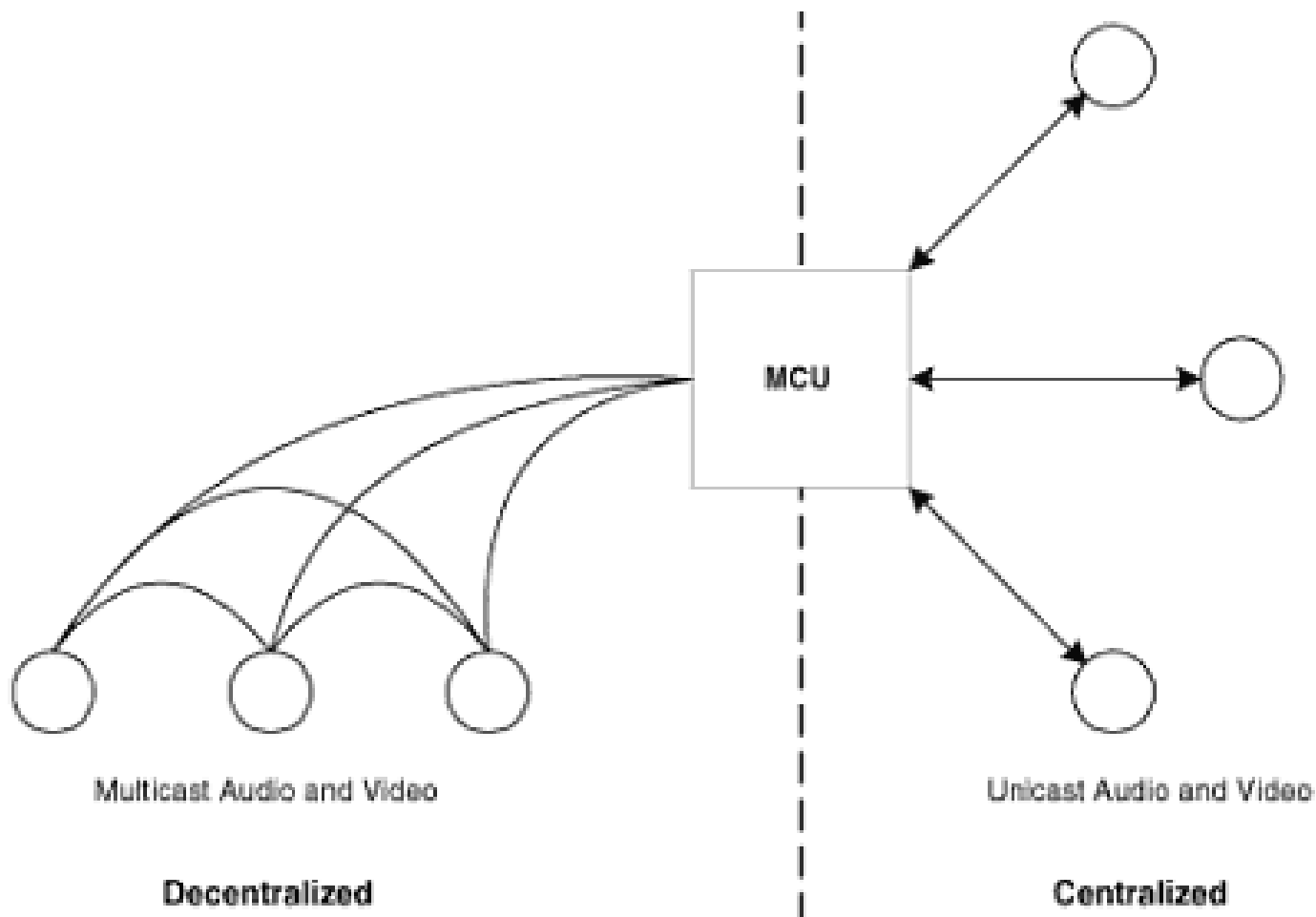
- ▶ H.221 - структура кадра в каналах 64 - 1920 Кбит/С (H.320);
- ▶ H.231 - рекомендации по работе видеосерверного оборудования (MCU) по протоколу H.320;
- ▶ H.242 - управляющие процедуры и протокол для установления связи между терминалами в каналах до 2 Mbps (H.320);
- ▶ Q.931 - сигнальный протокол для установления и разрыва связи с терминалами (H.323);
- ▶ RAS - (Registration/Admission/Status) - коммуникационный протокол для взаимодействия терминалов и контроллера зоны (H.323);
- ▶ H.225 - сигнальные протоколы для установления связи между терминалами в пакетных сетях и форматы пакетизации и синхронизации потока (H.323);
- ▶ H.235 - обеспечение безопасности в системах H.323: аутентификация участников, шифрование передаваемой информации;
- ▶ H.243, H.245 - рекомендации по работе видеосерверного оборудования (MCU) по протоколу H.323;
- ▶ H.281- управление удаленной камерой;
- ▶ H.331- рекомендации по потоковому видео (streaming);
- ▶ H.450.x - серия дополнительных служебных протоколов.

Архитектура сети ВКС

Инфраструктура сети видеоконferenz-связи



Схемы организации ВКС



SIP

SIP (Session Initiation Protocol) — протокол передачи данных, который описывает способ установления и завершения пользовательского интернет-сеанса, предусматривающего обмен мультимедийным содержимым (видео- и аудиоконференция, мгновенные сообщения, онлайн-игры).

Этот протокол разработан и стандартизирован Internet Engineering Task Force (IETF), силами IETF MMUSIC Working Group в RFC 3261.

Объективные методы оценки качества передачи видео

- ▶ Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR);
- ▶ Media Delivery Index (MDI, RFC 4445, 1996);
- ▶ Moving Pictures Quality Metric (MPQM);
- ▶ Video Quality Metrics (VQM, 1999);
- ▶ Noise Quality Metrics (NQM, 2000).
- ▶ Экспертная группа по оценке видео - Video Quality Experts Group (VQEG) - была организована в 1997, ее работа полностью согласована с ITU. Работает над созданием V-фактора.

Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)

- ▶ Общепринятой величиной для оценки потерь при восстановлении изображений является метрика, называемая пиковое отношение сигнал/шум. Оценка может использоваться как приблизительная, т.к. не дает гарантию, что зрителю понравится восстановленный образ.
- ▶ Связь между PSNR и MOS:

MOS	1	2	3	4	5
	очень плохое	плохое	среднее	хорошее	очень хорошее
PSNR	<20	20-25	25-31	31-37	>37

Media Delivery Index (MDI)

- ▶ Включает в себя данные о потерянных и ошибочных пакетах, джиттере и задержках.
- ▶ DF (Delay Factor, относительная задержка) и MLR (Media Loss Rate, потери в потоке) – ключевые параметры сети передачи, к которым чувствителен трафик реального времени IPTV.
- ▶ 0.5% потерь – заметно глазу, 5% – неудовлетворительное качество.

Moving Pictures Quality Metric (MPQM)

- ▶ В модуле контроля параметров анализируются исходная и полученная последовательности кадров.
- ▶ В модуле оценки качества последовательности раскладываются по цветовым каналам, проходят через 17 пространственных и 2 временных фильтра, оцениваются по 34 параметрам, важным для зрительного восприятия, анализируется их контрастность и «размытость».
- ▶ На выходе формируется результат по пятибалльной шкале.
- ▶ Недостаток: большая ресурсоёмкость.
- ▶ Преимущества: ориентированность на восприятие человеком, возможность контроля на любом этапе.

Video Quality Measurement, VQM

- ▶ Метод VQM (*Video Quality Measurement*), ITU-R BT.1683. Оценивает видимый результат ухудшения видео. Смазанность (размытие), дрожание, блочность, шум, искажение цвета. Сравнивает исходное видео и видео в конечной точке. Оцениваемые показатели комбинирует в одну метрику. Не может анализировать большое количество потоков. Не контролирует состояние сети. Хорошая корреляция с субъективными методами.

Noise Quality Metric, NQM

- ▶ NQM (*Noise Quality Metric*). Оценивает разброс контраста в зависимости от расстояния элементов, разрешения изображения и пространственной частоты, разброс значений яркости соседних элементов, зависимость контраста от пространственных частот, эффекты, маскирующие контраст. Разделяют частотное искажение и шум и исследуют влияние по отдельности на сигнал. Позволяет внести улучшающие изменения в алгоритмы восстановления видео последовательностей. Не оценивает качество передачи видео в целом.

Зависимость искажений видео от сетевых показателей

№п/п	Искажение видео	Сетевые показатели	Метод измерения
1	Блочность видео (пикселизация, распадание картинки на квадраты)	Потери пакетов	VQM, PSNR, MDI, MPQM
2	Случайные полосы в изображении	Джиттер	MDI
3	Искаженное видео, рассыпание изображения	Прибытие пакетов в неправильном порядке	
4	Несинхронный звук по отношению изображению	Ошибки в настройке буфера на приеме, джиттер	
5	Смазанность	Уровень потерь 5%	VQM, PSNR, MDI, MPQM
6	Мерцание	Переполнение буфера абонентского устройства и потери пакетов	
7	Застывшие видеокадры	Эти искажения вызваны разным уровнем потерь	VQM, PSNR, MDI, MPQM
8	Провалы в видеоизображении		
9	Отсутствие видео		
10	Потеря звука в видео	Задержки, джиттер	MDI

Модели «потери-искажения»

- ▶ PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*). Измеряет отношение сигнала к шуму или пиковое отношение сигнала к шуму между исходным сигналом и сигналом на выходе системы. Учитывает потери. Измерение на различных участках сети. Рассчитывается через MSE (среднеквадратичную ошибку). Результатом является значение в дБ. Норма - 30-40 дБ. Не учитывает влияние характеристик специфических для видео приложения. Обладает сравнительно низкой вычислительной сложностью.
- ▶ *No parse* («без анализа») - без подробного разбора видеопотока, извлекает информацию только о средней битовой скорости видеопотока и скорости потерь пакетов;
- ▶ *Quick parse* («с быстрым анализом») извлекает заголовки видеопотока, например, MPEG2;
- ▶ *Full Parse* («с полным анализом») извлекает всю информацию о данном видеопотоке.