

О.В. Переведенцев

ООО «[СТЭЛ—КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ](#)»

В.М. Леванов

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛАСТНАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА ИМ. Н.А.  
СЕМАШКО

М.Ю. Сметанников

КБ №1 ГУ «ЮОМЦ МИНЗДРАВА РОССИИ»

## **ОБОРУДОВАНИЕ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО ЦЕНТРА**

Телемедицина – это совокупность компьютерных, информационных, телекоммуникационных, медицинских и образовательных технологий. И именно компьютерные, информационные и телекоммуникационные технологии создают тот технологический базис, с помощью которого оказываются дистанционные консультационные, образовательные и другие услуги.

Основными задачами, которые решают ТМЦ и ТМП, являются:

- задачи сбора и предварительной обработки медицинской информации;
- задачи визуализации информации;
- задачи обмена информацией по телекоммуникационным сетям.

Технические средства можно разделить на следующие группы:

- компьютерное оборудование, с помощью которого осуществляется основной объем функций обработки, визуализации и хранения информации для телеконсультаций, подготовки электронных учебных материалов и других документов;
- компьютерное оборудование ввода и вывода информации – это своего рода интерфейс между компьютерным оборудованием и внешним миром, с помощью которого информация, с одной стороны, преобразуется в электронную цифровую форму, а с другой стороны, может восприниматься людьми;
- телекоммуникационное оборудование и каналы связи – важнейший компонент телемедицинских сетей, обеспечивающий передачу информации между участниками телемедицинских мероприятий;
- мультимедийные средства дистанционной работы – программно-аппаратные средства обмена в реальном времени большими объемами видео, аудио и другой мультимедийной информации;

- медицинские системы с цифровым выходом – современные компьютеризированные медицинские системы, имеющие компьютерные интерфейсы, что обеспечивает возможность работы с неискаженной медицинской информацией;
- системное и прикладное программное обеспечение, управляющее всем оборудованием и интегрирующее информационные потоки;
- средства защиты информации от несанкционированного доступа.

Важно, чтобы все перечисленные компоненты функционировали в едином комплексе и имели возможность эффективного взаимодействия с другими телемедицинскими комплексами. Для этого необходимо, чтобы в составе телемедицинских комплексов использовалось оборудование, оснащенное необходимыми интерфейсами и поддерживающее современные, принятые международным сообществом протоколы и стандарты.

## **2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО КОМПЛЕКСА**

### **2.1. КОМПЬЮТЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

Один или несколько персональных компьютеров, объединенных в сеть, позволяют пользователям решать задачи подготовки, обработки, хранения и пересылки данных, необходимых для телемедицинских консультаций и дистанционного обучения. Высокая динамика появления более производительных процессоров и обновление модельного ряда разнообразных компьютерных компонентов, снижение стоимости на оперативную память и устройства долговременного хранения информации не позволяет говорить о каких-то оптимальных параметрах компьютеров. Понятно, что оптимальная на момент выхода данного пособия конфигурация может через несколько месяцев выглядеть как устаревшая модель. Можно говорить о том, что компьютер должен, как минимум, соответствовать системным требованиям, предъявляемым производителями операционных систем к компьютерной платформе. Так компания Microsoft для своей операционной системы Microsoft® Windows® XP Professional предъявляет следующие требования:

- рекомендуется компьютер с процессором, тактовая частота которого составляет не менее 300 МГц; использоваться могут процессоры семейств Intel Pentium/Celeron, AMD K6/Athlon/Duron, или другие совместимые процессоры (следует заметить, что уже практически невозможно купить процессор с тактовой частотой ниже 1 ГГц);

- рекомендуется не менее 128 МБ ОЗУ (допустимый минимум — 64 МБ, при этом быстродействие и некоторые возможности операционной системы могут быть ограничены);
- 1,5 ГБ свободного места на жестком диске;
- видеоплата и монитор Super VGA, с разрешением не менее 800×600 точек;
- дисковод для компакт-дисков или дисков DVD;
- клавиатура и мышь Microsoft Mouse, или совместимое устройство ввода.

Такой компьютер должен быть оснащен сетевой картой для включения его в локальную вычислительную сеть, а также необходимыми портами для подключения периферийного оборудования.

Компьютерное оборудование, используемое в телемедицине – это не только рабочие места специалистов, где готовятся и обрабатываются материалы, но и серверное оборудование, где осуществляется накопление, хранение и распределение информации. Серверные системы по функциональному признаку можно разделить на сервера баз данных, сервера приложений, почтовые сервера и другие.

Основная задача серверов баз данных – накопление и структурированное хранение больших объемов информации. Это могут быть заявки, отчеты и медицинская документация для телеконсультаций или электронные учебные материалы.

Сервера приложений выполняют несколько другие задачи. В первую очередь это централизованное выполнение приложений, характеризующихся высокой нагрузкой на компьютер. Это может быть связано как с необходимостью выполнения сложных вычислительных алгоритмов, так и с большим количеством одновременно обслуживаемых пользователей. Наиболее известным примером сервера приложений является WWW сервер, обеспечивающий обработку запросов большого числа пользователей, обращающихся на этот сервер за WEB-страницами.

Почтовые сервера, как например, Microsoft Exchange Server, осуществляют хранение и отправку электронной почты и других сообщений.

Достаточно эффективным решением для организации работы Телемедицинского Центра является использование сервера базы данных для хранения всей необходимой для телеконсультаций информации и сервера приложений, который обеспечит прием, обработку и передачу информации между пользователями телемедицинской сети.

## **2.2. КОМПЬЮТЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВВОДА И ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ**

Компьютерное периферийное оборудование ввода необходимо для преобразование информации в электронную цифровую форму. Соответственно периферийное оборудование вывода информации позволяет человеку увидеть эту информацию.

### **2.2.1. Устройства отображения информации**

Основным устройством отображения информации является компьютерный монитор. С его помощью осуществляется вывод всей необходимой информации – символьной и графической, статической и динамической.

В настоящее время доступны компьютерные мониторы на базе электронно-лучевых трубок (ЭЛТ) и TFT панелей.

К основным характеристикам мониторов относятся:

- размер диагонали видимой области экрана – для телемедицинских применений рекомендуется монитор с размером не менее 17” (около 43 см);
- разрешение монитора, т.е. количество элементов изображения по горизонтали и вертикали – лучше использовать мониторы с разрешением не ниже 1280 x 1024 точек;
- максимальная частота кадровой развертки – чем это значение выше, тем четче и стабильнее будет изображение на экране монитора;
- для TFT панелей важный параметр – задержка смены кадров – чем она меньше, тем лучшим будет качество динамических изображений (у современных моделей эта задержка не превышает 16 мс).

Из дополнительных характеристик можно принять во внимание, что электронно-лучевая трубка с апертурной решёткой обеспечивают наилучшую цветопередачу, что важно для телемедицинских приложений.

Для обеспечения комфортной работы больших групп пользователей, например, во время телеконсилиума или при прослушивании видеолекции, следует использовать устройства группового отображения информации. Наиболее известные устройства – это мультимедийные проекторы. Но сейчас можно выбирать между проекторами, проекционными телевизорами, плазменными и жидкокристаллическими панелями. Каждое из этих устройств имеет достоинства и недостатки.

### **Мультимедийные проекторы:**

Мультимедийные проекторы условно делятся на стационарные, переносные, портативные и ультрапортативные. Стационарными системами оснащаются большие залы, такие как кинотеатры, концертные и другие залы. Они характеризуются очень высоким световым потоком и высококачественной цветопередачей, что позволяет на больших расстояниях и огромных экранах воспроизводить высококачественные изображения. К сожалению, эти системы стоят очень дорого. Обычно в практике Телемедицинских Центров используются переносные и портативные мультимедийные проекторы. Основными параметрами при выборе модели проектора являются:

- Световой поток (СП) - мощность световой энергии, измеряемая в люменах (лм).
- Освещенность - плотность светового потока (СП), измеряемая в люксах (лк). Освещенность в 1 лк имеет поверхность, на 1 кв. м которой падает и равномерно по ней распределяется СП в 1 лм. Не существует приборов для непосредственного измерения СП проекторов, поэтому он измеряется косвенно по замерам освещенности экрана и затем вычисляется. Большинство современных проекторов имеют СП от 1000 до 4000 ANSI Lm, что вполне достаточно для большинства применений. СП является важнейшей характеристикой проектора и не зависит от размера экрана и расстояния до него. Нередко световой поток ошибочно называют яркостью. На самом деле яркость - свойство изображения на экране, она пропорциональна световому потоку проектора и обратно пропорциональна площади экрана. Необходимый световой поток зависит от размера экрана и освещенности помещения. Для затемненных помещений малых и средних размеров вполне достаточно потока от десятков до сотен люменов. Для больших освещенных залов может потребоваться световой поток в тысячи и десятки тысяч люменов. Но даже самый мощный проектор не будет хорошо показывать на экране, на который падают прямые солнечные лучи.
- разрешение – параметр, аналогичный компьютерным мониторам. Для телемедицинских применений предпочтение следует отдавать моделям с разрешением не ниже 1024 x 768 точек.
- Контрастность – это отношение освещенностей или яркостей самой светлой части и самой темной части изображения. Значение контрастности указывают как соотношение. Это означает, что проектор с реальным световым потоком (СП) в 3000 лм на экране размером 2x1,5 м (площадь изображения 3 кв.м) соз-

даст освещенность  $3000/3 = 1000$  лк на белом участке изображения и в К раз меньше на черном участке изображения  $1000/K = 1000/200 = 5$  лк.

### **Плазменные панели.**

Основным недостатком плазменных панелей является их высокая стоимость. Кроме того, само изображение формируется из точек (пикселей) горящего, плазменного разряда, но этот разряд трудно погасить, - надо ограничить ток через каждую ячейку до единиц микроампер, что находится на грани современных технологий. Кроме того, вследствие большого количества пикселей, возрастает вероятность отказа, пробоя управляющего пикселем элемента, что иногда приводит к появлению постоянно горящих точек. На плазменных экранах нежелательно длительное время отображать статичное изображение, т.к. интенсивность свечения постоянно горящих элементов со временем падает. Что касается телемедицинского использования, то у плазменных панелей недостаточная точность цветопередачи.

К достоинствам плазменных панелей следует отнести возможность производства больших (до 60") плоских и ярких экранов небольшой толщины. У плазменных панелей отсутствуют проблемы сведения, линейности, фокуса и т.п., характерных для привычных телевизоров.

### **ЖК панели**

Жидкокристаллические (LCD) панели/матрицы, они же TFT – панели на сегодня считаются самым перспективным типом. Используется эффект управляемой напряжением поляризации света жидкими кристаллами, что приводит, в итоге, к управляемому светопропусканию. В ЖК панелях используется экран просветного типа, то есть экран подсвечивается с обратной стороны лампой белого цвета, а ячейки основных цветов RGB, расположенные на трех панелях соответствующих цветов, пропускают или не пропускают через себя свет, в зависимости от управления. Размер экрана современных ЖК панелей пока не превышает 40", но производители активно работают над увеличением размеров экранов. Управляющие элементы изготовлены методом напыления на экран (TFT- Thin Film Transistor - тонкопленочные транзисторы).

Основные недостатки ЖК панелей на сегодня - это высокая стоимость, заметная зависимость оттенка и яркости от угла просмотра, некоторая неравномерность яркости, недостаточное быстродействие. Опять же, с этими недостатками постоянно борются, прогресс идет.

Достоинство ЖК панелей в том, что они создают высококачественное изображение с хорошей цветопередачей и правильной геометрией изображения.

### **Проекционные системы**

В проекционных телевизорах изображение получается на просветном экране, предельный размер которого составляет около 60". В проекционных телевизорах на кинескопах используются 3 очень ярких, небольших, кинескопа основных цветов, изображение с которых через оптическую систему и зеркало попадает на экран. Недостатки: невысокая яркость изображения, проблемы сведения, "выгорание" неподвижной части изображения при длительном просмотре. Достоинства: естественная цветопередача.

Проекционные телевизоры на ЖК (LCD) матрицах имеют 3 матрицы основных RGB цветов, либо одну трехцветную матрицу, изображение с которых проецируется на экран через оптическую систему. Свет создается мощной лампой. Для трехматричной системы характерно разделение спектра света лампы на цветовые составляющие оптическим способом. Недостатками LCD систем является неидеальная цветопередача и недостаточное быстродействие: за движущимися объектами виден "шлейф". Кроме того, поскольку эти матрицы работают на просвет, а просвечивает их достаточно мощная лампа, возникает проблема отвода тепла от матриц. Достоинства системы - сравнительно невысокая стоимость, яркий экран, небольшие габариты.

Проекционные телевизоры на микрзеркалах (DLP - Digital Light Processing - "цифровая обработка света") - в основе системы лежит микросхема, - DMD-чип, внутри которого находятся электростатически управляемые микрзеркала, около 2-х миллионов микрзеркал, каждое из которых формирует точку изображения в определенном месте экрана. DLP проекторы различают по количеству DMD-чипов, от одного до трех.

### **2.2.2. Устройства печати**

Для получения бумажных копий электронных документов используется принтер. Это может быть струйный или лазерный принтер, цветной или черно-белый.

В настоящее время на российском рынке имеется широкий выбор моделей, наиболее важными характеристиками которых являются:

- технология печати – струйная, сублимационная термopечать или лазерная. Наибольшее распространение получили струйные и лазерные принтеры. Струйные принтеры наносят на бумагу жидкую краску, которая впитывается и высыхает. Лазерные наносят порошок (тонер), который с помощью нагрева-

тельного элемента вплавляется в бумагу. Соответственно, отпечатки струйного принтера не устойчивы к воздействию влаги.

- цветность – принтеры бывают черно-белыми (преимущественно, лазерные), цветные и фотопринтеры. Черно-белые принтеры наносят краску одного цвета – черного. Цветные принтеры позволяют печатать цветные изображения на обычной бумаге. Фотопринтеры позволяют делать цветные отпечатки фотографического качества на специальной бумаге.
- скорость печати – количество отпечатков в единицу времени. Чем этот параметр выше, тем быстрее можно получить отпечаток.
- ресурс картриджа – количество отпечатков, которые можно сделать с помощью одного (для цветных принтеров – нескольких) картриджа. К сожалению, различные производители оценивают этот ресурс по разным методикам, так что сравнение по этому параметру не всегда будет адекватным.

### 2.2.3. Устройства ввода информации

Наиболее часто в работе Телемедицинских Центров применяют следующие устройства ввода: сканеры, цифровые фото и видео камеры, документ камеры, платы видеооцифровки.

Важным компонентом ТМЦ является **сканер**, с помощью которого можно преобразовать в цифровую форму бумажные документы и прозрачные пленки. По широте применения сканер является одним из наиболее универсальных приборов в телемедицине. Сканеры применяются для преобразования различных изображений (рентгенограммы, сонограммы, компьютерные томограммы, электрокардиограммы и др.) в форму, пригодную для компьютерной обработки и передачи по цифровым линиям связи.

Сканеры различаются по следующим основным параметрам: размеру сканируемого бумажного оригинала и размеру сканируемых пленок, максимальному оптическому разрешению, разрядности цветового кодирования и оптической плотности. Размер сканируемого оригинала определяет максимальный размер оригинала, который можно отсканировать за один раз без программной «склейки». Максимальное оптическое разрешение определяет качество полученного цифрового образа. Разрядность цветового кодирования обеспечивает точность цветопередачи, а оптическая плотность определяет оптическую плотность оригинала, которую сканер еще отличает от "полной темноты". Соответственно, чем больше это значение, тем более чувствительный сканер. Последний параметр особенно важен при сканировании рентгеновских пленок.

Принцип действия сканера основан на том, что аппарат считывает последовательно информацию о цвете мельчайших элементов, на которые может быть разбито изображение. Для обозначения этих элементов изображения используют термин *пиксел*. Очевидно, что чем меньше по размеру пиксели, полученные при сканировании, и чем точнее их цвет соответствует оригиналу, тем точнее будет воспроизведено изображение. При сканировании считывающая головка (в которой имеются осветитель и детектор изображения) перемещается относительно оригинала.

Сканеры выпускаются многими фирмами: UMAX, Hewlett Packard, AGFA, MUSTEK, и др. Они, в основном, различаются по:

- минимальному размеру пикселя, который может быть считан (размер пикселя обычно задается в виде числа пикселей на единицу длины, как правило, на 1 дюйм (25,4мм), чем эта величина больше, тем сканер более качественный);
- возможности сканировать цветные оригиналы (различают черно-белые и цветные сканеры);
- способу перемещения сканирующей головки или оригинала (ручные, планшетные, барабанные и др.);
- максимальному формату (ширине полосы сканирования для ручных и барабанных сканеров) оригинала, который может быть отсканирован за один проход головки;
- возможности сканировать прозрачные оригиналы (отражающие, применимые только для непрозрачных оригиналов, и просветные);
- способу (порту) подключения к компьютеру и способу подачи питания.

Для подготовки информации для телемедицинской консультации целесообразно применять полупрофессиональные и профессиональные сканеры.

**Полупрофессиональные сканеры формата А4 целесообразно применять при комплектовании ТМК с относительно небольшой консультационной нагрузкой (до 40 консультаций в месяц). Данные устройства должны иметь оптическое разрешение 600 - 1200 dpi, глубину цвета по серой шкале у них не менее 8 бит (они могут воспроизводить не более 256 градаций серого), что, к сожалению, при подготовке цифровых копий рентгенограмм для телемедицинских консультаций часто бывает недостаточно.**

При большей нагрузке оптимально использование профессиональных сканеров, полностью соответствующих задачам подготовки специальной телемедицинской информации.

Они позволяют сканировать оригиналы полноформатных рентгенограмм с разрешением 800 – 1200 dpi, их динамический диапазон рассчитан на введение изображений плотностью до 3,7 D, что позволяет использовать их для оцифровки рентгенограмм среднего и даже плохого качества. Глубина цвета для серых изображений соответствует 12 бит, а для цветных 24 – 32 бита, что также позволяет подготавливать материалы для телемедицинских консультаций без потери диагностически важных элементов.

**Сканеры, обладая максимальной универсальностью применения, отличаются приемлемым соотношением цены к решаемым с их помощью задачам. Однако для специальных целей могут использоваться (причем очень эффективно) сканеры и других типов, например, для активного сканирования рентгенограмм рекомендуется применять барабанные сканеры с автоматической подачей оригиналов – специализированные рентгеновские сканеры. Такие сканеры, например, выпускает фирма VIDAR.**

Цифровые фотокамеры являются незаменимым устройством для съемки различных объектов – внешнего вида и кожных покровов пациентов, предметных стекол под микроскопом и т.п. Основными параметрами при выборе цифровой фотокамеры является количество пикселей матрицы, основные форматы хранения изображений, объем памяти для хранения изображений, наличие режима «макросъемки» и оптического зума, а также возможность установки на объектив дополнительных насадок. Разрешение матрицы, выполняющей в цифровых камерах роль фотопленки, т.е. количество расположенных на ней светочувствительных элементов, определяет качество получаемых изображений и точность их цветопередачи. От разрешения матрицы зависит максимальный размер, с которым может быть воспроизведено изображение без видимого ухудшения качества. Форматы хранения изображения определяется числом возможных уровней сжатия изображений при их сохранении в формате JPEG. Так как компактность изображений JPEG достигается за счет потери качества, то чем выше степень сжатия изображений, тем больше фотографий может уместиться на карте памяти, но тем хуже будет их качество. От объема памяти для хранения изображений зависит то количество фотографий, которое можно сделать автономно, т.е. не сбрасывая их в компьютер. Режим «макросъемки» необходим для съемки средних и мелких объектов с очень близкого расстояния, что необходимо, в частности, для дерматологии. Оптический зум позволяет изменять фокусное расстояние, т.е. оптиче-

ски "приближать" или "отдалять" объекты съемки без искажений, присущих цифровой интерполяции. Возможность установки дополнительных насадок важна в том случае, если фотоаппарат нужно установить, например, на микроскоп.

Что касается **цифровых видеокамер**, то в настоящее время на рынке лидирует 10 производителей, предлагая более 200 моделей. При выборе цифровых видеокамер основное внимание следует обращать на такие параметры, как размер матрицы, минимальную освещенность, оптический зум, стабилизатор изображения и возможность установки насадок на объектив. Минимальная освещенность - это чувствительность видеокамеры, ее способность снимать при плохом освещении. Так как качество видеосъемки значительно зависит от освещенности снимаемого объекта, этот параметр важен для оценки пригодности использования камеры в условиях пониженной освещенности. Стабилизатор изображения компенсирует нежелательные колебания видеокамеры. Электронный стабилизатор резервирует часть активных элементов матрицы, что заметно сказывается на качестве изображения, особенно в условиях слабой освещенности. Оптический стабилизатор очень оперативно реагирует на малейшее дрожание видеокамеры, компенсирует широкий диапазон вибраций и потребляет умеренное количество энергии. Важным преимуществом такого стабилизатора является высокая чувствительность видеокамеры.

Для того, чтобы во время телеконсультации или при чтении лекции можно было оперативно показать какие-то материалы, используются **документ-камеры или видеоимиджеры**. Документ-камеры выпускает достаточно много производителей, но наибольшее распространение получили изделия компаний Panasonic, Elmo, Sony и WolfVision. Документ-камеры обычно оснащаются высококачественными объективами с функцией оптического увеличения и автофокуса. Различные технологии улучшения изображения, например, прогрессивное сканирование, обеспечивает высокое разрешение и правильную цветопередачу. Для целей телемедицины лучше всего подходят документ-камеры, имеющие прямую и обратную подсветку, что позволит демонстрировать как непрозрачные, так и прозрачные оригиналы, например, рентгеновские пленки.

### **2.3. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КАНАЛЫ СВЯЗИ**

Для задач телемедицины могут использоваться самые разные телекоммуникационные инфраструктурные решения. Например, в масштабах клиники это будут локальные вычислительные сети на протоколе IP, для работы с другими клиниками в масштабах области может строиться территориально-распределенная сеть, а для связи с удаленными меди-

цинскими центрами может использоваться транспортная сеть на базе Интернет или цифровых телефонных линий ISDN.

Когда говорят о телекоммуникациях, то обычно рассматривают семиуровневую модель OSI, сетевую иерархию, разработанную Международной организацией по стандартам (International Standardization Organization - ISO). Эта модель содержит в себе по сути 2 различных модели:

- горизонтальную модель на базе протоколов, обеспечивающую механизм взаимодействия программ и процессов на различных машинах
- вертикальную модель на основе услуг, обеспечиваемых соседними уровнями друг другу на одной машине

В горизонтальной модели двум программам требуется общий протокол для обмена данными. В вертикальной - соседние уровни обмениваются данными с использованием интерфейсов API.

Уровень 1, физический - физический уровень получает пакеты данных от вышележащего канального уровня и преобразует их в оптические или электрические сигналы, соответствующие 0 и 1 бинарного потока. Эти сигналы посылаются через среду передачи на приемный узел. Механические и электрические/оптические свойства среды передачи определяются на физическом уровне и включают:

- Тип кабелей и разъемов
- Разводку контактов в разъемах
- Схему кодирования сигналов для значений 0 и 1

Уровень 2, канальный - канальный уровень обеспечивает создание, передачу и прием кадров данных. Этот уровень обслуживает запросы сетевого уровня и использует сервис физического уровня для приема и передачи пакетов. Спецификации IEEE 802.x делят канальный уровень на два подуровня: управление логическим каналом (LLC) и управление доступом к среде (MAC). LLC обеспечивает обслуживание сетевого уровня, а подуровень MAC регулирует доступ к разделяемой физической среде.

Наиболее часто используемые на уровне 2 протоколы включают:

- HDLC для последовательных соединений
- IEEE 802.2 LLC (тип I и тип II) обеспечивают MAC для сред 802.x

- Ethernet
- Token ring
- FDDI
- X.25
- Frame relay

Уровень 3, сетевой - сетевой уровень отвечает за деление пользователей на группы. На этом уровне происходит маршрутизация пакетов на основе преобразования MAC-адресов в сетевые адреса. Сетевой уровень обеспечивает также прозрачную передачу пакетов на транспортный уровень.

Наиболее часто на сетевом уровне используются протоколы:

- IP - протокол Internet
- IPX - протокол межсетевых обмена
- X.25 (частично этот протокол реализован на уровне 2)
- CLNP - сетевой протокол без организации соединений

Уровень 4, транспортный - транспортный уровень делит потоки информации на достаточно малые фрагменты (пакеты) для передачи их на сетевой уровень.

Наиболее распространенные протоколы транспортного уровня включают:

- TCP - протокол управления передачей
- NCP - Netware Core Protocol
- SPX - упорядоченный обмен пакетами
- TP4 - протокол передачи класса 4

Уровень 5, сеансовый - сеансовый уровень отвечает за организацию сеансов обмена данными между оконечными машинами. Протоколы сеансового уровня обычно являются составной частью функций трех верхних уровней модели.

Уровень 6, уровень представления - уровень представления отвечает за возможность диалога между приложениями на разных машинах. Этот уровень обеспечивает преобразование данных (кодирование, компрессия и т.п.) прикладного уровня в поток информации для транспортного уровня. Протоколы уровня представления обычно являются составной частью функций трех верхних уровней модели.

Уровень 7, прикладной - прикладной уровень отвечает за доступ приложений в сеть. Задачами этого уровня является перенос файлов, обмен почтовыми сообщениями и управление сетью.

К числу наиболее распространенных протоколов верхних уровней относятся:

- FTP - протокол переноса файлов
- TFTP - упрощенный протокол переноса файлов
- X.400 - электронная почта
- Telnet
- SMTP - простой протокол почтового обмена
- CMIP - общий протокол управления информацией
- SNMP - простой протокол управления сетью
- NFS - сетевая файловая система
- FTAM - метод доступа для переноса файлов

### **2.3.1. Телекоммуникационное оборудование для IP сетей.**

Для создания телекоммуникационных сетей используется специальное сетевое оборудование – коммутаторы, маршрутизаторы, концентраторы и т.п.

Наиболее известное, да и простое в эксплуатации устройство - Hub или концентратор - многопортовый повторитель сети с автосегментацией. Все порты концентратора равноправны. Получив сигнал от одной из подключенных к нему станций, концентратор транслирует его на все свои активные порты. При этом, если на каком-либо из портов обнаружена неисправность, то этот порт автоматически отключается (сегментируется), а после ее устранения снова делается активным. Обработка коллизий и текущий контроль за состоянием каналов связи обычно осуществляется самим концентратором. Концентраторы можно использовать как автономные устройства или соединять друг с другом, увеличивая тем самым размер сети и создавая более сложные топологии.

Назначение концентраторов - объединение отдельных рабочих мест в рабочую группу в составе локальной сети. Для рабочей группы характерны следующие признаки: определенная территориальная сосредоточенность; коллектив пользователей рабочей группы решает сходные задачи, использует однотипное программное обеспечение и общие информационные базы; в пределах рабочей группы существуют общие требования по обес-

печению безопасности и надежности, происходит одинаковое воздействие внешних источников возмущений (климатических, электромагнитных и т.п.); совместно используются высокопроизводительные периферийные устройства; обычно содержат свои локальные сервера, нередко территориально расположенные на территории рабочей группы.

На практике, эти устройства можно применять в сетях, в которых обмен производится однотипной информацией – не большими файлами данных, электронной почтой и т.п. Это характерно, скажем, для офиса или бухгалтерии. В телемедицине обычно осуществляется обмен разнородной, т.н. мультимедийной информацией, как в реальном времени, так и в отложенном режиме. Поэтому, необходимо применять более сложные «интеллектуальные» устройства, которые могут автоматически балансировать нагрузку в сети и формировать более эффективные маршруты передачи информации. Для этих целей используют коммутаторы.

Коммутатор позволяет пересылать пакеты между несколькими сегментами сети. Он является обучающимся устройством. Коммутатор лишь анализирует адрес назначения в заголовке пакета и, сверившись с адресной таблицей, тут же (время задержки около 30-40 микросекунд) направляет этот пакет в соответствующий порт. Таким образом, когда пакет еще целиком не прошел через входной порт, его заголовок уже передается через выходной. К сожалению, типичные коммутаторы работают по алгоритму "устаревания адресов". Это означает, что, если по истечении определенного промежутка времени, не было обращений по этому адресу, то он удаляется из адресной таблицы.

Коммутаторы поддерживают при соединении друг с другом режим полного дуплекса. В таком режиме данные передаются и принимаются одновременно, что невозможно в обычных сетях Ethernet. При этом скорость передачи данных повышается в два раза, а при соединении нескольких коммутаторов можно добиться и большей пиковой производительности.

Концентраторы и коммутаторы - это все устройства, предназначенные для работы в сетях Ethernet. Однако, существует особый тип оборудования, называемый маршрутизаторами, который применяется в сетях со сложной конфигурацией для связи ее участков с различными сетевыми протоколами (в том числе и для доступа к глобальным (WAN) сетям), а также для более эффективного разделения трафика и использования альтернативных путей между узлами сети. Основная цель применения роутеров - объединение разнородных сетей и обслуживание альтернативных путей.

Различные типы router-ов отличаются количеством и типами своих портов, что собственно и определяет места их использования. Маршрутизаторы, например, могут быть ис-

пользованы в локальной сети Ethernet для эффективного управления трафиком при наличии большого числа сегментов сети, для соединения сети типа Ethernet с сетями другого типа, например, FDDI, а также для обеспечения выходов локальных сетей на глобальную сеть.

Маршрутизаторы не просто осуществляют связь разных типов сетей и обеспечивают доступ к глобальной сети, но и могут управлять трафиком на основе протокола сетевого уровня, то есть на более высоком уровне по сравнению с коммутаторами. Необходимость в таком управлении возникает при усложнении топологии сети и росте числа ее узлов, если в сети появляются избыточные пути, когда нужно решать задачу максимально эффективной и быстрой доставки отправленного пакета по назначению. При этом существует два основных алгоритма определения наиболее выгодного пути и способа доставки данных: RIP и OSPF. При использовании протокола маршрутизации RIP, основным критерием выбора наиболее эффективного пути является минимальное число "хопов" (hops), т.е. сетевых устройств между узлами. Этот протокол минимально загружает процессор маршрутизатора и предельно упрощает процесс конфигурирования, но он не рационально управляет трафиком. При использовании OSPF наилучший путь выбирается не только с точки зрения минимизации числа хопов, но и с учетом других критериев: производительности сети, задержки при передаче пакета и т.д. Сети большого размера, чувствительные к перегрузке трафика и базирующиеся на сложной маршрутизирующей аппаратуре, требуют использования протокола OSPF. Реализации этого протокола возможна только на маршрутизаторах с достаточно мощным процессором, т.к. его реализация требует существенных процессинговых затрат.

Современные маршрутизаторы обладают следующими свойствами:

- поддерживают коммутацию уровня 3, высокоскоростную маршрутизацию уровня 3 и коммутацию уровня 4;
- поддерживают передовые технологии передачи данных, такие как Fast Ethernet, Gigabit Ethernet и ATM;
- поддерживают технологии ATM с использованием скоростей до 622 Мбит/сек;
- поддерживают одновременно разные типы кабельных соединений (медные, оптические и их разновидности);
- поддерживают WAN-соединения включая поддержку PPP, Frame Relay, HSSI, SONET и др.;

- поддерживают технологию коммутации уровня 4 (Layer 4 Switching), использующую не только информация об адресах отправителя и получателя, но и информацию о типах приложений, с которыми работают пользователи сети;
- обеспечивают возможность использования механизма "сервис по запросу" (Quality of Service) - QoS, позволяющего назначать приоритеты тем или иным ресурсам в сети и обеспечивать передачу трафика в соответствии со схемой приоритетов;
- позволяют управлять шириной полосы пропускания для каждого типа трафика;
- поддерживают основные протоколы маршрутизации, такие как IP RIP1, IP RIP2, OSPF, BGP-4, IPX RIP/SAP, а также протоколы IGMP, DVMRP, PIM-DM, PIM-SM, RSVP;
- поддерживают несколько IP сетей одновременно;
- поддерживают протоколы SNMP, RMON и RMON 2, что дает возможность осуществлять управление работой устройств, их конфигурированием со станции сетевого управления, а также осуществлять сбор и последующий анализ статистики как о работе устройства в целом, так и его интерфейсных модулей;
- поддерживать как одноадресный (unicast), так и многоадресный (multicast) трафик;

### **2.3.2. Каналообразующее оборудование.**

Каналообразующее оборудование – это то оконечное оборудование, которое объединяет компьютерное оборудование и оборудование ВКС, и носитель информации, в качестве которого могут выступать медные или волоконно-оптические кабели или радиоволны.

Наиболее известные всем устройства – модемы. Это могут быть телефонные модемы или их более производительные аналоги – DSL модемы. \*DSL - новый метод высокоскоростного доступа по обычным медным парам.

В последнее время наибольшее внимание специалистов привлекла технология асимметричной цифровой абонентской линии (AsymmetricDigitalSubscriberLine, ADSL), но помимо нее пользователям будут предложены также службы симметричной цифровой абонентской линии (SDSL), цифровой абонентской линии с переменной скоростью (RateAdaptiveDSL, RADSL) и сверхбыстрой цифровой абонентской линии (Veryhigh-speedDSL, VDSL). Еще один вариант этой технологии - быстрая цифровая абонентская

линия (High-speedDSL, HDSL) - уже используется сегодня в информационных каналах типа T-1 и E-1, но ее создатели сейчас работают над тем, чтобы превратить ее в технологию сетевого доступа.

Все эти технологии рассчитаны на высокоскоростную передачу данных на коротком отрезке витой пары, соединяющей абонента с ближайшей телефонной АТС, то есть на решение проблемы "последней мили", отделяющей потребителя от провайдера услуг. В то время как обычные модемы (V.34, V.34+) рассчитаны на работу с полосой пропускания в 3100 Гц, модемы \*DSL могут получить в свое распоряжение полосу порядка 1 МГц - эта величина зависит от расстояния до АТС и сечения используемых проводов. Отличия условий работы \*DSL-модемов от обычных модемов показаны на рисунке 5.6 на примере ADSL-модемов.

ADSL-модемы, подключаемые к обоим концам короткой линии между абонентом и АТС, образуют три канала: быстрый канал передачи данных из сети в компьютер, менее быстрый дуплексный канал передачи данных из компьютера в сеть и простой канал телефонной связи, по которому и передаются обычные телефонные разговоры. Передача данных в каналах с высокой пропускной способностью происходит со скоростью от 1,5 до 8 Мбит/с, в дуплексных же каналах данные передаются со скоростью от 16 Кбит/с до 1 Мбит/с. В обоих случаях конкретная величина скорости передачи зависит от длины и качества линии.

Одно из главных преимуществ технологии ADSL по сравнению с аналоговыми модемами и протоколами ISDN и HDSL - то, что поддержка голоса никак не отражается на параллельной передаче данных по двум быстрым каналам. Причина подобного эффекта состоит в том, что ADSL основана на принципах разделения частот, благодаря чему голосовой канал надежно отделяется от двух других каналов передачи данных. Такой метод передачи гарантирует надежную работу канала POTS даже при нарушении питания ADSL-модема. Никакие конкурирующие системы передачи данных не обеспечивают столь же надежно работу обычного телефонного канала. Хотя технологии ISDN и HDSL и поддерживают режим обычной телефонной связи, для ее установления они требуют организации специального канала с пропускной способностью 64 Кбит/с

Вся суть технологии ADSL и ей подобных заключается в том, что оборудование провайдера услуг Internet или любой другой сети с коммутацией пакетов находится в том же здании, что и АТС. Высокоскоростные каналы абонента отделяются в модеме ADSL, установленном в АТС, от телефонной сети и направляются через маршрутизатор провайдера в Internet. Если центральная сеть предприятия подключена к Internet через выделенный

высокоскоростной канал, то все удаленные пользователи, у которых установлены модемы ADSL, получают высокоскоростной доступ к сети своего предприятия на тех же телефонных каналах, которые всегда соединяли их с городской АТС.

### 2.3.3. Интегрированные сети ISDN

Название ISDN (integrated system digital network - интегрированные цифровые сети) было предложено группой XI ССИТТ в 1971 году. Основное назначение ISDN - передача 64-кбит/с по 4-килогерцной проводной линии и обеспечение интегрированных телекоммуникационных услуг (телефон, факс, данные и пр.). Использование для этой цели телефонных проводов имеет два преимущества: они уже существуют и могут использоваться для подачи питания на терминальное оборудование. Выбор 64 Кбит/с стандарта определен простыми соображениями. При 4-килогерцной полосе, согласно теореме Найквиста-Котельникова, частота стробирования должна быть не ниже 8 кГц. Минимальное число двоичных разрядов для представления результатов стробирования голосового сигнала при условии логарифмического преобразования равна 8. Таким образом, в результате перемножения этих чисел и получается значение полосы В-канала ISDN. Базовая конфигурация каналов имеет вид  $2*B + D = 2*64 + 16 = 144$  кбит/с. Помимо В-каналов и вспомогательного D-канала ISDN может предложить и другие каналы с большей пропускной способностью, канал Н0 с полосой 384 Кбит/с, Н11 – 1536 и Н12 – 1920 Кбит/с (реальные скорости цифрового потока). Для первичных каналов (1544 и 2048 Кбит/с) полоса D-канала может составлять 64 Кбит/с.

ISDN предполагает, что по телекоммуникационным каналам передаются цифровые коды, следовательно аналоговые сигналы в случае телефона или факса должны быть преобразованы соответствующим образом, прежде чем их можно будет передать. При передаче цифровых сигналов используется кодово-импульсная модуляция.

Чтобы обеспечить пропускную способность 64 Кбит/с по имеющимся телефонным проводам, надо ставить ретрансляторы на расстоянии 2 км друг от друга. Последние достижения в телекоммуникационных технологиях существенно ослабили это ограничение.). Унификация скоростей передачи данных в ISDN способствует уменьшению объема оборудования, так как исключает необходимость межсетевых интерфейсов, согласующих быстроедействие отдельных частей сети. Одной из наиболее массовых приложений ISDN является цифровая телефония. Человеческий голос можно удовлетворительно закодировать, используя лишь 6 бит, но вариации уровня входного сигнала приводит к тому, что нужно не менее 8 бит. Значения кодов, полученных в результате последовательных преобразова-

ний звука человеческой речи, сильно коррелированы, а это открывает дополнительные возможности для сжатия информации.

## **2.4. Основные принципы планировки помещений для ТМЦ.**

Для персональной работы все необходимое оборудование может располагаться даже на рабочем столе специалиста. Определенные трудности возникают, когда речь заходит об организации работы большой группы специалистов, например, во время прослушивания дистанционных лекций.

Зрительские места должны располагаться в зоне оптимальной видимости (внутри угла  $30^\circ$  к перпендикуляру, исходящему из центра экрана). Самые близкие сидения к экрану должны располагаться на расстоянии не меньшем удвоенной высоты изображения. Если же зал слишком велик, то предпочтительнее установить несколько экранов.

Расстояние до самых дальних мест от экрана не должно превышать четырехкратную высоту изображения.

Если экран расположен слишком низко, то зрители передних рядов могут его загораживать. Нижний край экрана должен располагаться на высоте 1.2 м над полом.

Между верхним краем экрана и потолком должно быть как минимум 0.15 м. Применяя эти правила, не стоит забывать и о том, что обрамление экрана тоже имеет свою ширину. Интуитивное правило расчета минимальной высоты зала в футах состоит в том, что глубина зала делится на 8, 6, 4 в зависимости от приложения и к ней прибавляется число 1,5 м.

Экран никогда не должен располагаться слишком высоко: ведь зрители не должны испытывать неудобств, наклоняя голову вверх и в бок. Правило здесь таково: зритель не должен поворачивать голову более чем на  $30^\circ$  от горизонтального положения и наклонять ее на угол, больший, чем  $25^\circ$ .

Размещение проекторов.

Требовательна к подсветке. Внешний свет понижает контрастность.

Предполагает наличие либо специального помещения для проектора в задней части зала, либо платформы или возвышения в зале. Проекторы, размещенные в зале, могут служить источниками дополнительного шума. Место для проектора должно выбираться очень тщательно как результат компромисса между минимизацией трапецеидальных ис-

кажений и возможностью прямого и беспрепятственного прохождения лучей. Проектор должен быть доступен оператору во время работы.

#### Ширина экрана

Определите минимальную высоту экрана, основываясь на расстоянии до самых дальних мест и высоте потолка. Ширина определяется следующим образом: высота экрана умножается на соответствующий коэффициент, который в стандартном случае равен 1,33:

Не забудьте, что нужно предусмотреть место и для оборудования. Как правило, но далеко не всегда, все оборудование располагается в непосредственной близости от проектора. Это могут быть контроллеры, дополнительное видео- и аудиотехника.

Не забудьте об электропитании, кабелях, пультах управления. Также, если нужно, в зале должны быть установлены видео- или DVD-плеер.