

ТЕХНОЛОГИИ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Занятие №34

Сети операторов связи

1. Общая структура телекоммуникационной сети
2. Сети операторов связи
3. Другие виды телекоммуникационных сетей
4. Вопросы

Общая структура телекоммуникационной сети

Ярко выраженная в последнее время тенденция сближения различных типов сетей характерна не только для локальных и глобальных *компьютерных сетей*, но и для *телекоммуникационных сетей* других типов.

К *телекоммуникационным сетям* в настоящее время можно отнести:

- *телефонные сети*;
- *радиосеть*;
- *телевизионные сети*;
- *компьютерные сети*

Во всех этих сетях предоставляемым клиентам ресурсом является *информация*.

Вид телекоммуникационной сети	Вид услуг	Вид представления информации
<i>телефонные сети</i>	<i>интерактивные услуги</i>	только голосовая информация
<i>радиосети</i>	<i>широковещательные услуги</i>	только голосовая информация
<i>телевизионные сети</i>	<i>широковещательные услуги</i>	голос и изображение
<i>компьютерные сети</i>		алфавитно-цифровое

Таблица характеризует изначальное распределение вида услуг и формы представления информации в сетях разного типа.

Телефонные сети оказывают *интерактивные услуги (interactive services)*, так как два абонента, участвующие в разговоре (или несколько абонентов, если это конференция), попеременно проявляют *активность*.

Радиосети и *телевизионные сети* оказывают *широковещательные услуги (broadcast services)*, при этом *информация* распространяется только в одну сторону - из сети к абонентам, по схеме "один ко многим" (*point-to-multipoint*).

Сегодня по многим направлениям идет *конвергенция* разных видов *телекоммуникационных сетей*.

Несмотря на то, что различия между *компьютерными, телефонными, телевизионными* и *первичными сетями*, безусловно, существенны, все эти сети на достаточно высоком уровне абстракции имеют сходные структуры.

Телекоммуникационная сеть в общем случае включает следующие компоненты:

- ***сеть доступа (access network)*** - предназначена для концентрации *информационных потоков*, поступающих по многочисленным каналам связи от оборудования пользователей, в сравнительно небольшом количестве узлов *магистральной сети* ;
- ***магистраль (backbone или core network)*** - объединяет отдельные *сети доступа*, обеспечивая транзит трафика между ними по высокоскоростным каналам ;
- ***информационные центры*** или центры управления сервисами (***data centers или services control point***) - это собственные информационные ресурсы сети, на основе которых осуществляется обслуживание пользователей.

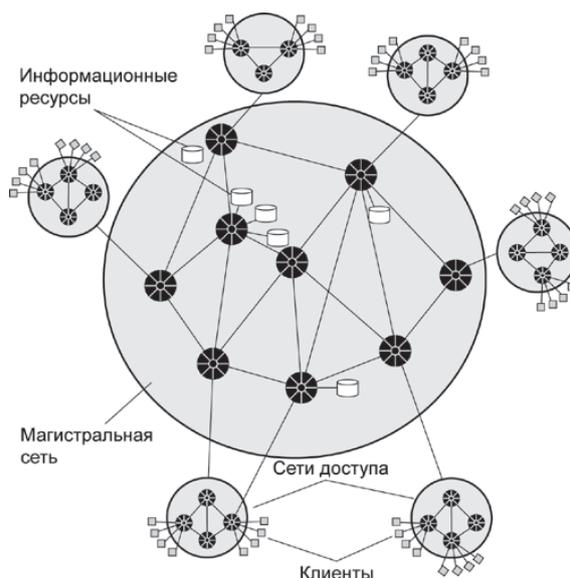


Рис. 1. Структура телекоммуникационной сети

И *сеть доступа*, и *магистральная сеть* строятся на базе коммутаторов. Каждый коммутатор оснащен некоторым количеством портов, которые соединяются с портами других коммутаторов каналами связи.

Сеть доступа

Сеть доступа представляет собой нижний уровень иерархии телекоммуникационной сети.

К этой сети подключаются конечные (терминальные) узлы - оборудование, установленное у пользователей (*абонентов*, клиентов) сети. В случае *компьютерной сети* конечными узлами являются компьютеры, телефонной - телефонные аппараты, а *телевизионной* или *радиосети* - соответствующие теле- и радиоприемники.

Основное назначение *сети доступа* - концентрация *информационных потоков*, поступающих по многочисленным каналам связи от оборудования пользователей, в сравнительно небольшом количестве узлов *магистральной сети*.

Сеть доступа, как и *телекоммуникационная сеть* в целом, может состоять из нескольких уровней (на рисунке показано два). *Коммутаторы*, установленные в узлах нижнего уровня, мультиплексируют информацию, поступающую по многочисленным абонентским каналам (называемым часто абонентскими окончаниями, *local loop*) и передают ее коммутаторам верхнего уровня, чтобы те в свою очередь передали ее коммутаторам магистралей. Количество уровней *сети доступа* зависит от ее размера; небольшая *сеть доступа* может состоять из одного уровня, а крупная - из двух-трех. Следующие уровни осуществляют дальнейшую концентрацию трафика, собирая его и мультиплексируя в более скоростные каналы.

Магистральная сеть

Магистральная сеть объединяет отдельные *сети доступа*, выполняя функции транзита трафика между ними по высокоскоростным каналам. *Коммутаторы магистралей* могут оперировать не только информационными соединениями между отдельными пользователями, но и *агрегированными информационными потоками*, переносящими данные большого количества пользовательских соединений. В результате информация с помощью *магистралей* попадает в *сеть доступа* получателей, демультиплексируется там и коммутируется таким образом, что на входной порт оборудования пользователя поступает только та информация, которая ему адресована.

В том случае, когда *абонент-получатель* подключен к тому же *коммутатору* доступа, что и *абонент-отправитель* (непосредственно или через подчиненные по иерархии связей *коммутаторы*), последний выполняет необходимую операцию *коммутирования* самостоятельно.

Информационные центры

Информационные центры /центры управления сервисами - это собственные информационные ресурсы сети, на основе которых осуществляется обслуживание пользователей. В таких *центрах* может храниться информация двух типов:

- пользовательская информация, то есть те данные, которые непосредственно интересуют пользователей сети;
- вспомогательная служебная информация, позволяющая предоставлять пользователям некоторые услуги.

Примером информационных ресурсов первого типа могут служить Web-порталы, на которых расположена разнообразная справочная информация и новости, информация электронных магазинов и т.п. В *телефонных сетях* роль таких центров играют службы экстренного вызова (например, милиции, скорой помощи) и справочные службы различных организаций и предприятий - вокзалов, аэропортов, магазинов и т.п. В *телевизионных сетях* такими центрами являются телестудии, поставляющие "живую" картинку или же воспроизводящие ранее записанные сюжеты или фильмы.

К ресурсам второго типа относятся, например, различные *системы аутентификации* и *авторизации* пользователей, с помощью которых организация, владеющая сетью, проверяет права пользователей на получение тех или иных услуг; системы биллинга, которые в коммерческих сетях подсчитывают плату за предоставленные услуги; базы данных учетной информации пользователей, хранящие имена и пароли, а также перечни услуг, на которые подписан каждый пользователь. В *телефонных сетях* существуют центры управления сервисами (Services Control Point, SCP), где установлены компьютеры, на которых хранятся программы нестандартной обработки телефонных вызовов пользователей, например вызовов бесплатных справочных служб коммерческих предприятий (так называемые службы 800) или вызовов при проведении телеголосования. Еще одним из распространенных видов вспомогательного *информационного центра* является централизованная система управления сетью, которая представляет собой программное обеспечение, работающее на одном или нескольких компьютерах.

Естественно, у сетей каждого типа имеется много особенностей, тем не менее, их структура в целом соответствует описанной выше. В то же время, в зависимости от назначения и размера сети, некоторые составляющие обобщенной структуры могут в ней отсутствовать или же иметь несущественное значение. Например, в небольшой локальной *компьютерной сети* нет ярко выраженных *сетей доступа* и *магистралей* - они сливаются в общую достаточно простую структуру. В корпоративной сети, как правило, система биллинга отсутствует, так как услуги сотрудникам предприятия оказываются не на коммерческой основе. В некоторых *телефонных сетях* могут отсутствовать *информационные центры*, а в *телевизионных* - *сеть доступа* приобретает вид распределительной сети, так как информация в ней распространяется только в одном направлении - из сети к абонентам.

Сети операторов связи

Компьютерные сети можно классифицировать по различным критериям. Уже упоминавшееся в предыдущих лекциях *деление* на локальные и *глобальные сети* происходит по территориальному признаку, то есть по размерам территории, которую покрывает *сеть*. Другим важным признаком классификации сетей является назначение предоставляемых услуг:

- *сети операторов связи* (сети провайдеров услуг) оказывают общедоступные услуги;
- *корпоративные сети* предоставляют услуги только сотрудникам того предприятия, которое владеет сетью.

Операторы связи и клиенты

Существуют сети, которые создаются специально для оказания *общедоступных (публичных, public) телекоммуникационных услуг*. Примерами таких сетей могут служить городские, региональные, национальные и международные *телефонные сети*. Их услугами пользуются многочисленные **клиенты** - владельцы домашних и *мобильных телефонов*, а также предприятия (корпоративные пользователи). Еще одной традиционной телекоммуникационной услугой является предоставление в аренду *каналов связи*. У *первичных сетей PDH/SDH*, создаваемых телекоммуникационным предприятием для объединения своих АТС, обычно остается не используемая для внутренних нужд канальная емкость, которую логично сдавать в аренду. Типичными потребителями этой услуги являются крупные предприятия, которые создают с помощью арендованных каналов собственные сети - *телефонные или компьютерные*.

По мере роста популярности компьютерной обработки данных к набору телекоммуникационных услуг добавилась возможность объединения локальных сетей предприятий с помощью общедоступной территориальной *сети передачи данных*, например сети технологии X.25, *frame relay*, *ATM* или *IP*. Интернет-революция 90-х годов породила такую распространенную общедоступную услугу, как доступ в *Internet* для обмена сообщениями электронной почты и использования ресурсов многочисленных *Web-сайтов*. Вскоре среда *Internet* стала использоваться предприятиями не только для доступа к "чужим" информационным ресурсам, но и для объединения собственных, то есть как типичная сеть передачи данных, оказывающая транспортные услуги. На стыке *телефонных и компьютерных сетей* начали появляться новые типы общедоступных услуг, использующие возможности комплексного применения различных технологий.

Специализированное предприятие, которое создает *телекоммуникационную сеть* для оказания общедоступных услуг, владеет этой сетью и поддерживает ее работу, традиционно называется **оператором связи (telecommunication carrier)**.

Операторы связи отличаются друг от друга:

- набором предоставляемых услуг;
- территорией, в пределах которой предоставляются услуги;
- типом клиентов, на которых ориентированы услуги;
- имеющейся во владении оператора **инфраструктурой** - линиями связи, коммутационным оборудованием, информационными серверами и т.п.

Услуги, провайдеры услуг и сетевая инфраструктура

Операторы связи осуществляют свою деятельность на коммерческой основе, заключая договоры с потребителями услуг.

Услуги можно разделить на несколько уровней и групп, используя разные критерии классификации.

1. На рисунке группы услуг определяются по типу сетей, которые их оказывают - телефонные или компьютерные (для полноты картины нужно было бы дополнить рисунок услугами *телевизионных и радиосетей*). На рис. 2 показаны только некоторые основные уровни и группы, но и эта неполная картина хорошо иллюстрирует широту спектра современных телекоммуникационных услуг и сложность их взаимосвязей. Услуги каждого более высокого уровня опираются на услуги нижележащих уровней. Услуги предоставления в аренду *каналов связи* являются услугами самого нижнего уровня, так как пользователь сначала должен построить с помощью этих *каналов* собственную сетевую *инфраструктуру* (установить телефонные *коммутаторы* или *коммутаторы* пакетных сетей).

Следующий уровень составляют две большие группы услуг:

- телефонные услуги;
- услуги *компьютерных сетей*.

Комбинированные услуги: <ul style="list-style-type: none"> ● IP-телефония ● Универсальная служба сообщений (Unified Messaging) 	
Услуги телефонии: <ul style="list-style-type: none"> ● Соединение двух абонентов ● Доступ к справочным службам ● Переадресация вызовов ● Голосовая почта ● ... 	Услуги компьютерных сетей: <ul style="list-style-type: none"> ● Доступ в Internet ● Электронная почта ● Объединение LAN ● Виртуальные частные сети ● Информационные порталы (www) ● ...
Предоставление каналов связи в аренду	

Рис. 2. Классификация услуг телекоммуникационной сети (закрашенные области соответствуют традиционным услугам операторов связи)

Этот уровень, в свою очередь, можно делить на подуровни, так как из более простых услуг строятся более сложные. Например, на основе услуги доступа к Internet, которая заключается в простом транспортном подключении компьютера или локальной сети к всемирной общедоступной сети, можно оказывать услуги электронной почты. Или же на основе базовой телефонной услуги соединения *абонентов* можно создать услугу голосовой почты.

Верхний уровень сегодня занимают комбинированные услуги, реализация которых требует совместного оперативного взаимодействия *компьютерных и телефонных сетей*.

2. Услуги можно классифицировать в зависимости от того, предоставляется ли клиенту дополнительная информация:

- услуги, состоящие в передаче трафика в неизменном виде между *абонентами* сети;
- услуги, состоящие в предоставлении пользователю информации, созданной оператором или операторами связи.

Телефонный разговор - это пример услуги первого типа, так как информация создается *абонентами* сети, а оператор только доставляет ее от одного *абонента* к другому. К этому же типу относится услуга соединения двух локальных сетей клиента с помощью *сети передачи данных* оператора. Примерами услуг второго типа (их обычно называют информационными) являются услуги справочных служб *телефонной сети* или услуги какого-либо Web-сайта.

3. Еще один общеупотребительный признак классификации услуг - наличие или отсутствие интерактивности. Если при оказании услуги попеременно и в реальном масштабе времени активны два (или более) *абонента*, то это ***интерактивная услуга***. Телефонный разговор - классический пример *интерактивной услуги*. Если же *абонент* только получает информацию, передаваемую по сети, то это не *интерактивная услуга*. Например, таковы услуги радио и телевидения, аналогичные услуги предоставляют Web-сайты, однако здесь грань между интерактивностью и неинтерактивностью провести зачастую сложно, так как пользователь может активно участвовать в просмотре содержимого сайта, играя или отвечая на вопросы анкеты.

Каждый *оператор связи* оказывает те услуги из общего набора, которые ему представляются наиболее соответствующими его профилю и экономически выгодными. В большинстве стран мира (и в России тоже) *операторы связи* должны получать от государственных органов **лицензии** на оказание тех или иных услуг связи. Такое положение существовало не всегда - практически во всех странах были операторы, которые фактически являлись монополистами на рынке телекоммуникационных услуг в масштабах страны. Сегодня происходит процесс демонополизации этой области деятельности, бывшие монополисты продолжают работать, но им приходится бороться за клиентов с новыми операторами, которых часто называют альтернативными, так как благодаря им у пользователей действительно появляется свобода выбора.

Клиенты

Все множество клиентов - потребителей инфотелекоммуникационных услуг - можно разделить на два больших лагеря:

- массовые индивидуальные клиенты;
- корпоративные клиенты.

Массовые индивидуальные клиенты

В первом случае местом потребления услуг является квартира или частный дом, а клиентами - жильцы этой квартиры, которым нужны, прежде всего, базовые услуги - телефонная связь, телевидение, радио и (пока еще не всем) выход в Internet.

Для массовых клиентов очень важна экономичность услуги - низкая месячная оплата, возможность использования стандартных *терминальных устройств* (телефонные аппараты, телевизионные приемники, персональные компьютеры), а также существующей в квартире проводки в виде телефонной пары и телевизионного *коаксиального кабеля*. Сложные в обращении и дорогие терминальные устройства, такие как, например, включающие компьютер телевизоры или *IP-телефоны*, вряд ли станут массовыми до тех пор, пока не приблизятся по стоимости к обычному *телевизору* или телефону и не будут поддерживать простой пользовательский интерфейс, не требующий для освоения прослушивания специальных курсов.

Существующая в наших домах проводка - это серьезное ограничение для предоставления услуг доступа в Internet и новых услуг *компьютерных сетей*, так как она не рассчитана на передачу данных, а подведение к каждому дому нового качественного кабеля, например, волоконно-оптического, обойдется недешево. Поэтому доступ в Internet чаще всего осуществляется с помощью низкоскоростного модемного соединения по *телефонной сети*. Однако постепенно развиваются новые технологии - так называемые технологии *цифровых абонентских линий*, позволяющие передавать по существующей телефонной проводке данные с гораздо более высокой скоростью, чем обычные модемы.

Корпоративные клиенты

Корпоративные клиенты - это предприятия и организации различного профиля. Небольшие предприятия по набору предпочтительных услуг не слишком отличаются от массовых клиентов - это та же базовая телефония и телевидение, только телефонных номеров такому предприятию может потребоваться не один, а два-три, да и потребности в передаче данных сводится к стандартному модемному доступу к Internet.

Крупные же предприятия, состоящие из нескольких территориально рассредоточенных отделений и филиалов, а также имеющие сотрудников, часто работающих дома, нуждаются в расширенном наборе услуг. Прежде всего, такой услугой является *виртуальная частная сеть (Virtual Private Network, VPN)*, когда *оператор связи* создает для предприятия иллюзию того, что все его отделения и филиалы соединены частной, то есть полностью принадлежащей и управляемой предприятием-клиентом сетью, в то время как на самом деле при этом используется сеть оператора, то есть общедоступная сеть, одновременно передающая данные многих клиентов. Услуги *VPN* могут предоставляться как для телефонии (например, корпоративные пользователи звонят по сокращенным внутренним номерам), так и для *сетей передачи данных*.

В последнее время корпоративные клиенты все чаще пользуются не только коммуникационными, но и информационными услугами операторов - например, переносят собственные Web-сайты и базы данных на территорию оператора, поручая последнему поддерживать их работу и обеспечивать быстрый доступ к ним для сотрудников предприятия и, возможно, других пользователей сети оператора.

Крупные корпоративные клиенты требуют расширенного набора услуг и согласны платить за него больше, чем за стандартный, если услуги предоставляются с высоким уровнем качества. Поэтому оператор может взяться за прокладку новой физической *линии связи* до помещения такого клиента и установку сложных коммуникационных устройств.

Одни операторы оказывают услуги как массовым, так и корпоративным клиентам, другие специализируются только на одной категории потребителей.

Инфраструктура

Кроме субъективных и правовых причин, на формирование набора предлагаемых оператором услуг оказывает влияние материально-технический фактор, так как для предоставления определенной услуги оператор должен владеть соответствующей аппаратно-программной *инфраструктурой*. Так, для оказания услуг по аренде *каналов* оператор должен иметь в своем распоряжении *транспортную сеть* - например, *первичную сеть PDH/SDH* или же сеть с *коммутацией - каналов*, такую как *ISDN*. Для оказания информационных Web-услуг он должен создать собственный сайт, который должен быть соединен с Internet, чтобы пользователи Internet могли получить доступ к нему.

В тех случаях, когда у оператора отсутствует необходимая *инфраструктура* для оказания некоторой услуги, он может воспользоваться услугами другого оператора, на основе которых требуемая услуга может быть сконструирована. Например, для создания общедоступного Web-сайта *электронной коммерции оператор связи* может не иметь собственной IP-сети, соединенной с Internet. Для этого ему достаточно только создать *информационное наполнение* сайта и поместить его на компьютере другого оператора, сеть которого имеет подключение к Internet. Аренда физических *каналов связи* для создания собственной *телефонной* или *компьютерной сети* является другим типичным примером предоставления услуг при отсутствии одного из элементов аппаратно-программной *инфраструктуры*.

Оператора, который предоставляет услуги другим операторам связи, часто называют *оператором операторов (carrier of carriers)*.

Физические *каналы связи* и другие элементы первичной транспортной *инфраструктуры* играют ключевую роль в предоставлении любых коммуникационных услуг, так как без них передача информации становится просто невозможной. Вообще говоря, от наличия или отсутствия собственной транспортной *инфраструктуры* зависит и название предприятия, оказывающего информационно-коммуникационные услуги - традиционное "*оператор связи*" или новое "провайдер (поставщик) услуг". Хотя каждый *оператор связи*, безусловно, оказывает услуги своим клиентам, то есть является провайдером услуг, в этих терминах есть некоторая разница. Говоря "*оператор связи*", обычно подчеркивают то обстоятельство, что компания владеет собственной транспортной *инфраструктурой*, поддерживает ее функционирование и на этой основе предоставляет услуги. Обычно традиционный оператор связи в первую очередь оказывает низкоуровневые транспортные услуги - простую передачу трафика (телефонного или данных) между географическими пунктами без его дополнительной обработки. Когда же говорят "провайдер услуг", то акцент делается на том, что предприятие оказывает новые высокоуровневые услуги, например доступ в Internet, размещение в своей сети информационных ресурсов (Web-сайты, базы данных предприятий), но не обязательно владеет собственной развитой транспортной *инфраструктурой*, так как часто для их *эффективной реализации* достаточно арендованных сетевых ресурсов.

Территория покрытия

По степени охвата территории, на которой предоставляются услуги, операторы делятся на:

- локальных;
- региональных;
- национальных;
- транснациональных.

Локальный оператор работает на территории города или сельского района.

Традиционный локальный оператор - это оператор городской *телефонной сети*, который владеет всей соответствующей транспортной *инфраструктурой*: физическими

каналами между помещениями *абонентов* (квартирами, домами и офисами) и узлом связи, телефонными станциями (АТС) и *каналами связи* между телефонными станциями.

Сегодня к *традиционным локальным операторам* добавились *альтернативные*, которые часто являются провайдерами услуг нового типа, прежде всего, связанных с Internet, но иногда конкурируют с традиционными операторами и в области телефонии. Несмотря на демополизацию телекоммуникационной отрасли, физическими каналами доступа к абонентам по-прежнему владеют традиционные локальные операторы, то есть "Городские *телефонные сети* " (ГТС), поэтому альтернативным операторам проще оказывать высокоуровневые услуги, не столь сильно зависящие от наличия прямой связи с абонентом, такие, например, как доступ в Internet, размещение в своих узлах информационных ресурсов и т.п. А для организации доступа к этим ресурсам абонентам приходится заключать договор с традиционным оператором, который направляет трафик непосредственно подключенных к нему *абонентов* в сеть *альтернативного оператора*, если *абонент* подписался на соответствующую услугу. Здесь мы видим естественную специализацию операторов - каждый занимается тем делом, для которого больше подходит имеющаяся *инфраструктура*, при этом сотрудничество дает дополнительный эффект, порождая новые услуги.

Региональные и национальные операторы оказывают услуги на большой территории, также располагая соответствующей *инфраструктурой*. Традиционные операторы этого масштаба выполняют транзитную передачу телефонного трафика между телефонными станциями локальных операторов, имея в своем распоряжении крупные транзитные АТС, связанные высокоскоростными физическими *каналами связи*. Это *операторы операторов*, их клиентами являются, как правило, локальные операторы или крупные предприятия, имеющие отделения и филиалы в различных городах региона или страны. Располагая развитой транспортной *инфраструктурой*, такие операторы обычно оказывают услуги дальней связи, передавая транзитом большие объемы информации без какой-либо обработки. Альтернативные операторы регионального и национального масштаба могут иметь собственную транспортную *инфраструктуру*, но это не обязательно. В первом случае они конкурируют с традиционными операторами на рынке услуг дальней связи, а во втором стараются оказывать дополнительные информационные услуги, заключая договоры с большим числом локальных операторов, а также с каким-либо из операторов, предоставляющих услуги дальней связи, - для организации взаимодействия между своими информационными ресурсами.

Другие виды телекоммуникационных сетей

Корпоративные сети

Корпоративная сеть - это сеть, главным назначением которой является обеспечение функционирования конкретного предприятия, владеющего данной сетью.

Пользователями *корпоративной сети* являются только сотрудники данного **предприятия**. В отличие от сетей *операторов связи*, *корпоративные сети*, в общем случае, не оказывают услуг другим организациям или пользователям.

В зависимости от масштаба предприятия, а также от сложности и многообразия решаемых задач различают *сети отдела*, *сети кампуса* и *корпоративные сети* (термин "корпоративные" в данной классификации приобретает узкое значение - *сеть* большого предприятия). Прежде чем обсуждать характерные особенности каждого из перечисленных типов сетей, остановимся на тех факторах, которые заставляют предприятия обзаводиться собственной *компьютерной сетью*.

Что дает предприятию использование сетей

Этот вопрос можно уточнить следующим образом:

- В каких случаях развертывание на предприятии *вычислительных сетей* предпочтительнее использования автономных компьютеров или многомашинных систем?

- Какие новые возможности появляются на предприятии с появлением вычислительной сети?
- И, наконец, всегда ли предприятию нужна сеть?

Если не вдаваться в подробности, то конечной целью использования *компьютерных сетей* на предприятии является повышение эффективности его работы, которое может выражаться, например, в увеличении прибыли. Действительно, если благодаря компьютеризации снизились затраты на производство уже существующего продукта, сократились сроки разработки новой модели или ускорилось обслуживание заказов потребителей - это означает, что данному предприятию в самом деле нужна была сеть.

Концептуальным **преимуществом сетей**, которое вытекает из их принадлежности к распределенным системам, перед автономно работающими компьютерами является их способность выполнять *параллельные вычисления*. За счет этого в системе с несколькими обрабатывающими узлами в принципе можно достичь **производительности**, превышающей максимально возможную на данный момент производительность любого отдельного, сколь угодно мощного, процессора. Распределенные системы потенциально имеют лучшее соотношение производительность/стоимость, чем централизованные системы.

Еще одно очевидное и важное достоинство распределенных систем - это их более высокая *отказоустойчивость*. Под *отказоустойчивостью* следует понимать способность системы выполнять свои функции (может быть, не в полном объеме) при отказах отдельных элементов аппаратуры и неполной доступности данных. Основой повышенной отказоустойчивости распределенных систем является избыточность. Избыточность обрабатывающих узлов (процессоров в *многопроцессорных* системах или компьютеров в сетях) позволяет при отказе одного узла переназначать приписанные ему задачи на другие узлы. С этой целью в распределенной системе могут быть предусмотрены процедуры динамической или статической *реконфигурации*. В *вычислительных сетях* некоторые наборы данных могут дублироваться на *внешних запоминающих устройствах* нескольких компьютеров сети, так что при отказе одного из них данные остаются доступными.

Использование территориально распределенных вычислительных систем больше соответствует распределенному характеру прикладных задач в некоторых предметных областях, таких как автоматизация *технологических процессов*, банковская деятельность и т. п. Во всех этих случаях имеются рассредоточенные по некоторой территории отдельные потребители информации - сотрудники, организации или технологические установки. Эти потребители автономно решают свои задачи, поэтому следовало бы предоставлять им собственные вычислительные средства, но в то же время, поскольку решаемые ими задачи логически тесно взаимосвязаны, их вычислительные средства должны быть объединены в общую систему. Оптимальным решением в такой ситуации является использование вычислительной сети.

Для пользователя распределенные системы дают еще и такие преимущества, как возможность совместного использования данных и устройств, а также возможность гибкого распределения работ по всей системе. Такое разделение дорогостоящих *периферийных устройств* - таких как дисковые массивы большой емкости, цветные принтеры, *графопостроители*, модемы, оптические диски - во многих случаях является основной причиной развертывания сети на предприятии. Пользователь современной вычислительной сети работает за своим компьютером, часто не отдавая себе отчета в том, что он пользуется данными другого мощного компьютера, находящегося за сотни километров от него. Он отправляет электронную почту через модем, подключенный к коммуникационному серверу, общему для нескольких отделов его предприятия. У пользователя создается впечатление, что эти ресурсы подключены непосредственно к его компьютеру или же "почти" подключены, так как для работы с ними нужны

незначительные дополнительные действия по сравнению с использованием действительно собственных ресурсов.

В последнее время стал преобладать другой побудительный мотив развертывания сетей, гораздо более важный в современных условиях, чем экономия средств за счет разделения между сотрудниками корпорации дорогой аппаратуры или программ. Этим мотивом стало стремление обеспечить сотрудникам оперативный доступ к обширной корпоративной информации. В условиях жесткой конкурентной борьбы в любом секторе рынка выигрывает, в конечном счете, та компания, сотрудники которой могут быстро и правильно ответить на любой вопрос клиента - о возможностях их продукции, об условиях ее применения, о решении различных проблем и т. п. На крупном предприятии даже хороший менеджер вряд ли знает все характеристики каждого из выпускаемых продуктов, тем более что их номенклатура может обновляться каждый квартал, если не месяц. Поэтому очень важно, чтобы менеджер имел возможность со своего компьютера, подключенного к *корпоративной сети*, скажем, в Магадане, передать вопрос клиента на сервер, расположенный в центральном отделении предприятия в Новосибирске, и оперативно получить ответ, удовлетворяющий клиента. В таком случае клиент не обратится в другую компанию, а будет пользоваться услугами данного менеджера и впредь.

Использование сети приводит к совершенствованию **коммуникаций** между сотрудниками предприятия, а также его клиентами и поставщиками. Сети снижают потребность предприятий в других формах передачи информации, таких как телефон или обычная почта. Зачастую именно возможность организации электронной почты является одной из причин развертывания на предприятии вычислительной сети. Все большее распространение получают новые технологии, которые позволяют передавать по сетевым каналам связи не только компьютерные данные, но и голосовую и видеoinформацию. *Корпоративная сеть*, которая интегрирует данные и мультимедийную информацию, может использоваться для организации аудио- и видеоконференций, кроме того, на ее основе может быть создана собственная внутренняя *телефонная сеть*.

Преимущества, которые дает использование сетей

1. Интегральное преимущество - повышение эффективности работы предприятия.
2. Способность выполнять *параллельные вычисления*, за счет чего может быть повышена производительность и *отказоустойчивость*.
3. Более соответствие распределенному характеру некоторых прикладных задач.
4. Возможность совместного использования данных и устройств.
5. Возможность гибкого распределения работ по всей системе.
6. Оперативный доступ к обширной корпоративной информации.
7. Совершенствование коммуникаций.

Проблемы

1. Сложность разработки системного и прикладного программного обеспечения для распределенных систем.
2. Проблемы с производительностью и **надежностью** передачи данных по сети.
3. Проблема обеспечения безопасности.

Конечно, при использовании *вычислительных сетей* возникают и проблемы, связанные в основном с организацией эффективного взаимодействия отдельных частей распределенной системы.

Во-первых, это неполадки в программном обеспечении: операционных системах и приложениях. Программирование для распределенных систем принципиально отличается от программирования для централизованных систем. Так, сетевая операционная система, выполняя в общем случае все функции по управлению локальными ресурсами

компьютера, сверх того решает многочисленные задачи, связанные с предоставлением сетевых услуг. Разработка сетевых приложений осложняется из-за необходимости организовать совместную работу их частей, выполняющихся на разных машинах. Массу хлопот доставляет и обеспечение совместимости программного обеспечения, устанавливаемого в узлах сети.

Во-вторых, много проблем связано с транспортировкой сообщений по *каналам связи* между компьютерами. Основные задачи здесь - обеспечение надежности (чтобы передаваемые данные не терялись и не искажались) и производительности (чтобы обмен данными происходил с приемлемыми задержками). В структуре общих затрат на вычислительную сеть расходы на решение "транспортных вопросов" составляют существенную часть, в то время как в централизованных системах эти проблемы полностью отсутствуют.

В-третьих, это вопросы, связанные с обеспечением безопасности, которые гораздо сложнее решать в вычислительной сети, чем в автономно работающем компьютере. В некоторых случаях, когда безопасность особенно важна, от использования сети лучше отказаться.

Можно приводить еще много "за" и "против", но главным доказательством эффективности использования сетей является бесспорный факт их повсеместного распространения. Сегодня трудно найти предприятие, на котором нет хотя бы односегментной сети персональных компьютеров; все больше и больше появляется сетей с сотнями рабочих станций и десятками серверов, некоторые крупные организации обзаводятся частными глобальными сетями, объединяющими их филиалы, удаленные на тысячи километров. В каждом конкретном случае для создания сети были свои основания, но верно и общее утверждение: что-то в этих сетях все-таки есть.

Сети отделов

Сети отделов - это сети, которые используются сравнительно небольшой группой сотрудников, работающих в одном отделе предприятия. Эти сотрудники решают некоторые общие задачи, например ведут бухгалтерский учет или занимаются маркетингом. Считается, что отдел может насчитывать до 100-150 сотрудников.

Главной целью сети отдела является **разделение** локальных **ресурсов**, таких как приложения, данные, лазерные принтеры и модемы. Обычно сети отделов имеют один или два файловых сервера, не более тридцати пользователей (рис. 3) и не разделяются на подсети. В этих сетях локализуется большая часть трафика предприятия. Сети отделов обычно создаются на основе какой-либо одной сетевой технологии - Ethernet, Token Ring. В такой сети чаще всего используется один или, максимум, два типа операционных систем. Небольшое количество пользователей позволяет применять в сетях отделов одноранговые сетевые ОС, например Windows 98.



Рис. 3. Пример сети масштаба отдела

Задачи управления сетью на уровне отдела относительно просты: добавление новых пользователей, устранение простых отказов, инсталляция новых узлов и установка

новых версий программного обеспечения. Такой сетью может управлять сотрудник, посвящающий выполнению обязанностей администратора только часть своего времени. Чаще всего администратор сети отдела не имеет специальной подготовки, но является тем человеком в отделе, который лучше всех разбирается в компьютерах, и само собой получается так, что он и занимается администрированием сети.

Существует и другой тип сетей, близкий к сетям отделов, - сети рабочих групп. К таким сетям относят совсем небольшие сети, включающие до 10-20 компьютеров. Характеристики сетей рабочих групп практически не отличаются от описанных выше характеристик сетей отделов. Такие свойства, как простота сети и однородность, здесь проявляются в наибольшей степени, в то время как сети отделов могут приближаться в некоторых случаях к следующему по масштабу типу сетей - *сетям кампусов*.

Сети кампусов

Сети кампусов получили свое название от английского слова *campus* - студенческий городок. Именно на территории университетских городков часто возникала необходимость в объединении нескольких мелких сетей в одну большую. Сейчас это название не связывают со студенческими городками, а используют для обозначения сетей любых предприятий и организаций.

Сети кампусов (рис. 4) объединяют множество сетей различных отделов одного предприятия в пределах отдельного здания или одной территории, покрывающей площадь в несколько квадратных километров. При этом глобальные соединения в сетях кампусов не используются. Службы такой сети включают взаимодействие между сетями отделов, доступ к общим базам данных предприятия, доступ к общим факс-серверам, высокоскоростным модемам и высокоскоростным принтерам. В результате сотрудники каждого отдела предприятия получают доступ к некоторым файлам и ресурсам сетей других отделов. Сети кампусов обеспечивают доступ к корпоративным базам данных независимо от того, на каких типах компьютеров они располагаются.

Именно на уровне сети кампуса возникают проблемы интеграции неоднородного аппаратного и программного обеспечения. Типы компьютеров, сетевых операционных систем, сетевого аппаратного обеспечения в каждом отделе могут отличаться. Отсюда вытекают сложности управления сетями кампусов. Администраторы должны быть в этом случае более квалифицированными, а средства оперативного управления сетью - более эффективными.

Сети масштаба предприятия

Корпоративные сети называют также сетями масштаба предприятия, что соответствует дословному переводу термина "*enterprise-wide networks*", используемого в англоязычной литературе для обозначения этого типа сетей. Сети масштаба предприятия (*корпоративные сети*) объединяют большое количество компьютеров на всех территориях отдельного предприятия. Они могут быть сложно связаны и способны покрывать город, регион или даже континент. Число пользователей и компьютеров может измеряться тысячами, а число серверов - сотнями, расстояния между сетями отдельных территорий бывают такими, что приходится использовать *глобальные связи* (рис. 5). Для соединения удаленных локальных сетей и отдельных компьютеров в *корпоративной сети* применяются разнообразные телекоммуникационные средства, в том числе телефонные каналы, радиоканалы, спутниковая связь. *Корпоративную сеть* можно представить в виде "островков локальных сетей", плавающих в телекоммуникационной среде.

Непременным атрибутом такой сложной и крупномасштабной сети является высокая степень неоднородности (*гетерогенности*) - нельзя удовлетворить потребности тысяч пользователей с помощью однотипных программных и аппаратных средств. В *корпоративной сети* обязательно будут использоваться различные типы компьютеров - от мэйнфреймов до персоналок, несколько типов операционных систем и множество различных приложений. Неоднородные части *корпоративной сети* должны работать как

единое целое, предоставляя пользователям по возможности удобный и простой доступ ко всем необходимым ресурсам.

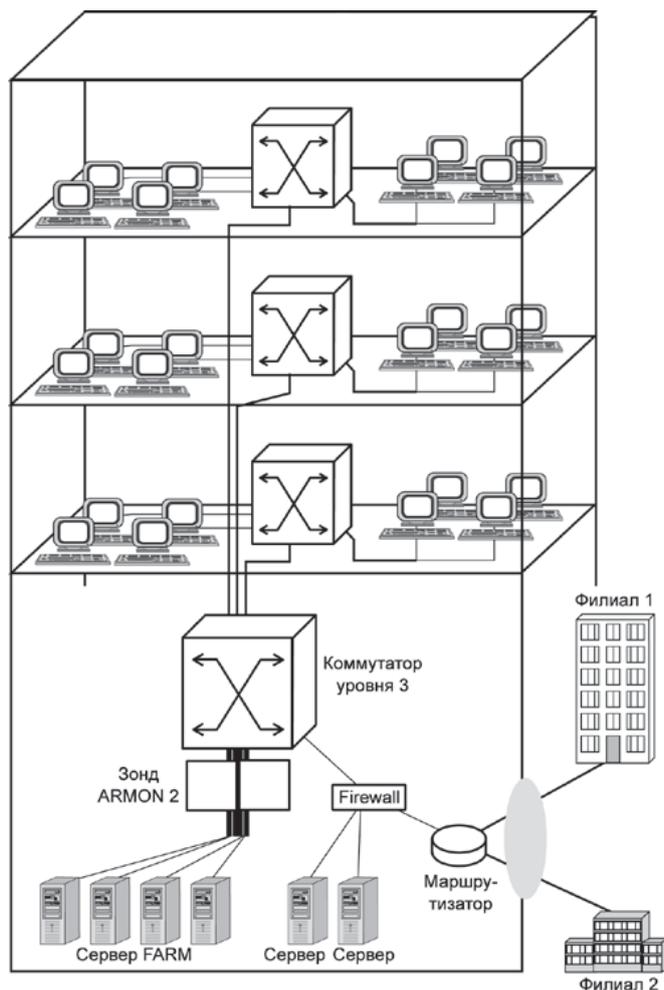


Рис. 4. Пример сети кампуса

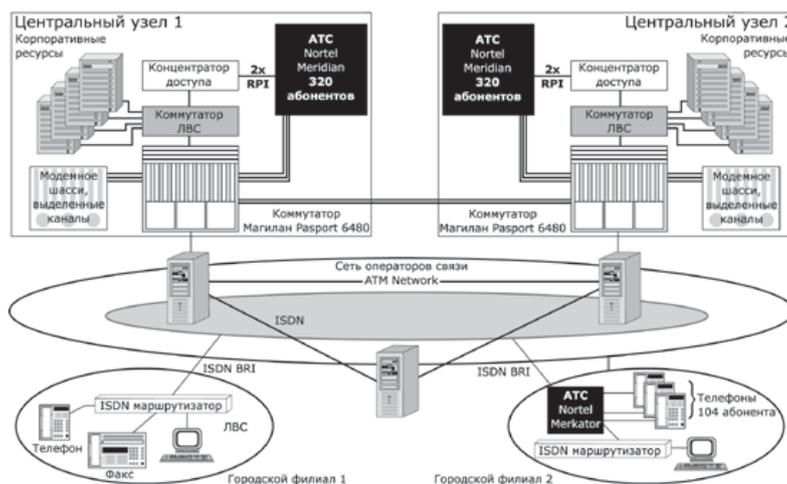


Рис. 5. Пример корпоративной сети

Сети предприятий (*корпоративные сети*) объединяют большое количество компьютеров на всех территориях отдельного предприятия. Для *корпоративной сети* характерны:

- масштабность - тысячи пользовательских компьютеров, сотни серверов, огромные объемы хранимых и передаваемых по линиям связи данных, множество разнообразных приложений;

- высокая степень гетерогенности - различные типы компьютеров, коммуникационного оборудования, операционных систем и приложений;
- использование глобальных связей - сети филиалов соединяются с помощью телекоммуникационных средств, в том числе телефонных каналов, радиоканалов, спутниковой связи.

Появление *корпоративных сетей* - это хорошая иллюстрация известного постулата о переходе количества в качество. При объединении отдельных сетей крупного предприятия, имеющего филиалы в разных городах и даже странах, в единую сеть многие количественные характеристики объединенной сети переходят некоторый критический порог, за которым начинается новое качество. В этих условиях существующие методы и подходы к решению традиционных задач сетей меньших масштабов для *корпоративных сетей* оказались непригодными. На первый план вышли такие задачи и проблемы, которые в сетях рабочих групп, отделов и даже кампусов либо имели второстепенное значение, либо вообще не проявлялись. Примером может служить простейшая (для небольших сетей) задача - ведение учетных данных о пользователях сети.

Наиболее простой способ ее решения - поместить учетные данные каждого пользователя в локальную базу учетных данных каждого компьютера, к ресурсам которого пользователь должен иметь доступ. При попытке доступа эти данные извлекаются из локальной учетной базы, и на их основе предоставляется или не предоставляется доступ. В небольшой сети, состоящей из 5-10 компьютеров и примерно такого же количества пользователей, такой способ работает очень хорошо. Но если в сети насчитывается несколько тысяч пользователей, каждому из которых нужен доступ к нескольким десяткам серверов, то, очевидно, это решение становится крайне неэффективным. Администратор должен повторить несколько десятков раз (по числу серверов) операцию занесения учетных данных каждого пользователя. Сам пользователь также вынужден повторять процедуру логического входа каждый раз, когда ему нужен доступ к ресурсам нового сервера. Хорошее решение этой проблемы для крупной сети - использовать централизованную справочную службу, в базе данных которой хранятся учетные записи всех пользователей сети. Администратор один раз выполняет операцию занесения данных пользователя в эту базу, а пользователь один раз выполняет процедуру логического входа, причем не в отдельный сервер, а в сеть целиком.

При переходе от более простого типа сетей к более сложному - от сетей отдела к *корпоративной сети* - территория охвата увеличивается, поддерживать связи компьютеров становится все сложнее. По мере увеличения масштабов сети повышаются требования к ее надежности, производительности и функциональным возможностям. По сети циркулирует все возрастающее количество данных, и необходимо обеспечивать их безопасность и защищенность наряду с доступностью. Все это приводит к тому, что *корпоративные сети* строятся на основе наиболее мощного и разнообразного оборудования и программного обеспечения.

Вопросы

1. Какие сети можно отнести к телекоммуникационным сетям?
2. Заполните таблицу:

Вид телекоммуникационной сети	Вид услуг	Вид представления информации

3. Перечислите компоненты телекоммуникационной сети.
4. Заполните пустые ячейки таблицы:

Термин	Описание
Сеть доступа	
	объединяет отдельные сети доступа, выполняя функции транзита трафика между ними по высокоскоростным каналам
Информационные центры	

5. Какая информация хранится в информационных центрах?
6. Приведите классификацию компьютерных сетей по назначению предоставляемых услуг:



7. Перечислите функции телефонных сетей.
8. Кто такие клиенты? Какие они бывают?
9. Охарактеризуйте понятие «оператор связи».
10. Приведите отличия операторов связи друг от друга.