

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Факультет телекоммуникаций

Кафедра сетей и устройств телекоммуникаций

**И. И. Астровский, В. Ю. Цветков, И. А. Борискевич**

## **ПРОТОКОЛЫ И СИСТЕМЫ IP-ТЕЛЕФОНИИ И ВИДЕО-КОНФЕРЕНЦ-СВЯЗИ**

*Рекомендовано УМО по образованию в области информатики  
и радиоэлектроники в качестве учебно-методического пособия  
для направления специальности*

*1-45 01 01-05 «Инфокоммуникационные технологии  
(системы распределения мультимедийной информации)»*

Минск БГУИР 2017

УДК 621.395.97(076)

ББК 32.882я73

А91

Рецензенты:

кафедра телекоммуникационных систем учреждения образования  
«Белорусская государственная академия связи»  
(протокол №7 от 04.02.2016);

начальник цикла, профессор кафедры связи  
учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь»,  
кандидат технических наук, доцент, полковник А. А. Пилюшко

**Астровский, И. И.**

А91      Протоколы и системы IP-телефонии и видео-конференц-связи :  
учеб.-метод. пособие / И. И. Астровский, В. Ю. Цветков, И. А. Борискевич. –  
Минск : БГУИР, 2017. – 88 с. : ил.  
ISBN 978-985-543-270-9.

Рассмотрены принципы организации IP-телефонии и видео-конференц-связи в корпоративных мультисервисных сетях.

Предназначено для направления специальности «Системы распределения мультимедийной информации» по учебной дисциплине «IP-телефония и видео-конференц-связь». Может быть использовано при курсовом и дипломном проектировании.

**УДК 621.395.97(076)**  
**ББК 32.882я73**

**ISBN 978-985-543-270-9**

© Астровский И. И., Цветков В. Ю.,  
Борискевич И. А., 2017  
© УО «Белорусский государственный  
университет информатики  
и радиоэлектроники», 2017

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	
<b>1 IP-телефония, видеотелефония и видео-конференц-связь</b> .....	6
1.1 Назначение систем IP-телефонии и видео-конференц-связи .....	6
1.2 Из истории компьютерной связи.....	8
1.3 Определение локальной сети.....	18
1.4 Особенности топологий локальных сетей.....	21
1.5 Технология VLAN в корпоративных сетях .....	30
1.6 Особенности построения корпоративных сетей .....	31
<b>2 Коммутационное оборудование Cisco для IP-телефонии</b> .....	33
2.1 Коммутатор Cisco 1900 .....	33
2.2 Коммутатор Cisco 2960 .....	37
2.3 Коммутатор Cisco 3560 .....	41
<b>3 Терминальное оборудование IP-телефонии и видео-конференц-связи</b> .....	45
3.1 Устройство и функции IP-телефона.....	45
3.2 IP-телефон Alcatel 4018 IP Touch .....	47
3.3 Терминал видеотелефонии на базе программного клиента X-Lite .....	51
3.4 Терминал видео-конференц-связи на базе программного клиента EyeBeam .....	53
3.5 Терминал видео-конференц-связи на базе программного клиента Bria .....	54
<b>4 IP-телефония в лабораторной мультисервисной сети</b> .....	57
4.1 Структура лабораторной мультисервисной сети.....	57
4.2 Телефонные сервисы в лабораторной мультисервисной сети .....	59
4.3 Эмуляция IP-телефонии в лабораторной мультисервисной сети .....	60
4.4 Настройка оборудования для организации корпоративной IP-телефонии в лабораторной мультисервисной сети.....	60
4.5 Симулятор лабораторной мультисервисной сети.....	71
<b>ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ</b>	
<b>Лабораторная работа №1</b> Организация IP-телефонии в пределах рабочей группы .....	73
<b>Лабораторная работа №2</b> Организация видеотелефонии в пределах рабочей группы.....	76
<b>Лабораторная работа №3</b> Организация видео-конференц-связи в пределах рабочей группы.....	79
<b>Лабораторная работа №4</b> Организация IP-телефонии в корпоративной сети.....	82
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А</b> .....	84
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	85

## ВВЕДЕНИЕ

В современных телекоммуникациях термины «IP-телефония» и «видео-конференц-связь» обозначают достаточно обширный спектр сетевых сервисов, среди которых основными являются телефонные и видеотелефонные соединения типа точка-точка, а также многоточечные телефонные и видеотелефонные соединения (речевая и видео-конференц-связь).

Эти сервисы получили достаточно широкое распространение. В настоящее время существуют две возможности организации телефонных сервисов на предприятии: 1) на базе телефонной сети, включающей учрежденческую производственную АТС, телефонную разводку и оконечные терминалы, или 2) на базе компьютерной сети, включающей коммутационное, маршрутизирующее, серверное оборудования, терминальное оборудование (IP-телефоны и мультимедийные компьютеры, укомплектованные микротелефонными гарнитурами и веб-камерами), а также структурированную кабельную систему. Практика показывает, что второй подход является более гибким и обеспечивает существенно меньшие капитальные и эксплуатационные затраты.

Целью данного учебно-методического пособия является формирование представления о принципах организации и функционирования телефонных сервисов и видео-конференц-связи на предприятиях, а также получение студентами практических навыков по настройке сетевых и оконечных устройств телекоммуникаций.

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ  
ЧАСТЬ**

Библиотека БГУИР

## **1 IP-телефония, видеотелефония и видео-конференц-связь**

В 90-х годах XX века началось интенсивное развитие технологий и средств IP-телефонии и видео-конференц-связи.

Современное оборудование видеосвязи обеспечивает высококачественные изображение и звук, обладает функциональными возможностями, недоступными ранее.

Преимущества видеосвязи заключаются в снижении материальных и временных расходов при организации личных встреч, а также в реальном визуальном контакте с удаленным собеседником и возможности совместной работы с общими данными и приложениями.

Хотя интерес к видеоконференциям устойчиво рос в течение последних лет, трагические события 11 сентября 2001 года в Соединенных Штатах Америки его беспрецедентно обострили. Наряду с увеличением общего интереса к видеосвязи был зафиксирован рост реально установленных систем, предназначенных для наблюдения и обеспечения безопасности.

Боязнь захвата самолетов террористами и неудобства, вызванные повышенными мерами безопасности, также стали причинами замены поездок на видеосвязь. Вынужденное тщательное изучение возможностей видеоконференций позволило руководителям определить и другие аргументы в пользу замены и дополнения традиционных методов общения видео-конференц-связью:

- видео-конференц-связь позволяет быть одновременно в нескольких местах;
- появляется возможность общаться с коллегами и партнерами, поставщиками и заказчиками, не покидая офис;
- видео-конференц-связь предоставляет возможность немедленного обсуждения и принятия решения по неотложным проблемам;
- «живое» качество звука и изображения позволяет действовать так, будто абоненты физически присутствуют на совещании;
- видео-конференц-связь экономит время, ресурсы и средства, повышает эффективность деятельности.

### **1.1 Назначение систем IP-телефонии и видео-конференц-связи**

Недопонимание, возникающее в процессе общения с партнерами, может привести к проблемам в бизнесе на любом предприятии, в том числе в компа-

нии, работающей в сфере информационных технологий. Общаясь лицом к лицу, прислушиваясь к интонации и наблюдая за жестами и выражением лица собеседника, можно понять значительно больше, чем воспринимая устную речь в разговоре по телефону [1].

Согласно исследованиям, проведенным в США, при телефонном разговоре можно передать в среднем только около 11 % от общего объема информации, предназначенной для трансляции. При использовании телефонной связи в совокупности с факсимильной объем передаваемой информации увеличивается примерно до 24 %. В случае, когда есть возможность в процессе разговора следить за жестикующей и мимикой собеседника, коэффициент полезного действия передачи информации достигает 60 %.

В связи с этим в 60-х годах предпринимались попытки расширить средства традиционной связи поддержкой видео. В 1964 году исследовательское подразделение компании AT&T представило Videophone – первую аудиовизуальную систему электронного взаимодействия двух лиц в режиме реального времени.

Сегодня **видеоконференция** – это компьютерная технология, позволяющая группам людей видеть и слышать друг друга, обмениваться данными, а также совместно их обрабатывать в интерактивном режиме, используя возможности персонального компьютера [2].

Во многих организациях считается, что настольные системы видеоконференц-связи обеспечат в конечном итоге значительное сокращение расходов, связанных с переездами их сотрудников. Стремление компаний к снижению затрат и есть та движущая сила, которая заставляет их развертывать подобные системы.

Среди наиболее перспективных сфер применения видео-конференц-связи можно выделить следующие.

**1** Совместная работа нескольких пользователей с документами и приложениями в составе группы, корпоративной сети или при использовании удаленного доступа из домашних офисов. Данный способ находит все более широкое применение из-за увеличения числа компаний, рабочие места сотрудников которых располагаются по месту жительства, что помогает сэкономить существенные средства на аренде помещений, оплате счетов за электроэнергию и т. д. Кроме того, отпадает необходимость собирать сотрудников в одном месте для совместной работы над договором или проектом.

**2** Медицинские консилиумы, удаленная диагностика оборудования, дистанционное обучение. Врач может прибегнуть к «виртуальной» консультации

у высококлассных специалистов, присутствие которых в данном месте не представляется возможным, с целью установления правильного диагноза. Аналогично группа экспертов может провести диагностирование оборудования, находясь в офисе и не тратя времени на дорогу. Также практика постепенного внедрения средств видеоконференций в сферу обучения позволяет не просто прослушать и увидеть лекцию известного преподавателя, находящегося в другом полушарии, но и осуществлять интерактивное общение [3].

Однако первые видеоконференции требовали широкополосных, а значит, дорогостоящих каналов. Общеизвестных стандартов на крайне дорогое оборудование не существовало, поэтому только крупные транснациональные компании или правительственные организации могли позволить себе использование видеосвязи.

С тех пор в технологии и индустрии произошли революционные изменения. В наше время ситуация значительно изменилась:

- оборудование и каналы доступны по разумной цене;
- многие компании имеют собственные каналы и сети передачи данных;
- требования к ширине полосы пропускания каналов значительно снизились;
- действуют всеми признаваемые стандарты на оборудование видеосвязи, что обеспечивает взаимную совместимость оборудования разных производителей;
- качество передачи аудио- и видеосигналов вплотную приблизилось к качеству телевизионного изображения;
- возможность модернизации программного обеспечения гарантирует сохранность инвестиций и низкую стоимость обслуживания систем.

## **1.2 Из истории компьютерной связи**

Концепция вычислительных сетей является логическим результатом эволюции компьютерной технологии. Первые компьютеры 50-х годов – громоздкие и дорогие – предназначались для небольшого числа избранных пользователей, часто они занимали целые здания. Такие компьютеры не были предназначены для интерактивной работы пользователя, а использовались в режиме пакетной обработки.

**Системы пакетной обработки**, как правило, строились на базе **мэйн-фрейма** – мощного и надежного компьютера универсального назначения. Пользователи подготавливали данные и команды программ, сначала на перфолентах с помощью телеграфных аппаратов, а затем на перфокартах, и передавали их в вычислительный центр. Операторы вводили эти ленты или перфокарты в ком-



пьютер, а распечатанные результаты пользователи получали только на следующий день или позже, в зависимости от загруженности и исправности компьютера (рисунок 1.1). Таким образом, одна неверно набитая карта означала как минимум суточную задержку.

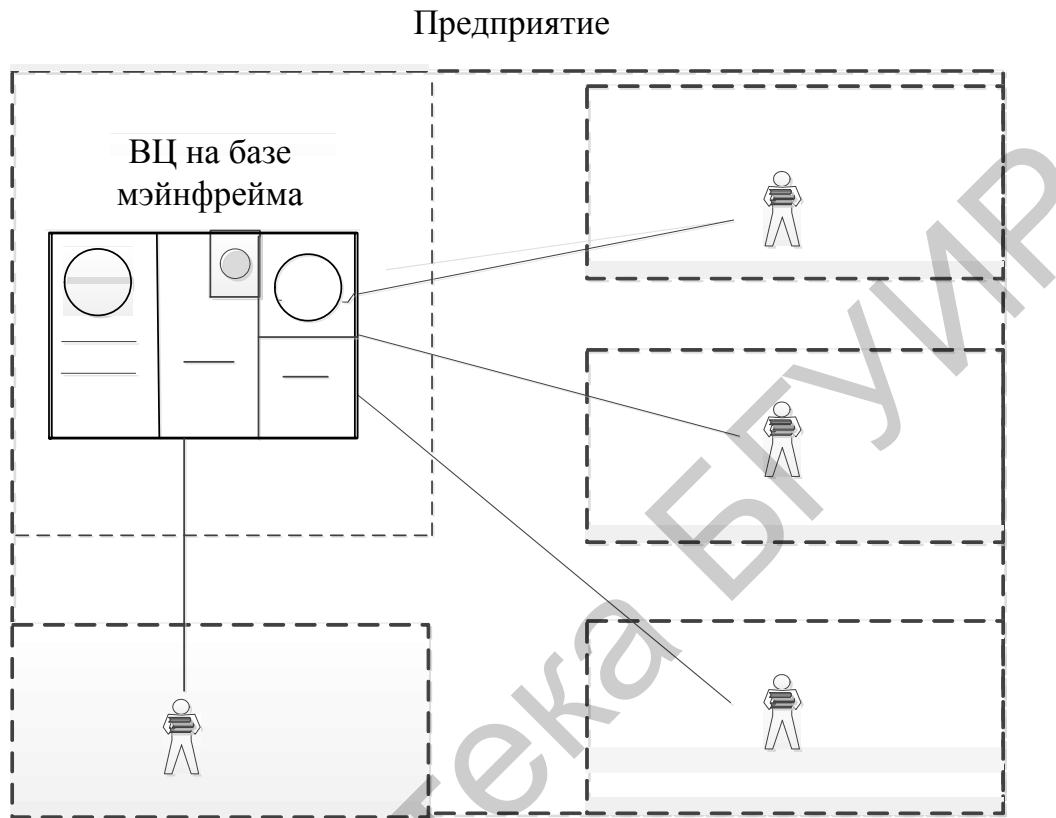


Рисунок 1.1 – Централизованная система на базе мэйнфрейма

Для пользователей интерактивный режим работы, при котором можно с терминала оперативно руководить процессом обработки своих данных, был бы гораздо удобней. Но интересами пользователей на первых этапах развития вычислительных систем в значительной степени пренебрегали, поскольку пакетный режим – это самый эффективный режим использования вычислительной мощности, так как он позволяет выполнить в единицу времени больше пользовательских задач, чем любые другие режимы. Во главу угла ставилась эффективность работы самого дорогого устройства вычислительной машины – процессора – в ущерб эффективности работы использующих его специалистов.

По мере удешевления процессоров в начале 60-х годов появились новые способы организации вычислительного процесса, которые позволили учесть интересы пользователей. Начали развиваться интерактивные **многотерминальные системы** разделения времени – прообраз вычислительной сети (рисунок 1.2).

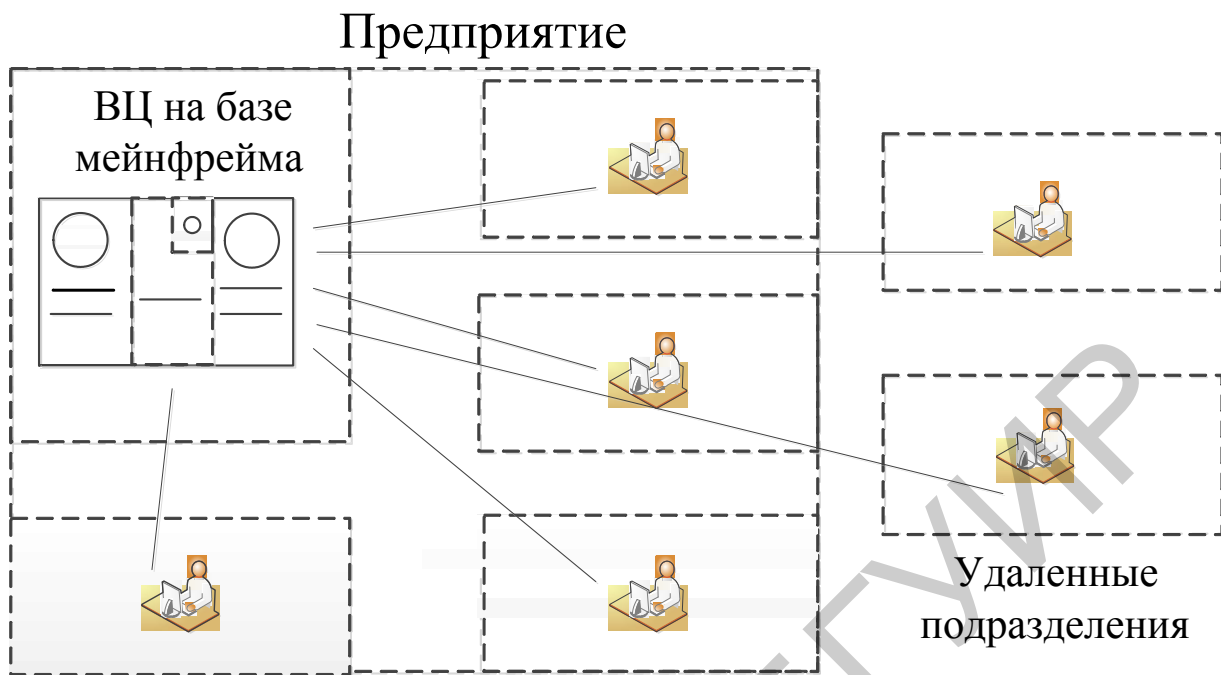


Рисунок 1.2 – Многотерминальная система

В таких системах компьютер был в распоряжении сразу нескольких пользователей через терминалы, с помощью которых они могли вести диалог с компьютером. Причем промежуток времени, необходимый для реакции вычислительной системы, был достаточно коротким для того, чтобы пользователю была незаметна параллельная работа с компьютером других пользователей. Разделяя таким образом компьютер, пользователи получили возможность за сравнительно небольшую плату пользоваться преимуществами компьютеризации.

Терминалы, выйдя за пределы вычислительного центра, рассредоточились по всему предприятию. И хотя вычислительная мощность оставалась полностью централизованной, некоторые функции, такие как ввод и вывод данных, стали распределенными.

Такие многотерминальные централизованные системы внешне уже были очень похожи на локальные вычислительные сети. Рядовой пользователь работы за терминалом мейнфрейма воспринимал примерно так же, как сейчас он воспринимает работу за подключенным к сети персональным компьютером.

Пользователь мог получить доступ к общим файлам и периферийным устройствам, при этом у него поддерживалась полная иллюзия единоличного владения компьютером, так как он мог запустить нужную ему программу в любой момент и почти сразу же получить результат.

Таким образом, многотерминальные системы, работающие в режиме разделения времени, стали первым шагом на пути создания локальных вычислительных сетей. Однако многотерминальные системы, хотя и имели внешние черты распределенных систем, все еще сохраняли централизованный характер обработки данных.

С другой стороны, потребность предприятий в создании локальных сетей в это время еще не возникла, так как из-за высокой стоимости вычислительной техники предприятия не могли себе позволить приобретение нескольких компьютеров. В этот период был справедлив так называемый закон Гроша, который эмпирически отражал уровень технологии того времени. В соответствии с этим законом производительность компьютера была пропорциональна квадрату его стоимости, отсюда следовало, что за одну и ту же сумму было выгоднее купить одну мощную машину, чем две менее мощных: их суммарная мощность оказывалась намного ниже мощности дорогой машины.

Тем не менее потребность в соединении компьютеров, находящихся на большом расстоянии друг от друга, к этому времени вполне назрела. Началось все с решения более простой задачи – доступа к компьютеру с терминалов, удаленных от него на сотни или тысячи километров. Терминалы соединялись с компьютерами через телефонные сети с помощью модемов. Такие сети позволяли многочисленным пользователям получать удаленный доступ к разделяемым ресурсам нескольких мощных компьютеров класса супер-ЭВМ.

Затем появились системы, в которых наряду с удаленными соединениями типа «терминал – компьютер» были реализованы и удаленные связи типа «компьютер – компьютер». Компьютеры получили возможность обмениваться данными в автоматическом режиме, что и является базовым механизмом любой вычислительной сети. Используя этот механизм, в первых сетях реализовали службы обмена файлами, синхронизации баз данных, электронной почты и другие, ставшие теперь традиционными, сетевые службы.

Таким образом, хронологически первыми появились **глобальные вычислительные сети**. Именно при построении глобальных сетей были впервые предложены и отработаны многие основные идеи и концепции современных вычислительных сетей, такие как многоуровневое построение коммуникационных протоколов, технология коммутации пакетов, маршрутизация пакетов в составных сетях и др.

В начале 70-х годов произошел технологический прорыв в области производства компьютерных компонентов – появились большие интегральные схемы. Их сравнительно невысокая стоимость и высокие функциональные возможности привели к созданию мини-компьютеров, которые стали конкурентами мэйнфреймов.

Закон Гроша перестал соответствовать действительности, так как десяток мини-компьютеров выполнял некоторые задачи (как правило, хорошо распараллеливаемые) быстрее одного мэйнфрейма, а стоимость такой мини-компьютерной системы была меньше.

Даже небольшие подразделения предприятий получили возможность покупать для себя компьютеры. Мини-компьютеры выполняли задачи управления технологическим оборудованием, складом и другие задачи уровня подразделения предприятия. Таким образом, появилась концепция распределения компьютерных ресурсов по всему предприятию. Однако все компьютеры организации продолжали работать автономно (рисунок 1.3).

### Предприятие

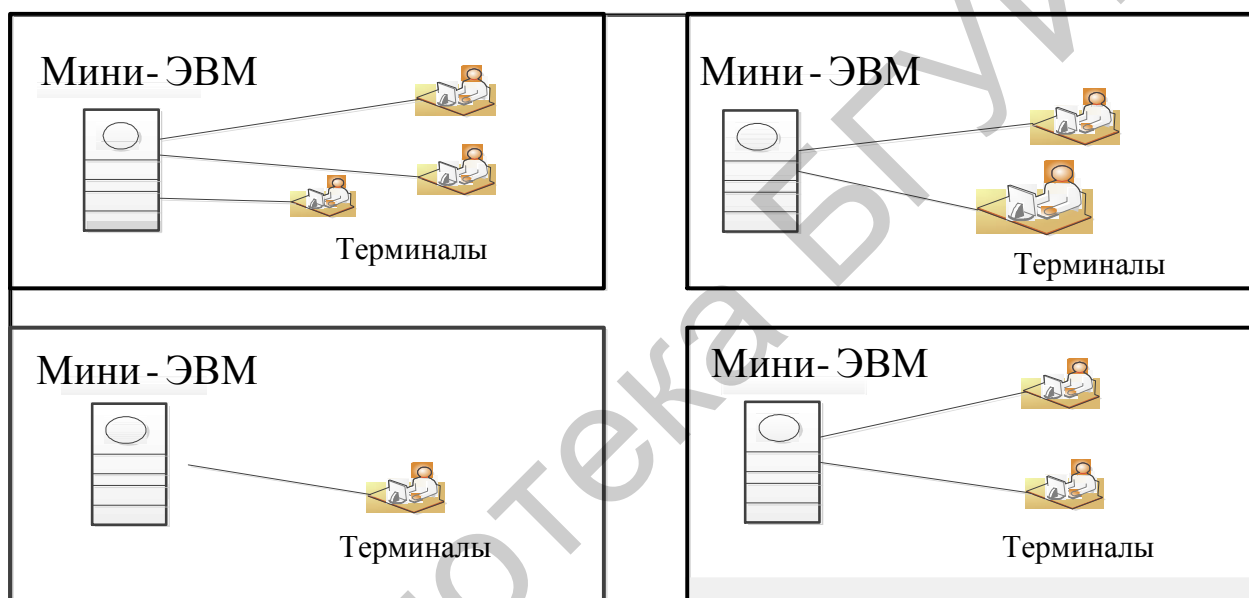


Рисунок 1.3 – Автономное использование нескольких мини-компьютеров на одном предприятии

Со временем потребности пользователей вычислительной техники росли, в том числе появилась потребность обмена данными с другими близко расположенными компьютерами. Предприятия и организации стали соединять свои мини-компьютеры и разрабатывать программное обеспечение, необходимое для их взаимодействия. При этом остальные ресурсы оставались довольно дорогими. Также возникла потребность в средствах хранения и документирования информации, чтобы исключить необходимость заново набирать выполняемую программу каждый раз после включения питания или хранить ее в маловместительной постоянной памяти. С помощью средств связи объединяли несколько микрокомпьютеров, таким образом можно было организовать совместное использование ими компьютерной периферии (магнитных дисков, магнитной

ленты, принтеров). При этом вся обработка информации проводилась на месте, но ее результаты передавались на централизованные ресурсы. Самые дорогие элементы системы использовались по-новому. Такой режим получил название **режима обратного разделения времени** (рисунок 1.4). Как и в первом случае, средства связи снижали стоимость компьютерной системы в целом.

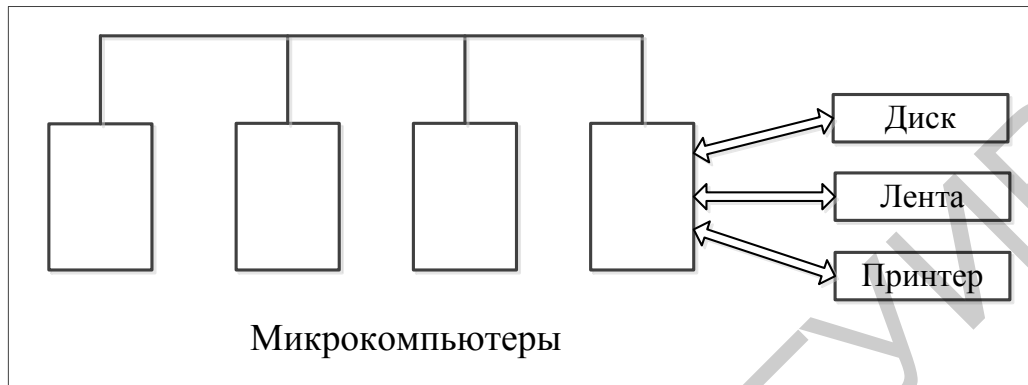
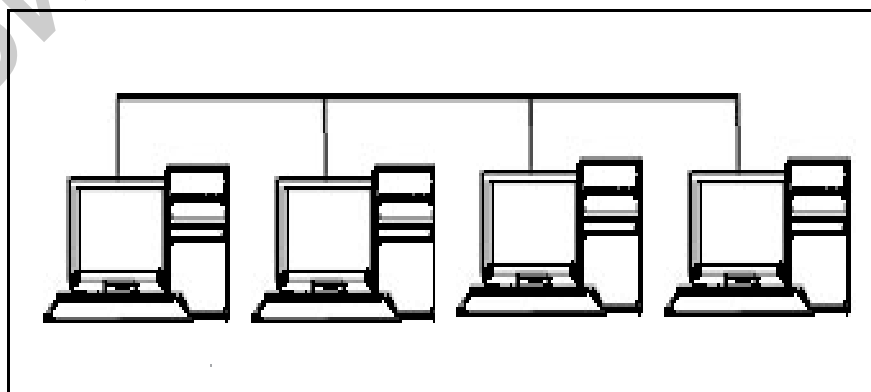


Рисунок 1.4 – Объединение в сеть первых микрокомпьютеров

Затем появились персональные компьютеры, которые отличались от первых микрокомпьютеров тем, что имели полный комплект достаточно развитой для автономной работы периферии: магнитные диски, принтеры, мониторы, клавиатуры, мыши и т. д. Стоимость периферии снизилась и стала сравнимой со стоимостью компьютера.

Необходимость объединения персональных компьютеров (рисунок 1.5) заключалась в совместном использовании ресурса. Обратное разделение времени применялось уже не для снижения стоимости системы, а с целью более эффективного использования ресурсов, имеющих в распоряжении компьютеров. Например, сеть позволяет объединить объем дисков всех компьютеров, обеспечив доступ каждого из них к дискам всех остальных, как к собственным.



### Рисунок 1.5 – Объединение в сеть персональных компьютеров

Преимущества сети нагляднее проявляются в том случае, когда все пользователи активно работают с единой базой данных, запрашивая информацию из нее и занося новую (например, в банке, в магазине, на складе), поскольку применение дискет в этом случае было бы нецелесообразно.

В то же время при использовании сети все изменения данных, произведенные с любого компьютера, сразу становятся доступными для остальных. В этом случае обработки на месте обычно не требуется, и по сравнению с более дешевыми терминалами персональные компьютеры имеют значительно более удобный интерфейс пользователя, облегчающий работу персонала. К тому же возможность сложной обработки информации на месте часто может заметно уменьшить объем передаваемых данных.

Без сети также невозможно обойтись в том случае, когда необходимо обеспечить согласованную работу нескольких компьютеров. Эта ситуация чаще всего встречается, когда компьютеры используются не для вычислений и работы с базами данных, а в задачах управления, измерения, контроля, где компьютер сопрягается с теми или иными внешними устройствами (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Использование локальной сети для организации совместной работы компьютеров

Примерами могут служить различные производственные технологические системы, а также системы управления научными установками и комплексами, где сеть позволяет синхронизировать действия компьютеров, распараллели-

лить и, соответственно, ускорить процесс обработки данных, то есть совместить не только периферийные ресурсы, но и интеллектуальную мощь.

Именно указанные преимущества локальных сетей и обеспечили их популярность и все более широкое применение, несмотря на неудобства, связанные с их установкой и эксплуатацией.

В результате появились первые **локальные вычислительные сети** (рисунок 1.7), которые еще во многом отличались от современных локальных сетей, в первую очередь своими устройствами сопряжения. На первых порах для соединения компьютеров использовались разнообразные нестандартные устройства со своим способом представления данных на линиях связи, своими типами кабелей и т. п. Эти устройства могли соединять только те типы компьютеров, для которых были разработаны, например, мини-компьютеры PDP-11 с мэйнфреймом IBM 360 или компьютеры «Наири» с компьютерами «Днепр».

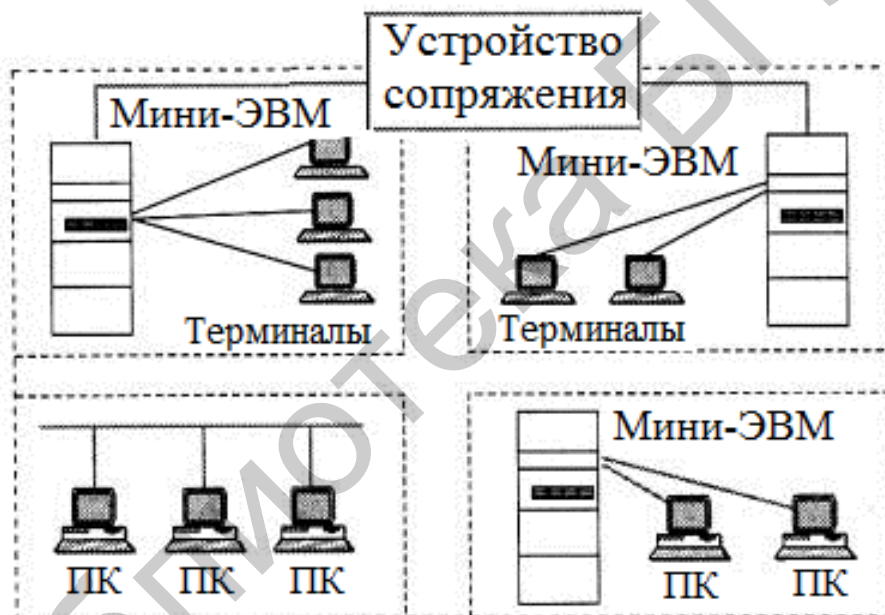


Рисунок 1.7 – Различные типы связей в первых локальных сетях

Однако в середине 80-х годов утвердились стандартные технологии объединения компьютеров в сеть – Ethernet, Arcnet, Token Ring. Мощным стимулом для их развития послужили персональные компьютеры.

Эти массовые продукты явились идеальными элементами для построения сетей: с одной стороны, они были достаточно мощными для работы сетевого программного обеспечения, а с другой – нуждались в объединении своей вычислительной мощности для решения сложных задач, а также разделения доро-

гих периферийных устройств и дисковых массивов. Поэтому персональные компьютеры стали преобладать в локальных сетях, причем не только в качестве клиентских компьютеров, но и в качестве центров хранения и обработки данных, то есть сетевых серверов, вытеснив с этих ролей мини-компьютеры и мэйнфреймы.

Стандартные сетевые технологии превратили процесс построения локальной сети из искусства в рутинную работу. Для создания сети достаточно было приобрести сетевые адаптеры соответствующего стандарта, например Ethernet, стандартный кабель, присоединить адаптеры к кабелю стандартными разъемами и установить на компьютер одну из популярных сетевых операционных систем, например NetWare. После этого сеть начинала работать, и присоединение каждого нового компьютера не вызывало никаких проблем, если на нем был установлен сетевой адаптер той же технологии.

Локальные сети в сравнении с глобальными сетями внесли много нового в способы организации работы пользователей. Доступ к разделяемым ресурсам стал гораздо удобнее – пользователь мог просто просматривать списки имеющихся ресурсов вместо того, чтобы запоминать их идентификаторы или имена.

После соединения с удаленным ресурсом можно было работать с ним при помощи уже знакомых пользователю по работе с локальными ресурсами команд. Последствием и одновременно движущей силой такого прогресса стало появление огромного числа непрофессиональных пользователей, которым совершенно не нужно было изучать специальные сложные команды для сетевой работы. Возможность реализовать все эти удобства разработчики локальных сетей получили в результате появления качественных кабельных линий связи, на которых даже сетевые адаптеры первого поколения обеспечивали скорость передачи данных до 10 Мбит/с.

В то же время разработчикам глобальных сетей приходилось пользоваться теми каналами связи, которые были в наличии, так как прокладка новых кабельных систем для вычислительных сетей протяженностью в тысячи километров потребовала бы колоссальных капитальных вложений.

В эксплуатации были только телефонные каналы связи, плохо приспособленные для высокоскоростной передачи дискретных данных, с максимальным значением скорости в 1200 бит/с. Поэтому экономное расходование пропускной способности каналов связи часто являлось основным критерием эффективности методов передачи данных в глобальных сетях. В этих условиях различные процедуры прозрачного доступа к удаленным ресурсам, стандартные для локальных сетей, для глобальных сетей долго оставались недоступными.



Сегодня вычислительные сети продолжают стремительно развиваться. Разрыв между локальными и глобальными сетями постоянно сокращается во многом из-за появления высокоскоростных территориальных каналов связи, не уступающих по качеству кабельным системам локальных сетей. В глобальных сетях появляются службы доступа к ресурсам, такие же удобные и прозрачные, как и службы локальных сетей. Подобные примеры в большом количестве демонстрирует самая популярная глобальная сеть – Internet.

Подверглись изменениям и локальные сети. Вместо соединяющего компьютеры пассивного кабеля в них используется разнообразное коммуникационное оборудование: коммутаторы, маршрутизаторы, шлюзы, благодаря которым появилась возможность построения больших корпоративных сетей, насчитывающих тысячи компьютеров и имеющих сложную структуру.

Возродился интерес к крупным компьютерам, поскольку выяснилось, что системы, состоящие из сотен серверов, обслуживать сложнее, чем несколько больших компьютеров. Поэтому на новом витке эволюционной спирали мэйн-фреймы стали возвращаться в корпоративные вычислительные системы, но уже как полноправные сетевые узлы, поддерживающие Ethernet или Token Ring, а также стек протоколов TCP/IP, ставший благодаря Internet сетевым стандартом де-факто.

Проявилась также важная тенденция, затрагивающая в равной степени как локальные, так и глобальные сети. В них стала обрабатываться несвойственная ранее вычислительным сетям информация: голос, видеоизображения, рисунки. Это потребовало внесения изменений в работу протоколов, сетевых операционных систем и коммуникационного оборудования. Сложность передачи такой мультимедийной информации по сети связана с ее чувствительностью к задержкам при передаче пакетов данных – задержки обычно приводят к искажению такой информации в конечных узлах сети.

Так как традиционные службы вычислительных сетей, такие как передача файлов или электронная почта, создают малочувствительный к задержкам трафик, и все элементы сетей разрабатывались в расчете на него, то появление трафика реального времени привело к большим проблемам.

Сегодня эти проблемы решаются различными способами, в том числе и с помощью специально рассчитанной на передачу различных типов трафика технологии ATM. Однако, несмотря на значительные усилия, предпринимаемые в этом направлении, приемлемое решение проблемы пока не найдено, как и способ слияния технологий не только локальных и глобальных сетей, но и техно-

логий любых информационных сетей (вычислительных, телефонных, телевизионных и т. п.).

Хотя сегодня эта идея многим кажется утопией, специалисты считают, что предпосылки для такого синтеза уже существуют, и их мнения расходятся только в оценке примерных сроков такого объединения. Причем считается, что основой для объединения послужит технология коммутации пакетов, применяемая сегодня в вычислительных сетях, а не технология коммутации каналов, используемая в телефонии, что должно повысить интерес к сетям этого типа.

### 1.3 Определение локальной сети

За последнее время предложено множество способов и средств обмена информацией: от простейшего переноса файлов с помощью дискеты до всемирной компьютерной сети Internet, способной объединить все компьютеры мира. Какое же место в этой иерархии отводится локальным сетям?

Чаще всего термин «локальные сети», или «локальные вычислительные сети» (LAN, Local Area Network), понимают буквально, то есть как сети, которые имеют небольшие, локальные размеры и соединяют близко расположенные компьютеры.

Однако достаточно посмотреть на характеристики некоторых современных локальных сетей, чтобы понять, что такое определение неточно, например, некоторые локальные сети легко обеспечивают связь на расстоянии нескольких десятков километров. С другой стороны, по глобальной сети, например, WAN (Wide Area Network) или GAN (Global Area Network), вполне могут связываться компьютеры, находящиеся на соседних столах в одной комнате. Близко расположенные компьютеры могут также связываться с помощью кабеля, соединяющего разъемы внешних интерфейсов (RS232-C, Centronics), или даже без кабеля по инфракрасному каналу (IrDA), но такие варианты соединений не называют локальной сетью.

Неверным является и часто встречающееся определение локальной сети как малой сети, которая объединяет небольшое количество компьютеров. Действительно, как правило, локальная сеть связывает от двух до нескольких десятков компьютеров. Но предельные возможности современных локальных сетей гораздо выше: максимальное число абонентов может достигать тысячи.

Некоторые авторы определяют локальную сеть как «систему для непосредственного соединения многих компьютеров». При этом подразумевается, что информация передается от компьютера к компьютеру без каких-либо посредников и по единой среде передачи. Однако говорить о единой среде пере-

дачи в современной локальной сети не приходится. Например, в пределах одной сети могут использоваться как электрические кабели различных типов (витая пара, коаксиальный кабель), так и оптоволоконные кабели. Определение передачи «без посредников» также некорректно, ведь в современных локальных сетях используются репитеры, трансиверы, концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы, мосты, которые порой производят довольно сложную обработку передаваемой информации.

Наиболее точно можно определить как локальную такую сеть, которая позволяет пользователям не замечать связи и обеспечивает прозрачную связь. По сути, компьютеры, связанные локальной сетью, объединяются в один виртуальный компьютер, ресурсы которого могут быть доступны всем пользователям, причем этот доступ не менее удобен, чем к ресурсам, входящим непосредственно в каждый отдельный компьютер. Под удобством в данном случае понимается высокая реальная скорость доступа и обмена информацией между приложениями, практически незаметная для пользователя.

При таком определении становится понятно, что ни медленные глобальные сети, ни медленная связь через последовательный или параллельный порты не подпадают под понятие локальной сети. Также из данного определения следует, что скорость передачи по локальной сети обязательно увеличивается по мере роста быстродействия наиболее распространенных компьютеров, что и наблюдается в последние годы: если несколько лет назад приемлемой считалась скорость обмена в 10 Мбит/с, то сейчас среднескоростной считается сеть, имеющая пропускную способность 100 Мбит/с, также активно разрабатываются и используются средства для скорости 1000 Мбит/с и больше. Без увеличения скорости связь будет чрезмерно замедлять работу объединенного сетью виртуального компьютера, снижать удобство доступа к сетевым ресурсам.

Таким образом, главное отличие локальной сети от любой другой – **высокая скорость передачи информации по сети.**

В частности, принципиально необходим низкий уровень ошибок передачи, вызванных как внутренними, так и внешними факторами, поскольку даже быстро переданная информация, которая искажена ошибками, не имеет смысла, и ее придется передавать еще раз. Поэтому при прокладывании локальных сетей обязательно используют **высококачественные и хорошо защищенные от помех линии связи.**

Особое значение имеет и такая характеристика сети, как возможность работы с большими нагрузками, то есть с высокой интенсивностью обмена (большим трафиком). Если механизм управления обменом, используемый в се-

ти, не слишком эффективен, то компьютеры могут подолгу ждать своей очереди на передачу. И даже если эта передача будет производиться затем на высокой скорости и безошибочно, для пользователя сети такая задержка доступа ко всем сетевым ресурсам неприемлема. Механизм управления обменом может гарантированно успешно работать только в том случае, когда заранее известно, сколько компьютеров (абонентов, узлов) допустимо подключить к сети без перегрузки.

Наконец, сетью можно назвать только такую систему передачи данных, которая позволяет объединять до нескольких десятков компьютеров, но не несколько единиц, как в случае связи через стандартные порты.

Таким образом, сформулировать **отличительные признаки локальной сети** можно следующим образом:

- высокая скорость передачи информации, большая пропускная способность сети (приемлемая скорость – не менее 10 Мбит/с);
- низкий уровень ошибок передачи при использовании высококачественных каналов связи (допустимая вероятность ошибок передачи данных порядка  $10^{-8}$ – $10^{-12}$ );
- эффективный, быстродействующий механизм управления обменом по сети;
- заранее ограниченное количество компьютеров, подключаемых к сети.

Из такого определения следует, что **глобальные сети** отличаются от локальных прежде всего тем, что они рассчитаны на неограниченное число абонентов. Кроме того, они могут использовать не слишком качественные каналы связи и сравнительно низкую скорость передачи. А механизм управления обменом в них не может быть гарантированно быстрым. В глобальных сетях гораздо важнее не качество связи, а сам факт ее существования.

Нередко выделяют еще один класс компьютерных сетей – **городские, региональные сети** (MAN, Metropolitan Area Network), которые по своим характеристикам ближе к глобальным сетям, но могут иметь некоторые черты локальных сетей, например, высококачественные каналы связи и сравнительно высокие скорости передачи. Также городская сеть может быть и локальной со всеми ее преимуществами.

Сегодня уже нельзя провести четкую границу между локальными и глобальными сетями. Большинство локальных сетей имеет выход в глобальную. Но характер передаваемой информации, принципы организации обмена, режимы доступа к ресурсам внутри локальной сети, как правило, сильно отличаются от принятых в глобальной сети.

По локальной сети может передаваться различная цифровая информация: данные, изображения, телефонные разговоры, электронные письма и т. д.

Именно задача передачи изображений, особенно полноцветных динамических, предъявляет самые высокие требования к быстродействию сети.

Чаще всего локальные сети используются для разделения (совместного использования) таких ресурсов, как дисковое пространство, принтеры и выход в глобальную сеть. Также они позволяют осуществлять обмен информацией между компьютерами разных типов. Полноценными абонентами (узлами) сети могут быть не только компьютеры, но и другие устройства, например, принтеры, плоттеры, сканеры.

Локальные сети дают также возможность организовать систему параллельных вычислений на всех компьютерах сети, что многократно ускоряет решение сложных математических задач. С их помощью, как уже упоминалось, можно управлять работой технологической системы или исследовательской установки с нескольких компьютеров одновременно.

Однако сеть имеет и довольно существенные **недостатки**:

- требует дополнительных материальных затрат на покупку сетевого оборудования, программного обеспечения, прокладку соединительных кабелей и обучение персонала;

- требует приема на работу специалиста (администратора сети), который будет заниматься контролем работы сети, ее модернизацией, управлением доступом к ресурсам, устранением возможных неисправностей, защитой информации и резервным копированием (для больших сетей может потребоваться несколько администраторов);

- ограничивает возможности перемещения компьютеров, подключенных к ней, так как при этом может потребоваться перекладка соединительных кабелей;

- представляет собой среду для распространения компьютерных вирусов, поэтому вопросам антивирусной защиты необходимо уделять гораздо больше внимания, чем в случае автономного использования компьютеров;

- резко повышает опасность несанкционированного доступа к информации с целью ее кражи или уничтожения, информационная защита требует проведения целого комплекса технических и организационных мероприятий.

#### **1.4 Особенности топологий локальных сетей**

Топология «**шина**» (общая «шина») своей структурой предполагает идентичность сетевого оборудования компьютеров, а также равноправие всех абонентов по доступу к сети. Компьютеры в «шине» могут передавать информацию только по очереди, так как линия связи в данном случае единственная. Если несколько компьютеров будут передавать информацию одновременно, ин-

формация исказится в результате наложения (конфликта, коллизии). В «шине» всегда реализуется режим так называемого полудуплексного (half duplex) обмена – в обоих направлениях, но по очереди, а не одновременно.

В топологии «шина» отсутствует явно выраженный центральный абонент, через который передается вся информация, это увеличивает ее надежность (при отказе центра перестает функционировать вся управляемая им система). Процесс добавления новых абонентов в «шину» довольно прост и возможен даже во время работы сети. В большинстве случаев при использовании «шины» требуется минимальное количество соединительного кабеля по сравнению с другими топологиями.

Поскольку центральный абонент отсутствует, разрешение возможных конфликтов в данном случае зависит от сетевого оборудования каждого отдельного абонента. В связи с этим сетевая аппаратура при топологии «шина» сложнее, чем при других топологиях. Тем не менее из-за широкого распространения сетей с топологией «шина» (прежде всего наиболее популярной сети Ethernet) стоимость сетевого оборудования невысока.

Важное преимущество «шины» состоит в том, что при отказе любого из компьютеров сети, исправные машины смогут продолжать обмен.

При обрыве кабеля получаются две вполне работоспособные «шины» (рисунок 1.8). Однако надо учитывать, что из-за особенностей распространения электрических сигналов по длинным линиям связи необходимо предусматривать включение на концах «шины» специальных согласующих устройств – терминаторов, показываемых на рисунках в виде прямоугольников.

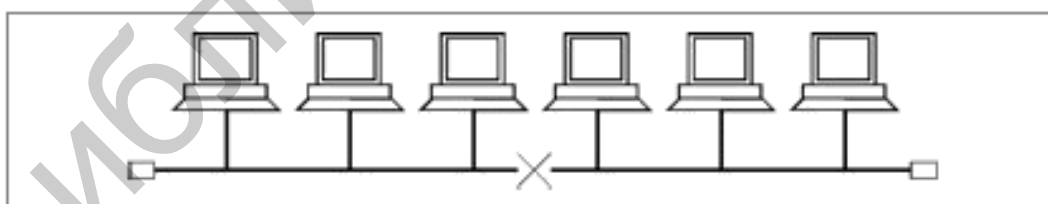


Рисунок 1.8 – Обрыв кабеля в сети с топологией «шина»

Без включения терминаторов сигнал отражается от конца линии и искажается так, что связь по сети становится невозможной. В случае разрыва или повреждения кабеля нарушается согласование линии связи и прекращается обмен даже между теми компьютерами, которые остались соединенными между собой. Короткое замыкание в любой точке кабеля «шины» выводит из строя

всю сеть, как и отказ сетевого оборудования любого абонента. Такой отказ довольно трудно локализовать, поскольку все абоненты включены параллельно.

При прохождении по линии связи сети с топологией «шина» информационные сигналы ослабляются и никак не восстанавливаются, что накладывает жесткие ограничения на суммарную длину линий связи. Причем каждый абонент может получать из сети сигналы разного уровня в зависимости от расстояния до передающего абонента. Это предъявляет дополнительные требования к приемным узлам сетевого оборудования.

Если принять, что сигнал в кабеле сети ослабляется до предельно допустимого уровня на длине  $L_{пр}$ , то полная длина «шины» не может превышать величины  $L_{пр}$ . «Шина» обеспечивает наименьшую длину по сравнению с другими базовыми топологиями.

Для увеличения длины сети с топологией «шина» часто используют несколько сегментов (частей сети, каждый из которых представляет собой «шину»), соединенных между собой с помощью специальных усилителей и восстановителей сигналов – репитеров, или повторителей. На рисунке 1.9 показано соединение двух сегментов, предельная длина сети в этом случае возрастает до  $2L_{пр}$ , так как каждый из сегментов может быть длиной  $L_{пр}$ . Однако такое наращивание длины сети не может продолжаться бесконечно. Ограничения на длину связаны с конечной скоростью распространения сигналов по линиям связи.

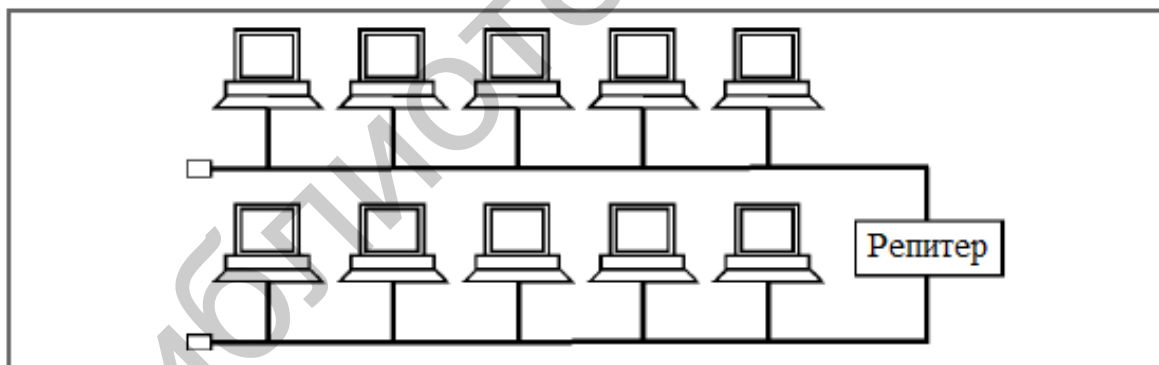


Рисунок 1.9 – Соединение сегментов сети типа «шина» с помощью репитера

Топология «звезда» – это единственная топология сети с явно выделенным центром, к которому подключаются все остальные абоненты. Обмен информацией в условиях большой нагрузки идет через центральный компьютер, поэтому, как правило, выполнять другие задачи он не может. Сетевое оборудование центрального абонента должно быть существенно более сложным, чем оборудование периферийных абонентов. Равноправие всех абонентов, как в

«шине», в данном случае отсутствует. Обычно центральный компьютер самый мощный, именно на него возлагаются все функции по управлению обменом. Никакие конфликты в сети с топологией «звезда» в принципе невозможны, так как управление полностью централизовано.

Если говорить об устойчивости «звезды» к отказам компьютеров, то выход из строя периферийного компьютера или его сетевого оборудования никак не отражается на функционировании оставшейся части сети, зато любой отказ центрального компьютера делает сеть полностью неработоспособной. В связи с этим должны приниматься специальные меры по повышению надежности центрального компьютера и его сетевой аппаратуры.

Обрыв кабеля или короткое замыкание в нем при топологии «звезда» нарушает обмен только с одним компьютером, все остальные компьютеры могут продолжать работу.

В отличие от «шины», в «звезде» на каждой линии связи находятся только два абонента: центральный и один из периферийных. Чаще всего для их соединения используются две линии связи, каждая из которых передает информацию в одном направлении, то есть на каждой линии связи имеется только один приемник и один передатчик. Это так называемая передача точка-точка. Такая структура существенно упрощает сетевое оборудование по сравнению с «шиной» и избавляет от необходимости применения дополнительных внешних терминаторов.

Проблема затухания сигналов в линии связи также решается в «звезде» проще, чем в случае «шины», ведь каждый приемник всегда получает сигнал одного уровня. Предельная длина сети с топологией «звезда» может быть вдвое больше, чем в «шине» (то есть  $2L_{\text{пр}}$ ), так как каждый из кабелей, соединяющий центр с периферийным абонентом, может иметь длину  $L_{\text{пр}}$ .

Существенный недостаток топологии «звезда» состоит в жестком ограничении количества абонентов. Обычно центральный абонент может обслуживать не более 8–16 периферийных абонентов. В этих пределах подключение новых абонентов довольно просто, большее же количество невозможно. В «звезде» допустимо подключение вместо периферийного еще одного центрального абонента (в результате получается топология из нескольких соединенных между собой «звезд»).

«Звезда» носит название *активной*, или *истинной*, «звезды». Существует также топология, называемая *пассивной* «звездой», которая только внешне похожа на «звезду» (рисунок 1.10). В настоящее время она распространена гораздо более широко, чем активная «звезда», в том числе используется в наиболее популярной сегодня сети Ethernet.



В центре сети с данной топологией помещается не компьютер, а специальное устройство – концентратор, или хаб (hub), который выполняет ту же функцию, что и репитер, то есть восстанавливает входящие сигналы и пересылает их во все другие линии связи.

Хотя схема прокладки кабелей подобна активной «звезде», фактически речь идет о шинной топологии, так как информация от каждого компьютера одновременно передается ко всем остальным компьютерам, а центрального абонента не существует.

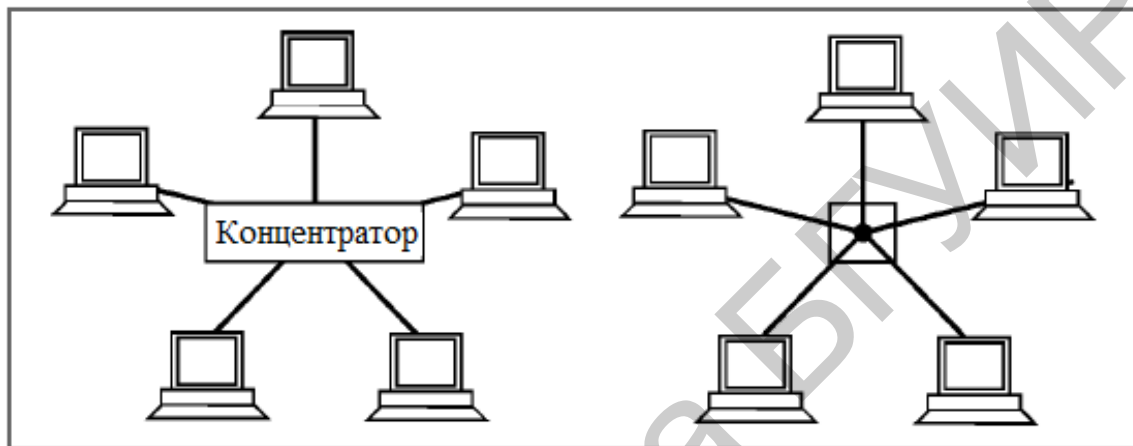


Рисунок 1.10 – Топология пассивная «звезда» и ее эквивалентная схема

Использование пассивной «звезды» дороже обычной «шины», так как в первом случае требуется применение и концентратора. Однако она предоставляет целый ряд дополнительных возможностей и преимуществ, в частности, упрощает обслуживание и ремонт сети. Именно поэтому в последнее время пассивная «звезда» все больше вытесняет истинную «звезду», которая считается малоперспективной топологией.

Можно выделить также промежуточный тип топологии между активной и пассивной «звездой». В этом случае концентратор не только ретранслирует поступающие на него сигналы, но и производит управление обменом, однако сам в обмене не участвует (так сделано в сети 100VG-AnyLAN).

Важное преимущество «звезды» (как активной, так и пассивной) состоит в том, что все точки подключения собраны в одном месте. Это позволяет легко контролировать работу сети, локализовать неисправности путем простого отключения от центра тех или иных абонентов (что невозможно, например, в случае шинной топологии), а также ограничивать доступ посторонних лиц к жизненно важным для сети точкам подключения. К периферийному абоненту в то-

топологии «звезда» может подходить как один кабель (по нему идет передача в обоих направлениях), так и два (каждый кабель передает информацию в одном из двух встречных направлений), причем последний вариант встречается гораздо чаще.

Общим недостатком для всех топологий типа «звезда» (как активной, так и пассивной) является значительно больший, чем при других топологиях, расход кабеля. Например, если компьютеры расположены в одну линию, то при выборе топологии «звезда» понадобится в несколько раз больше кабеля, чем при топологии «шина». Это существенно влияет на стоимость сети в целом и усложняет прокладку кабеля.

Топология «**кольцо**» – это топология, в которой каждый компьютер соединен линиями связи с двумя другими: от одного он получает информацию, а другому передает. На каждой линии связи, как и в случае «звезды», работают только один передатчик и один приемник (связь типа точка-точка), что позволяет отказаться от применения внешних терминаторов.

Важная особенность «кольца» состоит в том, что каждый компьютер ретранслирует (восстанавливает, усиливает) проходящий к нему сигнал, то есть выступает в роли репитера. Затухание сигнала во всем «кольце» не имеет значения, важно только затухание между соседними компьютерами «кольца».

Если предельная длина кабеля, ограниченная затуханием, составляет  $L_{пр}$ , то суммарная длина «кольца» может достигать  $NL_{пр}$ , где  $N$  – количество компьютеров в «кольце». Полный размер сети в пределе будет составлять  $NL_{пр}/2$ , так как «кольцо» придется сложить вдвое. На практике размеры кольцевых сетей достигают десятков километров (например, в сети FDDI). «Кольцо» в этом отношении существенно превосходит остальные топологии.

Четко выделенного центра при кольцевой топологии нет, все компьютеры могут быть одинаковыми и равноправными. Однако довольно часто в «кольце» выделяется специальный абонент, который управляет обменом или контролирует его. Наличие такого абонента снижает надежность сети, так как выход его из строя сразу же парализует весь обмен.

Строго говоря, компьютеры в «кольце» не являются полностью равноправными (в отличие, например, от шинной топологии), поскольку один из них обязательно получает информацию от компьютера, ведущего передачу в данный момент, раньше, чем другие. Именно на этой особенности топологии и строятся методы управления обменом по сети, специально рассчитанные на «кольцо». В таких методах право на следующую передачу (на захват сети) переходит последовательно к следующему по кругу компьютеру.

Подключение новых абонентов в «кольцо» выполняется достаточно просто, хотя и требует обязательной остановки работы всей сети на время подключения. Как и в случае «шины», максимальное количество абонентов в «кольце» может быть довольно велико (до тысячи и больше).

Кольцевая топология обычно обладает высокой устойчивостью к перегрузкам, обеспечивает уверенную работу с большими потоками передаваемой по сети информации, так как в ней, как правило, нет конфликтов (в отличие от «шины»), а также отсутствует центральный абонент (в отличие от «звезды»), который может быть перегружен большими потоками информации.

Сигнал в «кольце» проходит последовательно через все компьютеры сети, поэтому выход из строя хотя бы одного из них (или же его сетевого оборудования) нарушает работу сети в целом. Обрыв или короткое замыкание в любом из кабелей «кольца» также делает работу всей сети невозможной. Из трех рассмотренных топологий «кольцо» наиболее уязвимо к повреждениям кабеля, поэтому в «кольце» обычно предусматривают прокладку двух или более параллельных линий связи, одна из которых находится в резерве.

Иногда сеть с топологией «кольцо» выполняется на основе двух параллельных кольцевых линий связи, передающих информацию в противоположных направлениях (рисунок 1.11). Цель подобного решения – двукратное увеличение скорости передачи информации по сети. Также при повреждении одного из кабелей сеть может работать с другим кабелем, однако предельная скорость при этом уменьшится.

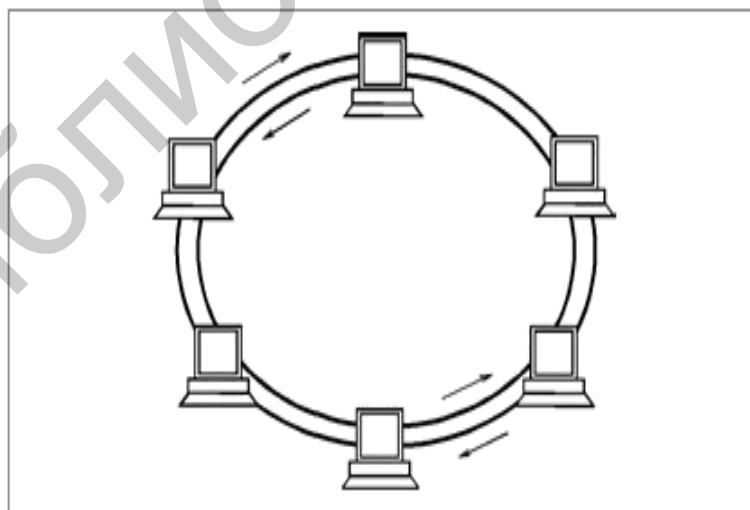


Рисунок 1.11 – Сеть с двумя «кольцами»

Кроме трех рассмотренных базовых топологий нередко применяется также сетевая топология «дерево» (tree), которую можно рассматривать как комбинацию нескольких «звезд». Причем, как и в случае «звезды», «дерево» может быть активным (истинным) (рисунок 1.12) или пассивным (рисунок 1.13). При активном «дереве» в центрах объединения нескольких линий связи находятся центральные компьютеры, а при пассивном – концентраторы (хабы).

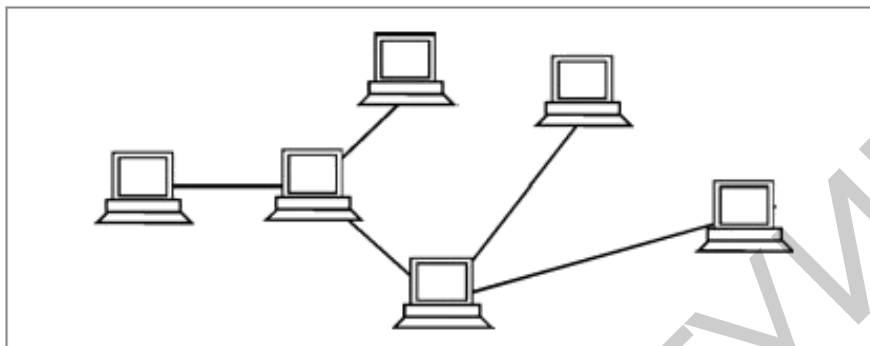
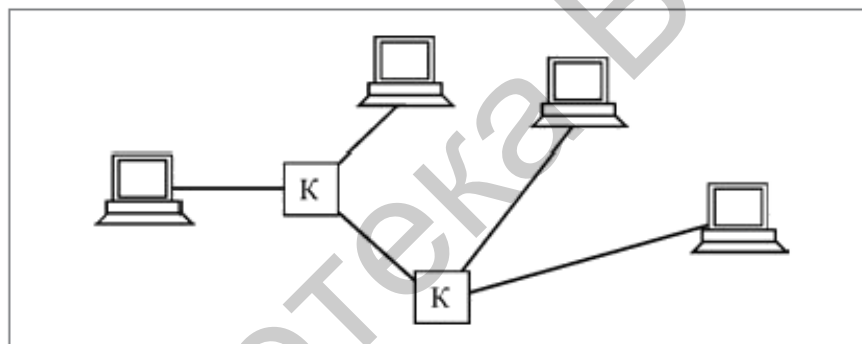


Рисунок 1.12 – Топология активное «дерево»



К – концентраторы

Рисунок 1.13 – Топология пассивное «дерево»

Довольно часто применяются комбинированные топологии, среди которых наиболее распространены звездно-шинная (рисунок 1.14) и звездно-кольцевая (рисунок 1.15).

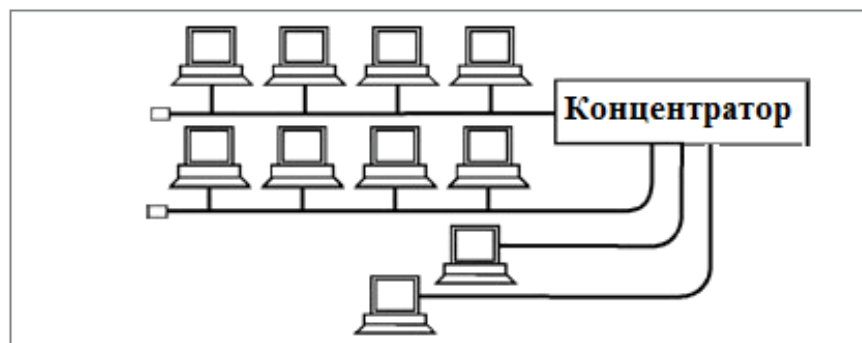


Рисунок 1.14 – Пример звездно-шинной топологии

В **звездно-шинной** (star-bus) топологии используется комбинация «шины» и пассивной «звезды». К концентратору подключаются как отдельные компьютеры, так и целые шинные сегменты. Таким образом, реализуется физическая топология «шина», включающая все компьютеры сети.

В данной топологии может использоваться и несколько концентраторов, соединенных между собой и образующих так называемую магистральную, опорную «шину». К каждому из концентраторов при этом подключаются отдельные компьютеры или шинные сегменты. В результате получается **звездно-шинное «дерево»**.

Таким образом, пользователь может гибко комбинировать преимущества шинной и звездной топологий, а также легко изменять количество компьютеров, подключенных к сети. С точки зрения распространения информации данная топология равноценна классической «шине».

В случае **звездно-кольцевой** (star-ring) топологии в «кольцо» объединяются не сами компьютеры, а специальные концентраторы (изображенные на рисунке 1.15 в виде прямоугольников), к которым в свою очередь подключаются компьютеры с помощью звездообразных двойных линий связи. В действительности все компьютеры сети включаются в замкнутое «кольцо», так как внутри концентраторов линии связи образуют замкнутый контур.

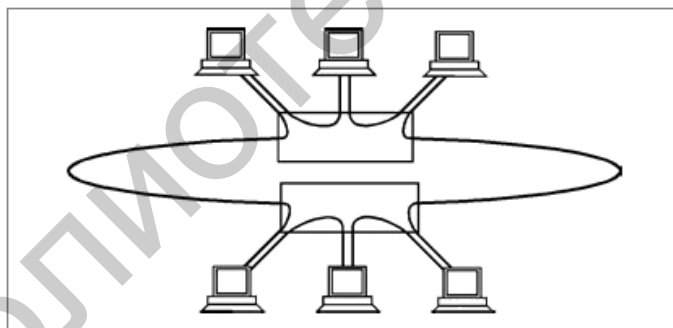
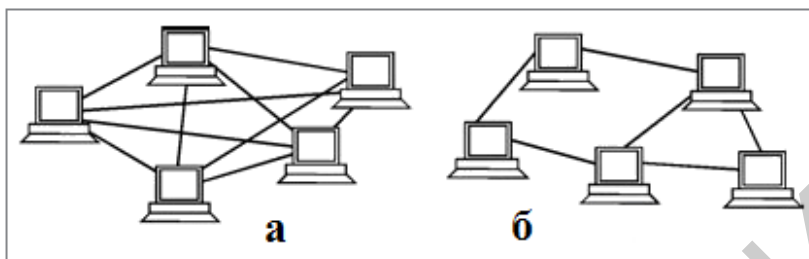


Рисунок 1.15 – Пример звездно-кольцевой топологии

Данная топология дает возможность комбинировать преимущества звездной и кольцевой топологий. Например, концентраторы позволяют собрать в одно место все точки подключения кабелей сети. По распространению информации данная топология равноценна классическому «кольцу».

Существует также **сеточная (ячеистая)** топология (mesh), при которой компьютеры связываются между собой не одной, а многими линиями связи, образующими сетку (рисунок 1.16).

В полной сеточной топологии каждый компьютер напрямую связан со всеми остальными компьютерами. В этом случае при увеличении числа компьютеров резко возрастает количество линий связи. Кроме того, любое изменение в конфигурации сети требует внесения изменений в сетевую аппаратуру всех компьютеров, поэтому полная сеточная топология не получила широкого распространения.



*а* – полная ; *б* – частичная

Рисунок 1.16 – Сеточная топология

Частичная сеточная топология предполагает прямые связи только для самых активных компьютеров, передающих максимальные объемы информации. Остальные компьютеры соединяются через промежуточные узлы. Сеточная топология позволяет выбирать маршрут для доставки информации от абонента к абоненту, обходя неисправные участки. С одной стороны, это увеличивает надежность сети, с другой – требует существенного усложнения сетевой аппаратуры, выбирающей маршрут.

### 1.5 Технология VLAN в корпоративных сетях

На современном этапе развития в корпоративных мультисервисных сетях все большее распространение получают такие сервисы, как IP-телефония, видеотелефония и видео-конференц-связь. Для их обеспечения используется технология виртуальных локальных сетей (VLAN) [1–4]. VLAN позволяет сетевому администратору создавать группы логически объединенных устройств, которые работают так, будто они находятся в своей независимой сети, даже если они находятся в общей инфраструктуре с другими VLAN. Используя эту технологию, можно логически разделить физическую сеть по рабочим группам, отделам и т. д. VLAN можно использовать для географической структуризации сети и поддержки связи с удаленными сотрудниками.

Суть технологии виртуальных локальных сетей состоит в том, чтобы оптимизировать сеть без дополнительных затрат и привязки к физической топологии, то есть создать независимую логическую топологию.

VLAN – логически обособленная IP-подсеть, которая обеспечивает существование нескольких IP-сетей и подсетей в одной коммутируемой физической сети. Для взаимодействия внутри VLAN каждое устройство должно иметь IP-адрес и маску подсети, соответствующие данной VLAN. На коммутаторе должна быть настроена VLAN, а каждый порт – «привязан» к виртуальной сети. Такой порт коммутатора называется портом доступа. Устройства, принадлежащие к разным сетям, взаимодействуют через устройство 3-го уровня (маршрутизатор, коммутатор 3-го уровня).

Использование технологии виртуальных сетей позволяет эффективно решать в корпоративных сетях различные задачи. При этом достигаются следующие показатели:

- безопасность – отделы, работающие со стратегически важной информацией, отделены от остальной сети, что снижает вероятность взлома конфиденциальной информации;
- снижение стоимости – возможность более эффективно использовать полосу пропускания и оборудование вместо обновления материальной базы;
- высокая производительность – разделение сети второго уровня на несколько логических рабочих групп (широковещательных доменов) снижает трафик;
- локализация широковещательных ошибок сети;
- увеличение эффективности работы IT-сотрудников – VLAN позволяет эффективнее управлять сетью, поскольку пользователи с одинаковыми требованиями находятся в одной сети;
- присвоение виртуальным сетям мнемонических имен с целью упрощения управления сетью.

## 1.6 Особенности построения корпоративных сетей

Компьютеры пользователей не могут быть объединены в сеть без использования дополнительного оборудования, в качестве которого чаще всего применяют коммутаторы.

**Коммутатор** – устройство, предназначенное для соединения нескольких узлов компьютерной сети в пределах одного сегмента. В отличие от концентратора (хаба), который распространяет трафик от одного подключенного устройства ко всем остальным, коммутатор передает данные непосредственно получателю. Исключение составляет широковещательный трафик (на MAC-адрес FF:FF:FF:FF:FF:FF), адресуемый всем узлам сети.

Коммутатор работает на канальном уровне модели OSI и объединяет узлы одной сети по их MAC-адресам. Для соединения нескольких сетей служат маршрутизаторы, работающие на сетевом уровне.

В настоящее время часто используются коммутаторы третьего уровня – устройства, выполняющие функции коммутатора и маршрутизатора одновременно.

Коммутаторы являются ключевыми элементами при создании виртуальной локальной сети, построении корпоративной мультисервисной сети и организации IP-телефонии, видеотелефонии и видео-конференц-связи в корпоративных сетях.

Библиотека БГУИР



## 2 Коммутационное оборудование Cisco для IP-телефонии

Для организации IP-телефонии широкое распространение получили коммутаторы Cisco 1900, Cisco 2960 и Cisco 3560. В данном разделе приводятся их технические характеристики.

### 2.1 Коммутатор Cisco 1900

Серия коммутаторов Cisco Catalyst 1900 обеспечивает наилучшее соотношение цена/производительность для сетей Ethernet 10BaseT. С учетом предельно низкой цены за порт эти коммутаторы представляют собой альтернативу концентраторам 10BaseT. Cisco Catalyst 1900 имеет 12 или 24 коммутируемых порта Ethernet 10BaseT для подключения рабочих станций и два порта 100BaseT для подключения серверов общих ресурсов или для соединения с центральной информационной магистралью (рисунок 2.1).

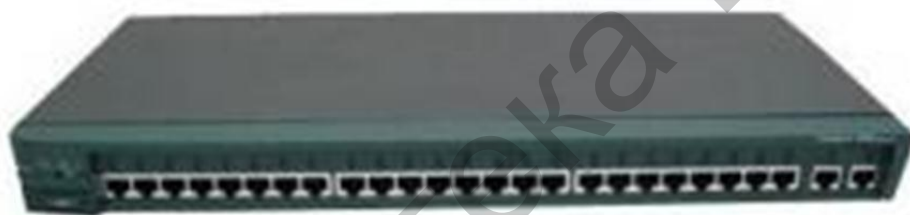


Рисунок 2.1 – Коммутатор Cisco Catalyst 1900

В таблице 2.1 приведены основные технические характеристики для различных модификаций серии коммутаторов Cisco Catalyst 1900.

Таблица 2.1 – Основные технические характеристики коммутаторов Cisco 1900

Модели коммутаторов	Порты	Количество адресов MAC
1	2	3
Catalyst 1924	24 порта 10BaseT, 2 порта 100BaseTX, 1 порт AUI	1024
Catalyst 1924C	24 порта 10BaseT, 1 порт 100BaseTX, 1 порт 100BaseFX, 1 порт AUI	1024
Catalyst 1912	12 портов 10BaseT, 2 порта 100BaseTX, 1 порт AUI	1024

1	2	3
Catalyst 1912C	12 портов 10BaseT, 1 порт 100BaseTX, 1 порт 100BaseFX 1 порт AUI	1024

Коммутаторы Cisco Catalyst 1900 обеспечивают следующие **возможности**:

- поддержку режима полного дуплекса (full-duplex) на всех портах Ethernet и Fast Ethernet;
- поддержку программного обеспечения Cisco Works Windows для управления;
- производительность до 550 тысяч пакетов в секунду;
- поддержку технологии объединения портов Fast EtherChannel для создания единого логического соединения на портах Fast Ethernet;
- поддержку протоколов Telnet и SNMP, а также внешнего консольного порта управления;
- поддержку протокола CGMP;
- поддержку виртуальных сетей.

Коммутаторы Cisco серии Catalyst 1900, как и другие продукты фирмы Cisco Systems, сочетают в себе гибкость и доступность для приложений в рабочих группах; оптимальным образом подходят для подключения Ethernet-групп и пользователей к серверам и магистралям по каналам Fast Ethernet, FDDI или ATM, а также устройств с интерфейсами 10 Мбит/с к скоростным магистралям 100 Мбит/с; поддерживают расширение конфигурации программного обеспечения.

Основные **преимущества** коммутаторов Cisco Catalyst 1900 состоят в следующем:

- наличие 12 или 24 портов 10BaseT, обеспечивающих полосу пропускания 10 Мбит/с отдельным пользователям или рабочим группам, использующим приложения, требовательные к полосе пропускания;
- наличие 2 портов 100BASE-TX/100BASE-FX, обеспечивающих максимальную гибкость в конфигурации высокоскоростных соединений;
- наличие 1 порта AUI для подключения оптоволокна или сети 10Base2 или 10Base5;
- поддержка архитектуры с разделяемой памятью для буфера пакетов (3 Мбайт), фактически исключающей потерю пакетов;
- реализация неблокирующей архитектуры ClearChannel, обеспечивающей передачу данных на всех портах при максимальной пропускной способности до 440 Мбит/с;

- реализация технологии Fast EtherChannel объединения полосы пропускания, обеспечивающей полосу пропускания до 400 Мбит/с для соединения с другими коммутаторами, маршрутизаторами и серверами;
- поддержка полнодуплексных соединений на коммутируемых портах 10BaseT и 100BaseT, обеспечивающих полосу пропускания до 200 Мбит/с для конечных станций, серверов или между коммутаторами;
- отсутствие ограничений на MAC-адреса и поддержка до 1024 MAC-адресов;
- поддержка управляемых сетевых портов, позволяющих использовать неограниченное количество MAC-адресов для подключения к главной информационной «шине» сети;
- поддержка протокола CGMP (Cisco Group Management Protocol), позволяющего коммутатору выборочно и динамически направлять маршрутизируемый IP multicast трафик конечным станциям, уменьшая общий сетевой трафик;
- возможность управления загрузкой для приложений, требующих нулевую потерю пакетов;
- поддержка расширенного управления загрузкой, ускоряющего посылку пакетов при заполнении буфера коммутатора;
- возможность управления потоком данных IEEE 802.3x между коммутаторами или между коммутатором и сервером на портах 100BaseTX;
- возможность коммутации «на лету» или коммутации с промежуточной буферизацией для повышения производительности или контроля ошибок;
- контроль перегрузки типа «широковещательный шторм» на уровне порта, что позволяет избегать снижения общей производительности системы;
- компактность, обеспечивающая легкое перемещение, установку и высокую плотность оборудования в коммутационном шкафу.

В целях **безопасности** и **дублирования** коммутаторы Cisco Catalyst 1900 поддерживают:

- протокол IEEE 802.1d Spanning-Tree Protocol для двойного подключения к главной магистрали, что упрощает конфигурацию сети и повышает ее устойчивость;
- безопасность по MAC-адресам;
- дублирующую систему питания Cisco 600 Вт, включающую запасной источник питания для четырех устройств с целью повышения надежности и увеличения времени непрерывной работы сети (опционально);
- многоуровневую систему безопасности при доступе через консольный порт, что не позволяет неавторизованным пользователям изменять конфигурацию коммутатора.

**Управление** коммутаторами Cisco Catalyst 1900 обеспечивает следующие возможности:

- поддержка до 1024 виртуальных сетей с возможностью ISL-транкинга на портах 100BaseT;

- поддержка до 64 ATM-эмулированных сетей;

- встроенное программное обеспечение с поддержкой RMON-агента, обеспечивающего четыре группы RMON (History, Statistics, Alarms and Events) для расширенного управления, наблюдения и анализа трафика;

- поддержка девяти групп RMON при использовании сетевого анализатора SwitchProbe, который позволяет анализировать трафик на одном порту в группе портов или всем коммутаторе при помощи одного сетевого анализатора или RMON-пробника;

- управление через веб-браузер с помощью встроенного HTML-интерфейса;

- поддержка SNMP (Simple Network Management Protocol) и Telnet, обеспечивающих управление сетью через консоль на основе меню;

- поддержка протокола CDP (Cisco Discovery Protocol), позволяющего автоматически находить коммутаторы в сети;

- автоматический выбор передачи в полу- или полнодуплексном режиме на портах 100BaseTX.

**Техническая спецификация** коммутаторов Cisco Catalyst 1900 имеет следующие особенности:

- «шина» 1 Гбит/с;

- максимальная скорость передачи 440 Мбит/с;

- динамически разделяемый всеми портами пакетный буфер емкостью 3 Мбайт;

- режимы коммутации: «на лету» – начинает отправку пакета после получения 64 байт (FragmentFree); с промежуточной буферизацией – начинает отправку пакета после его полного получения;

- скорость коммутации 64-байтных пакетов: 14 880 пакетов в секунду для портов 10 Мбит/с, 148 800 пакетов в секунду для портов 100BaseT, до 100 000 пакетов в секунду для портов FDDI, до 450 000 пакетов в секунду – общая производительность;

- задержка для режима коммутации «на лету»: 70 мкс между портами 10BaseT, 11 мкс между портами 100BaseT;

- MAC адреса: 1024.

Коммутаторы Cisco Catalyst 1900 поддерживают следующие **стандарты**:

- IEEE 802.3x полный дуплекс на портах 10BaseT и 100BaseT;
- IEEE 802.3x контроль за потоком данных на портах 100BaseT;
- IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol;
- IEEE 802.3u 100BaseTX и 100BaseFX;
- IEEE 802.3 10BaseT;
- IEEE 802.3 AUI;
- ATM Forum LANE 1.0;
- UNI 3.0/3.1;
- RFC 1483.

В коммутаторах Cisco Catalyst 1900 используются следующие **разъемы и кабели**:

- 10 Mbps порты: RJ-45-коннектор, витая пара 3, 4 и 5-й категорий; разъем DB15 на порту AUI;
- 100BaseTX порты: RJ-45-коннектор, витая пара 5-й категории;
- 100BaseFX порты: SC-коннектор, 50/125- и 62.5/125-микронный многомодовый оптоволоконный кабель;
- управляющий консольный порт: RJ-45-коннектор.

## 2.2 Коммутатор Cisco 2960

Коммутаторы Cisco Catalyst 2960 поддерживают передачу голоса, данных и видео, а также безопасный доступ. На рисунке 2.2 представлен внешний вид различных модификаций коммутаторов Cisco Catalyst 2960.

**Особенности коммутаторов Cisco 2960:**

- комплексные коммуникации (поддержка передачи данных, беспроводной и голосовой связи);
- интеллектуальность (приоритеты для передачи голоса и обмена данными);
- улучшенная защита;
- надежность коммутатора (функциональная надежность и быстрое восстановления в случае проблем, резервные источники питания);
- легкая настройка коммутатора (приложение Cisco Network Assistant предназначено для упрощения настройки, обновлений и диагностики).

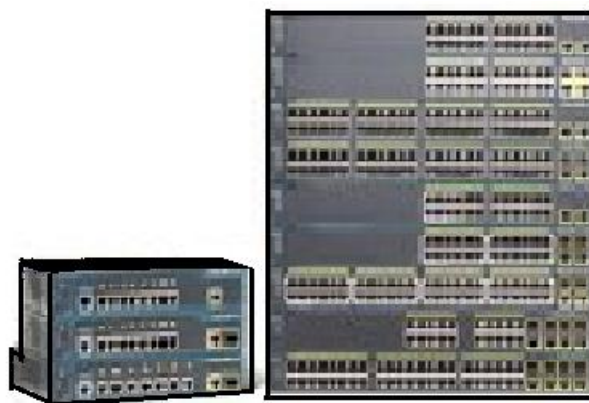


Рисунок 2.2 – Коммутаторы Cisco Catalyst 2960

В таблице 2.2 приведены основные **технические параметры** для различных модификаций коммутаторов Cisco Catalyst 2960.

Таблица 2.2 – Основные технические характеристики коммутаторов Cisco 2960

<b>Модель Catalyst 2960</b>	<b>Количество и тип портов коммутатора серии 2960</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
Catalyst 2960-8TC-L	8 Ethernet 10/100 ports and 1 dual-purpose Gigabit Ethernet uplink with LAN Base software Compact switch with no fan
Catalyst 2960-24TC-L	24 Ethernet 10/100 ports and 2 dual-purpose Gigabit Ethernet uplinks with LAN Base software
Catalyst 2960-48TC-L	48 Ethernet 10/100 ports and 2 dual-purpose Gigabit Ethernet uplinks with LAN Base software
Catalyst 2960-24TT-L	24 Ethernet 10/100 ports and 2 10/100/1000 uplinks with LAN Base software
Catalyst 2960-48TT-L	48 Ethernet 10/100 ports and 2 10/100/1000 uplinks with LAN Base software
Catalyst 2960G-8TC-L	7 Ethernet 10/100/1000 ports and 1 dual-purpose Gigabit Ethernet uplink with LAN Base software Compact switch with no fan
Catalyst 2960G-24TC-L	20 Ethernet 10/100/1000 ports and 4 dual-purpose Gigabit Ethernet uplinks with LAN Base software
Catalyst 2960G-48TC-L	44 Ethernet 10/100/1000 ports and 4 dual-purpose Gigabit Ethernet uplinks with LAN Base software
Catalyst 2960-24-S	24 Ethernet 10/100 ports with LAN Lite software

1	2
Catalyst 2960-24TC-S	24 Ethernet 10/100 ports and 2 dual-purpose Gigabit Ethernet uplinks with LAN Lite software
Catalyst 2960-48TC-S	48 Ethernet 10/100 ports and 2 dual-purpose Gigabit Ethernet uplinks with LAN Lite software

В таблице 2.3 приведена базовая **техническая спецификация** коммутаторов Cisco Catalyst 2960.

Таблица 2.3 – Спецификация коммутаторов Cisco Catalyst 2960

<b>Основные характеристики</b>	<b>WS-C2960-48TT</b>
Пропускная способность, Гбит/с	10,1
Объем ОЗУ, Мбайт	64
Объем флеш-памяти, Мбайт	32
Таблица MAC-адресов	8192
Максимальное количество VLAN	255
Максимальное количество номеров VLAN	4096
IGMP Snooping	255
QoS	Auto/Per Port
Списки доступа	512
Коммутирующая матрица, Гбит/с	16
Переменные (AC): входное напряжение, В; ток, А	100–240 1,3–0,8
Постоянные (DC): входное напряжение, В; ток, А	+12 5
Время наработки на отказ (MTBF), ч	280 271
Максимальная потребляемая мощность, Вт	45
Уровень шума, дБА	40
Размеры (В × Ш × Г), см	4,4 × 44,5 × 23,6
Масса, кг	3,6

Коммутаторы Cisco Catalyst 2960 поддерживают следующие **функции**:

- поддержка передачи данных и мультимедиа;
- возможность питания коммутатора через Ethernet;
- автоматический выбор между Fast Ethernet (скорость передачи 100 Мбит/с) и Gigabit Ethernet (скорость передачи 1000 Мбит/с);

- поддержка множества конфигураций с возможностью подключения настольных компьютеров, серверов, IP-телефонов, точек беспроводного доступа, камер видеонаблюдения и других сетевых устройств;
- возможность настройки виртуальных локальных сетей;
- интегрированная защита;
- возможность контроля сети и расширенной диагностики проблем подключений;
- автоматический выбор полудуплексного или дуплексного режима передачи;
- поддержка протокола DTP (Dynamic Trunking Protocol);
- поддержка протокола PAgP (Port Aggregation Protocol), который обеспечивает создание общих Cisco Fast EtherChannel групп или Gigabit EtherChannel групп для подключения к другому оборудованию (коммутатору, маршрутизатору, серверу);
- использование настроек по умолчанию, которые хранятся во флеш-памяти, что позволяет быстро подключить устройство к сети при минимальном вмешательстве пользователя;
- поддержка VLAN-транков, которые могут быть настроены на любом порте с использованием тегирования (стандарт 802.1q);
- поддержка до 255 VLAN на коммутаторе и до 128 вариантов распределенного «дерева»;
- поддержка до 4000 идентификационных номеров VLAN;
- поддержка технологии Voice VLAN, которая упрощает организацию телефонии, выделяя голосовой трафик в отдельную VLAN для упрощенной настройки и администрирования;
- поддержка технологии VTP для создания динамических VLAN и динамической настройки транков на несколько коммутаторов;
- поддержка технологии Remote SPAN (RSPAN), позволяющей администраторам удаленно наблюдать за портами коммутатора на 2-м уровне сети с любого другого коммутатора в этой же сети;
- поддержка технологии Trace route (просмотр пути), упрощающей поиск неисправностей с отражением физического пути пакета от источника до получателя;
- поддержка технологии Domain Name System (DNS), обеспечивающей сопоставление IP-адресов с удобными пользователю именами устройств;
- поддержка протокола TFTP (Trivial File Transfer Protocol) для централизованного доступа к обновлениям в сети;
- отображение статуса портов с помощью светодиодной индикации;



- поддержка протокола CDP (Cisco Discovery Protocol) версий 1 и 2, упрощающего подключение и автоматическое обнаружение сетевых устройств и обращение к информации Voice VLAN для Cisco IP-телефонов;

- поддержка технологии IPv6 Host, предоставляющей базовые IPv6-конфигурации (IPv4/IPv6 dual stack, unicast address types, ICMPv6, AAAA DNS lookup over IPv4, Secure Shell (SSH) for v6, IPv6 neighbor discovery, CDP, Telnet, TFTP, SNMP, HTTP, HTTPS, Traceroute, syslog for v6);

- возможность применения протокола DHCP.

В коммутаторах Cisco Catalyst 2960 поддерживаются следующие функции **сетевой безопасности**:

- аутентификация по стандарту IEEE 802.1x;

- динамическое присваивание VLAN конкретному пользователю вне зависимости от того, где он подключается (стандарт IEEE 802.1x);

- поддержка стандарта IEEE 802.1x voice VLAN (дает доступ IP-телефону к VLAN вне зависимости от состояния порта);

- поддержка гостевых VLAN (позволяет пользователям, не являющимся клиентами 802.1x, получить ограниченный доступ к сети (стандарт IEEE 802.1x));

- поддержка ACL для интерфейсов 2-го уровня (позволяет применять приложения сетевых политик на отдельных портах коммутатора);

- шифрование трафика во время сеансов Telnet и SNMP (SSHv2, SNMPv3);

- поддержка технологий TACACS+ и RADIUS, обеспечивающих централизованный контроль за безопасностью коммутаторов и запрещающих доступ неавторизованных пользователей к их настройкам.

### 2.3 Коммутатор Cisco 3560

Серия высокопроизводительных коммутаторов 3-го уровня фиксированной конфигурации Cisco Catalyst 3560 предназначена для организации ядра сети среднего размера или уровня доступа большой корпоративной сети. На рисунке 2.3 представлен внешний вид различных модификаций коммутаторов Cisco Catalyst 3560.

Коммутаторы Cisco Catalyst 3560 имеют следующие **основные параметры**:

- выпускаются на 8, 24 или 48 портов 10/100/1000 Ethernet с 2–4 портами Gigabit Ethernet;

- имеют порты POE (Power Over Ethernet) для питания IP-телефонов или точек доступа;

- имеют комбинированные гигабитные интерфейсы (медный 100/1000BASE-T Ethernet или SFP-модуль, 1000BASE-SX, 1000BASE-LX, 1000BASE-BX, 1000BASE-ZX, CWDM SFP);
- обеспечивают IP-маршрутизацию в базовом (IP Base) и расширенном (IP Services) варианте.

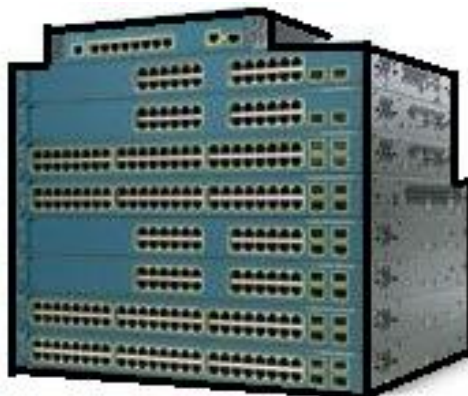


Рисунок 2.3 – Коммутаторы Cisco Catalyst 3560

Сравнительные характеристики моделей представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Характеристики моделей коммутаторов Cisco 3560

Модель	Количество и тип портов
3560-8PC	8 Ethernet 10/100 ports with Power over Ethernet (PoE) and 1 dual-purpose 10/100/1000 uplink
3560-12PC	12 Ethernet 10/100 ports with PoE and 1 dual-purpose 10/100/1000 uplink
3560-24TS	24 Ethernet 10/100 ports and 2 Small Form-Factor Pluggable (SFP) ports
3560-48TS	48 Ethernet 10/100 ports and 4 SFP ports
3560-24PS	24 Ethernet 10/100 ports with PoE and 2 SFP ports
3560-48PS	48 Ethernet 10/100 ports with PoE and 4 SFP ports
3560V2-24TS	24 Ethernet 10/100 ports and 2 SFP ports
3560V2-48TS	48 Ethernet 10/100 ports and 2 SFP ports
3560V2-24PS	24 Ethernet 10/100 ports and 2 SFP ports
3560V2-48PS	48 Ethernet 10/100 ports and 2 SFP ports
3560V2-24TS-D	24 Ethernet 10/100 ports and 2 SFP ports with DC power supply
3560G-24TS	24 Ethernet 10/100/1000 ports and 4 SFP ports
3560G-48TS	48 Ethernet 10/100/1000 ports and 4 SFP ports
3560G-24PS	24 Ethernet 10/100/1000 ports with PoE and 4 SFP ports
3560G-48PS	48 Ethernet 10/100/1000 ports with PoE and 4 SFP ports

Коммутаторы Cisco Catalyst 3560 имеют следующие **особенности**:

– *поддержка высокоскоростной маршрутизации трафика*: благодаря технологии Cisco Express Forwarding (CEF) серия Catalyst 3560 обеспечивает высокопроизводительную маршрутизацию трафика IP. Программное обеспечение SMI поддерживает статическую, RIPv1 и RIPv2 маршрутизацию, OSPF, IGRP, EIGRP, а также маршрутизацию multicast-трафика (PIM, DVMRP, IGMP snooping);

– *высокоуровневая безопасность*: поддержка протокола 802.1x, функциональности IBNS (Identity-Based Networking Services), списков доступа для трафика, коммутируемого на 2-м уровне (VLAN ACL), на 3-м и 4-м уровнях (Router ACL), а также Port-based ACLs (PACL) и Time-based ACL. Для обеспечения безопасности при администрировании поддерживаются протоколы SSH и SNMPv3, а также централизованная аутентификация на серверах TACACS+ и RADIUS;

– *высокая доступность*: для защиты от сбоев внутренних блоков питания коммутаторы Catalyst 3560 поддерживают резервную систему питания Cisco Redundant Power System 675 (RPS 675), протоколы 802.1D, 802.1s, 802.1w, функциональность UplinkFast, HSRP, UDLD, Aggressive UDLD, Switch port Auto-recovery;

– *поддержка качества обслуживания (QoS)*: классификация трафика по полям DSCP или 802.1p (CoS), стандартные и расширенные списки доступа для выделения заданного типа трафика, WRED, очередность Strict Priority, Shaped Round Robin. Существует возможность определения максимальной полосы для определенного вида трафика, а также выделения гарантированной полосы CIR;

– *управляемость*: внедренное в коммутатор ПО Cisco CMS, поддержка управления с помощью SNMP-платформ, таких как CiscoWorks, поддержка SNMP версий 1, 2, 3, Telnet, RMON, SPAN, RSPAN, NTP, TFTP.

В таблице 2.5 приведена базовая **техническая спецификация** коммутаторов Cisco Catalyst 3560.

Таблица 2.5 – Спецификация коммутаторов Cisco Catalyst 2960

<b>Основные характеристики</b>	<b>WS-C3560-48TS-E</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
Количество портов Fast Ethernet 10/100 TX	48
Количество портов Gigabit Ethernet SFP	4
Пропускная способность, Гбит/с	17,6

<b>1</b>	<b>2</b>
Производительность маршрутизации, млн пакетов/с	13,1
Тип транков VLAN	802.1q, ISL
Тип ПО	ЕМІ*
Объем флеш-памяти, Мбайт	32
Объем ОЗУ, Мбайт	128
Размеры (В × Ш × Г), см	4,4 × 44,5 × 30,1
Масса, кг	4,1
Время наработки на отказ (MTBF), ч	280 900
Уровень шума, дБА	42

Библиотека БГУИР

### **3 Терминальное оборудование IP-телефонии и видео-конференц-связи**

В качестве терминального оборудования IP-телефонии и видео-конференц-связи могут использоваться: 1) специализированные аппаратные средства (IP-телефоны и видеотелефоны, терминалы видео-конференц-связи, укомплектованные видеокодеками); 2) мультимедийные компьютеры, укомплектованные программным приложением IP-телефонии, видеотелефонии или видео-конференц-связи, микротелефонной гарнитурой и веб-камерой при необходимости.

Основными достоинствами 1-го подхода являются:

- автономность (для работы с устройством необходимо подать электропитание, подключить его к сети и задать несколько простых параметров, например, его IP-адрес и маска подсети, IP-адреса SIP-сервера и шлюза);
- мобильность (устройство является компактным и может быть мобильным, укомплектованным радиоинтерфейсом);
- надежность (на функционирование устройства не влияют сетевые атаки и вирусы, для него не характерны перегрузки и сбои программного обеспечения).

В то же время 2-й подход отличается существенно меньшей стоимостью реализации и гибкостью (возможность выбора и настройки пользовательского интерфейса). Если специализированные и универсальные средства IP-телефонии используют стандартные протоколы, проблемы с их совместимостью не возникают.

В этом разделе приведено описание нескольких вариантов исполнения терминального оборудования IP-телефонии.

#### **3.1 Устройство и функции IP-телефона**

Обобщенная структурная схема IP-телефона, справедливая для любого способа его реализации (аппаратного и программного), включает следующие блоки (рисунок 3.1):

- интерфейс пользователя (User Interface);
- речевой интерфейс (Voice Interface);
- сетевой интерфейс (Network Interface);
- блок процессора (Processor Core);
- связывающая логика (associated logic).

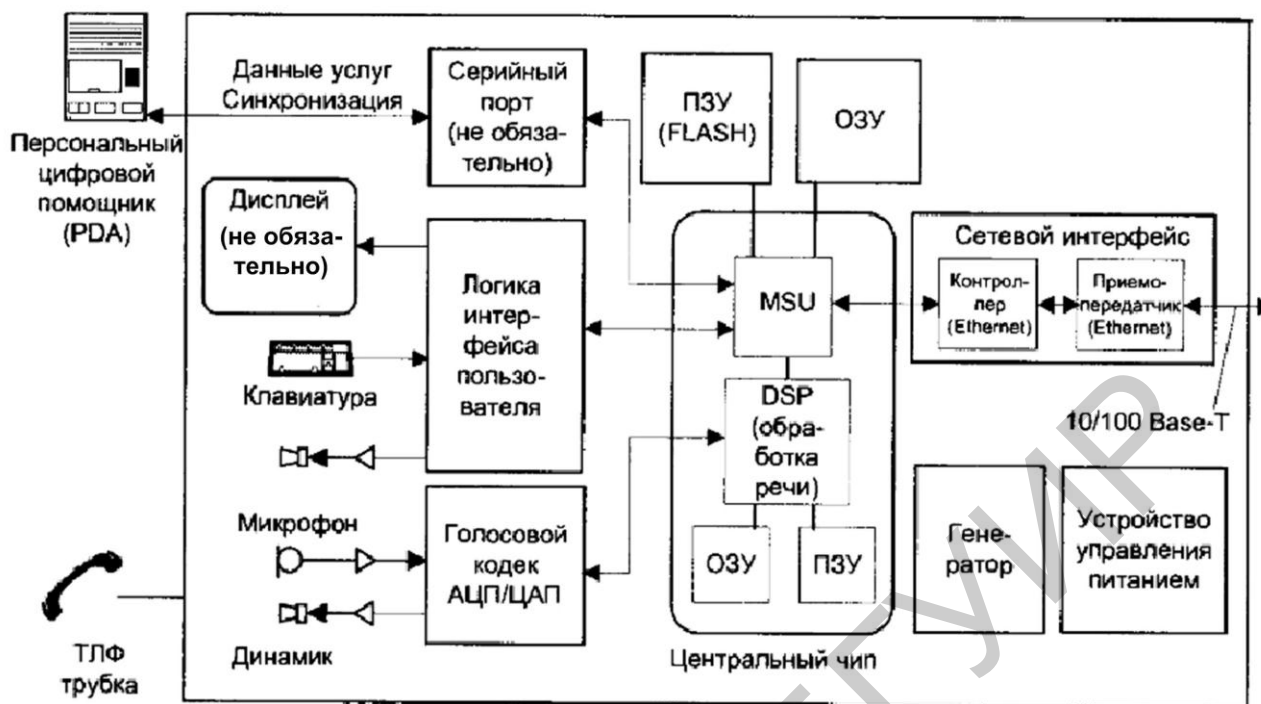


Рисунок 3.1 – Структура IP-телефона

**Интерфейс пользователя** обеспечивает реализацию традиционных функций телефона – клавиатуры для набора номера (кнопки [0–9], [\*], [#]) и звукового индикатора для сигнализации о входящих вызовах пользователю. На более сложных телефонных аппаратах и в программных клиентах используются дополнительные клавиши, обеспечивающие повторный набор номера, хранение номеров, переадресацию, конференц-связь и т. д. Для отображения подсказок пользователю, набираемого номера, информации о входящих вызовах и другой информации обычно используется дисплей. В некоторых моделях телефон оборудован последовательным интерфейсом для подключения устройств типа PDA (персональный цифровой помощник), которые обеспечивают синхронизацию телефонной информации, облегчают автоматический набор номера и т. д.

**Речевой интерфейс** обеспечивает оцифровку аналогового речевого сигнала. Речевые сигналы от микрофона дискретизируются с частотой 8 кГц, что создает после кодера с импульсно-кодовой модуляцией цифровой поток данных на процессор со скоростью 64 кбит/с. Обратный процесс позволяет преобразовать поток данных 64 кбит/с через декодер ИКМ в аналоговый речевой сигнал, который передается в телефон или громкоговоритель.

**Сетевой интерфейс** телефона обеспечивает передачу и прием речевых пакетов через интерфейс 10BaseT или 100BaseT Ethernet. Аппаратный IP-

телефон может иметь второй разъем RJ-45 Ethernet для подключения персонального компьютера, чтобы совместно использовать одно подключение к настенной розетке.

**Блок процессора** выполняет обработку голосовой информации, обработку сигнализации, обработку протокола и функции программного управления всей схемой телефона. Состоит из цифрового сигнального процессора (DSP) для выполнения функций обработки голоса и устройства микроконтроллера (MCU) для выполнения остальных функций управления. Для обеспечения гарантированного хранения программного обеспечения в телефоне используется флеш-память.

IP-телефоны, подключаемые к локальной сети Ethernet 10/100 Мбит/с, помимо традиционной функциональности цифровых телефонов (громкая связь, функциональные клавиши и клавиши быстрого набора номера и т. д.) обеспечивают ряд дополнительных возможностей, например:

- доступ к корпоративному справочнику абонентов;
- доступ к персональной адресной книге;
- доступ к графической и текстовой информации, расположенной на веб-серверах;
- индикацию присутствия и отсутствия абонентов (абоненты могут переключать телефон в режим «отсутствую», «не беспокоить» и др.);
- быструю настройку переадресации вызовов (интеллектуальные системы IP-телефонии позволяют абонентам с помощью ПК быстро настроить переадресацию звонков со своего телефона на телефон коллеги, на мобильный или домашний телефонный аппарат);
- удобную голосовую почту (индикация появления новых сообщений и быстрый доступ к ним);
- встроенный сервер аудиоконференций;
- отправку/прием текстовых сообщений.

Настройка IP-телефона крайне проста и может выполняться самим абонентом в соответствии с инструкцией. Абоненту выдаются авторизационные данные (имя, PIN-код) и выделяется уникальный телефонный номер для звонков с другого IP-телефона.

### **3.2 IP-телефон Alcatel 4018 IP Touch**

В лабораторной мультисервисной сети используются IP-телефоны Alcatel 4018 IP Touch (рисунок 3.2). Возможны два способа назначения сетевых параметров IP-телефона Alcatel 4018 IP Touch: динамический и статический.

### 3.2.1 Динамическое назначение IP-параметров

Данный способ назначения IP-параметров установлен производителем по умолчанию.

Алгоритм динамического назначения параметров включает следующие шаги.

1. Терминал отправляет на DHCP-сервер, который может быть размещен на компьютере в сети клиента или в PCX, сообщение «AVA enabled» («AVA включен») DHCPDISCOVER для получения VLAN ID.

2. Если VLAN ID получен, IP-телефон отправляет второй («standard») DHCP-запрос с использованием уже полученного VLAN ID.

3. DHCP сервер в ответ отправляет:

- адрес IP;
- маску подсети;
- адрес маршрутизатора;
- адрес TFTP сервера.

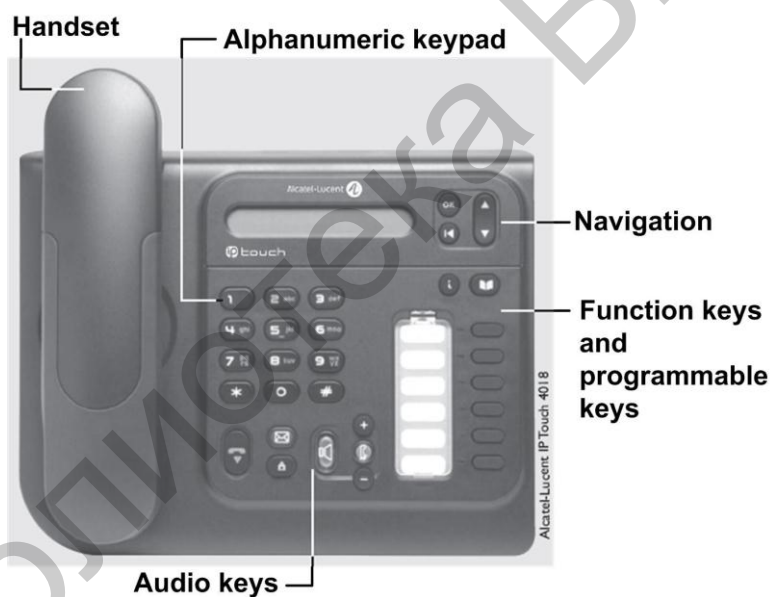


Рисунок 3.2 – IP-телефон Alcatel 4018 IP Touch

### 3.2.2 Статическое назначение IP-параметров

Данный способ назначения IP-параметров используется достаточно часто, поскольку не всегда возможно назначение IP-параметров через DHCP-сервер. В этом случае пользователь конфигурирует IP-данные непосредственно на терминале. Для ввода данных используется специальное меню, доступ к которому реализуется через клавиатуру и дисплей телефона.

Параметры для ввода:

- адрес IP-телефона;



- IP-маска подсети;
- адрес маршрутизатора (шлюза);
- IP-адрес TFTP-сервера 1;
- IP-адрес TFTP-сервера 2;
- VLAN ID.

На рисунках 3.3–3.5 представлены мнемоники клавиш IP-телефона и комментарии к ним.

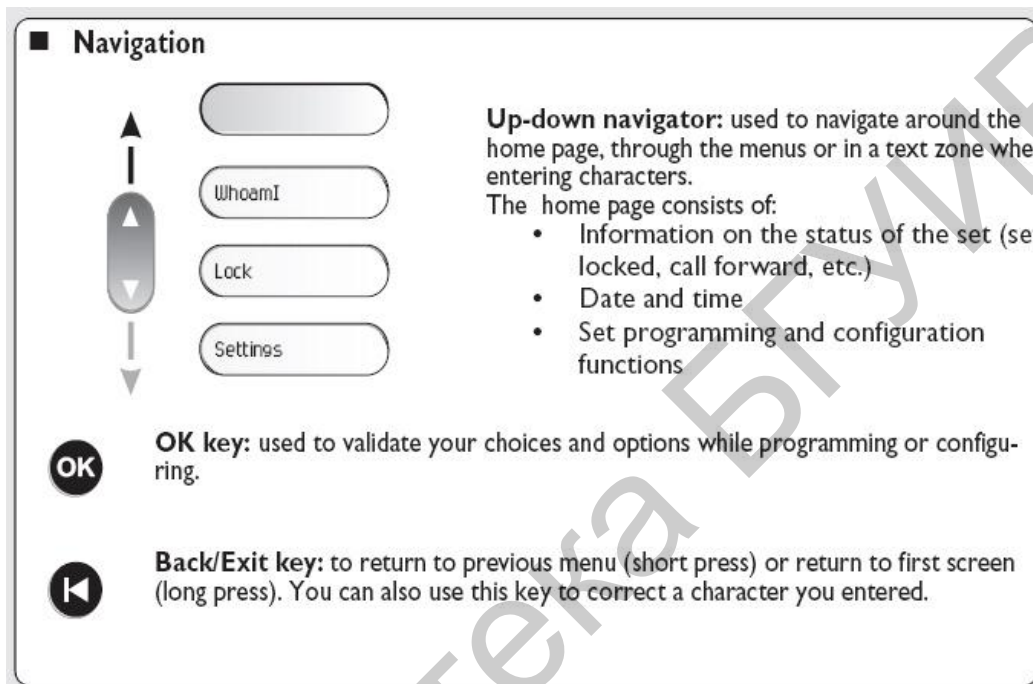


Рисунок 3.3 – Описание группы «Navigation» клавиш IP-телефона Alcatel 4018 IP Touch

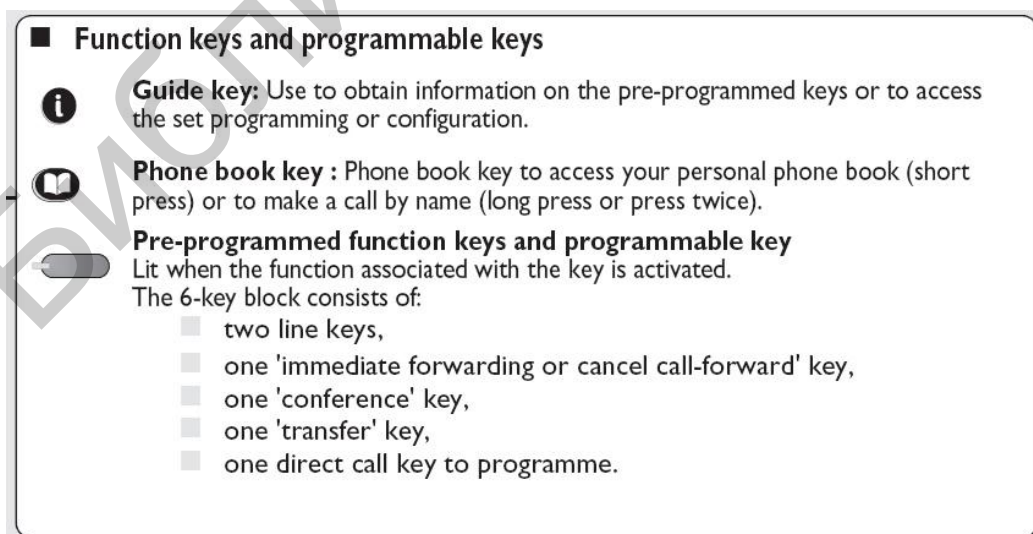


Рисунок 3.4 – Описание группы «Function keys and programmable keys» клавиш IP-телефона Alcatel 4018 IP Touch

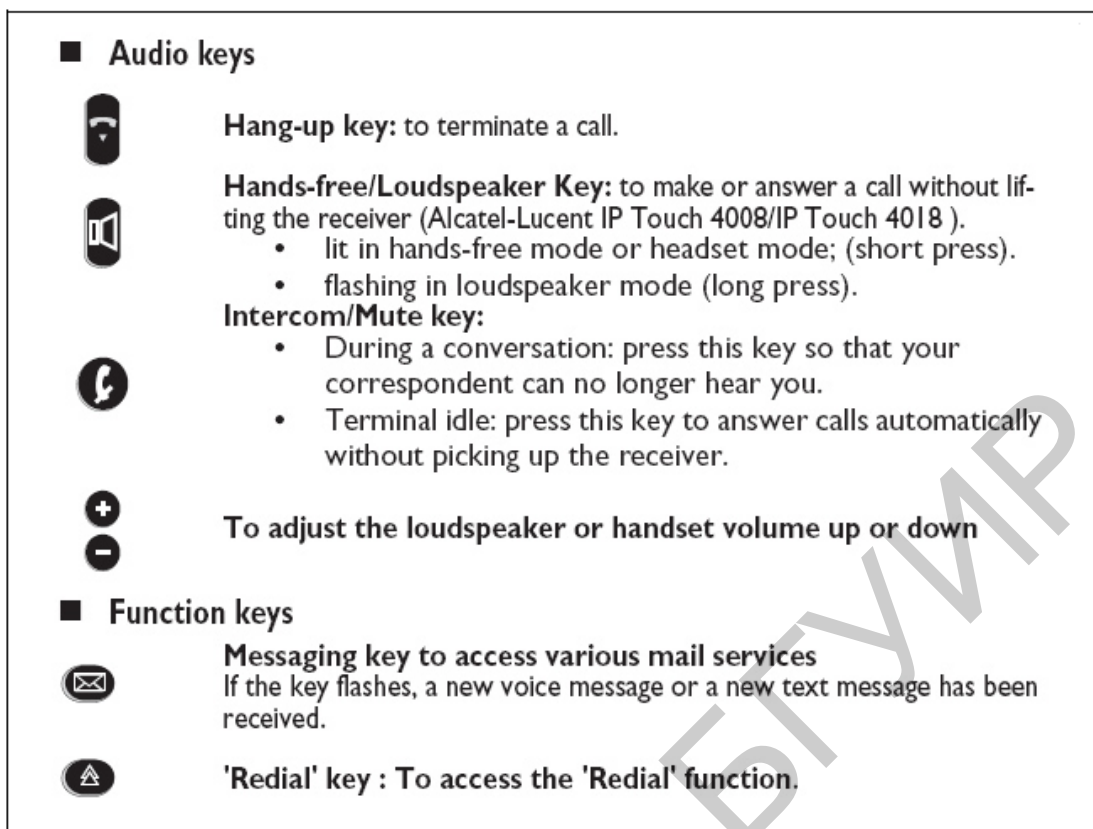


Рисунок 3.5 – Описание группы «Audio keys» клавиш IP-телефона Alcatel 4018 IP Touch

Для просмотра установленных параметров необходимо зайти в меню телефона (Menu Page) и выбрать следующие пункты: Settings → Parameters → IP Parameters. В результате можно просмотреть информацию следующего формата и примерного содержания:

*IP address: 172.16.5.2*

*Subnet mask: 255.255.255.0*

*Ethernet address: 00:80:9f:69:44:96*

Конфигурация IP-телефона Alcatel производится с использованием меню терминала, в которое можно войти во время инициализации телефона.

Алгоритм настройки IP-параметров на IP-телефоне Alcatel 4018 IP Touch включает следующие шаги:

- включить питание телефона;
- использовать сочетание клавиш [i] + [#] для входа в режим конфигурирования IP-телефона;
- выбрать пункт меню IP Mode Dynamic / IP Mode Static и установить IP Mode Static;

- выбрать пункт IP addr меню и установить IP-адрес, например *IP addr: 172.16.5.2*;
- выбрать пункт Subnet меню и установить маску подсети, например *Subnet: 255.255.255.0*;
- выбрать пункт Router меню и установить IP-адрес шлюза, например *Router: 172.16.5.0*;
- выбрать пункт TFTP1 меню и установить IP-адрес TFTP 1, например *TFTP 1: 172.16.5.1*;
- выбрать пункт TFTP2 меню и установить IP-адрес TFTP 2, например *TFTP 2: 0.0.0.0*;
- выбрать пункт VLAN меню и установить IP-адрес VLAN, например *VLAN: 0.0.0.0*;
- выйти из режима конфигурирования, нажав клавишу [#].

### **3.3 Терминал видеотелефонии на базе программного клиента X-Lite**

На рисунке 3.6 представлен пользовательский интерфейс программного клиента CounterPath X-Lite, в результате инсталляции которого компьютер превращается в терминал IP-телефонии.

Настройка IP-параметров программного телефона CounterPath X-Lite 3.0 не выполняется, данные конфигурируются в настройках сетевой платы компьютера следующим образом:

- > *Network Connection*
  - > *Local Area Connection*
    - > *Properties*
      - > *General*
        - > *Internet Protocol TCP/IP*
          - > *Use the following IP address:*
            - IP address: 172.16.5.3*
            - Subnet mask: 255.255.255.0*
            - Default gateway: 172.16.5.0*
        - > *OK.*



Рисунок 3.6 – Интерфейс программного клиента CounterPath X-Lite

При первом запуске программа выдаст на экран окно SIP account settings, в котором для добавления пользователя необходимо нажать Add. Если пользователь уже создан, настройки можно просмотреть или изменить: Menu → SIP account settings → Properties... Далее представлен алгоритм настройки клиента:

> *Properties of Account*

> *User details:*

*Display Name: 3103;*

*User name: 3103;*

*Password: \*\*\*\*\*;*

*Authorization user name :3103;*

*Domain: 172.16.5.0*

> *Register with Domain and receive incoming calls*

*Domain.*

> *OK.*

### 3.4 Терминал видео-конференц-связи на базе программного клиента EyeBeam

Программный клиент CounterPath Eyebeam видео-конференц-связи (софтфон) реализует все возможности традиционных стационарных и мобильных телефонов. Простым нажатием кнопки мыши или нажатием клавиши на клавиатуре терминала видео-конференц-связи (компьютера, на котором установлено приложение CounterPath Eyebeam) пользователь может вызвать абонента, ответить или иным образом управлять вызовами и личным доступом. Пользовательский интерфейс приложения CounterPath Eyebeam аналогичен CounterPath X-Lite.

Софтфон CounterPath Eyebeam поддерживает следующие функции:

- две линии;
- индикатор звонка и непрочитанного сообщения Message Waiting Indicator (MWI);
- громкая связь;
- беззвучный режим;
- режим повтора;
- режим удержания линии;
- режим «не беспокоить»;
- игнорирование вызова;
- история вызовов: список принятых, пропущенных, набранных и заблокированных звонков;
- переадресация вызова;
- запись звонка;
- три вида аудио- и видеоконференций.

Софтфон Eyebeam также поддерживает следующие возможности и функции VoIP:

- мгновенный обмен сообщениями с использованием SIMPLE protocol;
- управляемый список контактов (импорт и экспорт контактов из Eyebeam и других приложений);
- поддержка Intel® Centrino® Mobile технологий (обеспечивает более стабильное качество услуг проводной и беспроводной связи на основе отраслевых стандартов, таких как 802.11e);
- автоматическое конфигурирование аудио- и видеоустройств;

- автоматическое определение полосы пропускания (определение скорости доступа для компьютера пользователя);
- эхоподавление (определение уровня громкости, автоматическая регулировка усиления);
- поддержка следующих аудиокодеков: Broadvoice-32; Broadvoice-32 FEC; G.711aLaw; G.711uLaw; GSM, iLBC; L16 PCM Wideband;
- поддержка следующих видеокодеков: H.263, H.263 1998;
- автоматический выбор подходящего кодека в зависимости от возможности гарнитуры, доступной пропускной способности, а также состояния сети связи (переключение кодеков во время разговора в соответствии с изменяющимися условиями передачи);
- соответствие RFC 3261 стандарту SIP;
- поддержка STUN и обходов ICE NAT (XTunnels для обхода брандмауэра);
- поддержка DTMF (RFC 2833, внутриполосного DTMF или сообщений SIP INFO).

Для настройки работы приложения необходимо сконфигурировать параметры сетевой карты компьютера и аккаунта пользователя в приложении. Адреса для работы приложения на персональном компьютере выдаются статические, следовательно, необходимо внести изменения в настройки сети и задать соответствующие адреса из локальной подсети шлюза IP-телефонии.

Данные для конфигурации сети в настройках сетевой платы компьютера приведены в подразделе 3.3. Сконфигурировав параметры сетевой карты соответствующим образом, можно переходить к настройке аккаунта пользователя в приложении. Для этого необходимо задать параметр Domain, который указывает на шлюз IP-телефонии. Настройка IP-параметров программного телефона CounterPath EyeBeam производится так же, как для CounterPath X-Lite.

### **3.5 Терминал видео-конференц-связи на базе программного клиента Bria**

На рисунке 3.7 представлен пользовательский интерфейс программного клиента CounterPath Bria, в результате инсталляции которого компьютер превращается в терминал видео-конференц-связи.

Процедура настройки приложения CounterPath Bria заключается в следующем.

1. Запустите софтвер Bria и выберите опцию меню File → Account Settings. Откроется окно SIP account settings (рисунок 3.8).

2. Нажмите Add, а затем New SIP Account.
3. В поле Account Name укажите имя создаваемого подключения.
4. В поле User Id введите внутренний номер абонента в формате «номер\_абонента@ip\_address\_SIP-сервера». Например, 100@10.0.0.11.
5. В поле Password укажите пароль.
6. В поле Display Name укажите имя пользователя, который будет использоваться софтбоном (латинскими буквами).
7. В поле Authorization name введите номер авторизации.
8. В разделе Domain проху установите галочку Register with domain and receive inbound calls. Выберите Send outbound via: Target Domain.
9. Нажмите ОК.
10. В меню File → Preferences → Devices configuration установите системные аудиоустройства, которые вы хотите использовать в режимах Speaker и Headset. Тут же указывается камера для видеозвонков.



Рисунок 3.7 – Интерфейс программного клиента CounterPath Bria

11. В консоли Bria введите номер абонента, у которого установлен такой же телефон Bria, и нажмите Dial.

12. Как только соединение установлено, нажмите Actions → Start Video для передачи видеобразия.

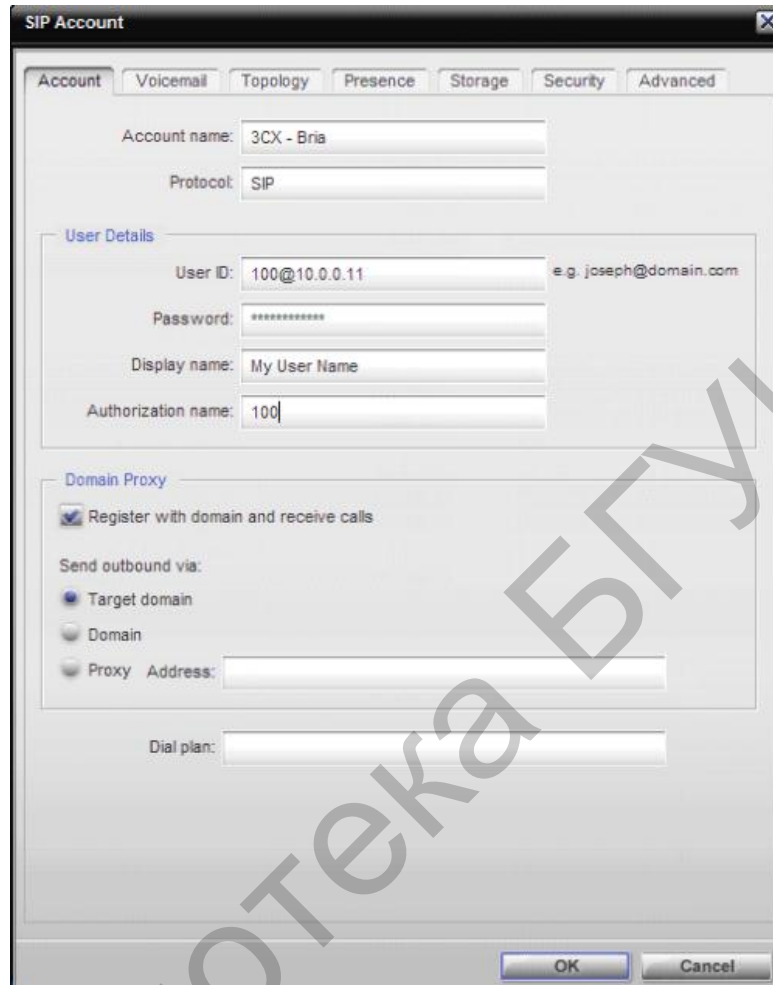


Рисунок 3.8 – Окно «SIP account settings» программного клиента CounterPath Bria



## 4 IP-телефония в лабораторной мультисервисной сети

### 4.1 Структура лабораторной мультисервисной сети

В январе 2010 года на кафедре сетей и устройств телекоммуникаций БГУИР завершилось строительство кафедральной лабораторной мультисервисной сети (рисунок 4.1). Сеть включает: автономный процессорный модуль УПАТС Alcatel 4400 Omni PCX Enterprise с интегрированным шлюзом IP-телефонии и SIP-сервером; цифровую АТС типа АТС-Ф; около 30 маршрутизаторов и коммутаторов Cisco различных серий; четыре управляемых коммутатора D-Link; 13 IP-телефонов Alcatel 4018IP; 13 ISDN-телефонов Alcatel 4019; аналоговые телефонные аппараты; мультимедийные компьютеры, укомплектованные микротелефонными гарнитурами и веб-камерами, различные серверы (DNS, почтовые, файловые, контроля доступа, управления, баз данных, биллинга), аппаратные и программные сетевые экраны.

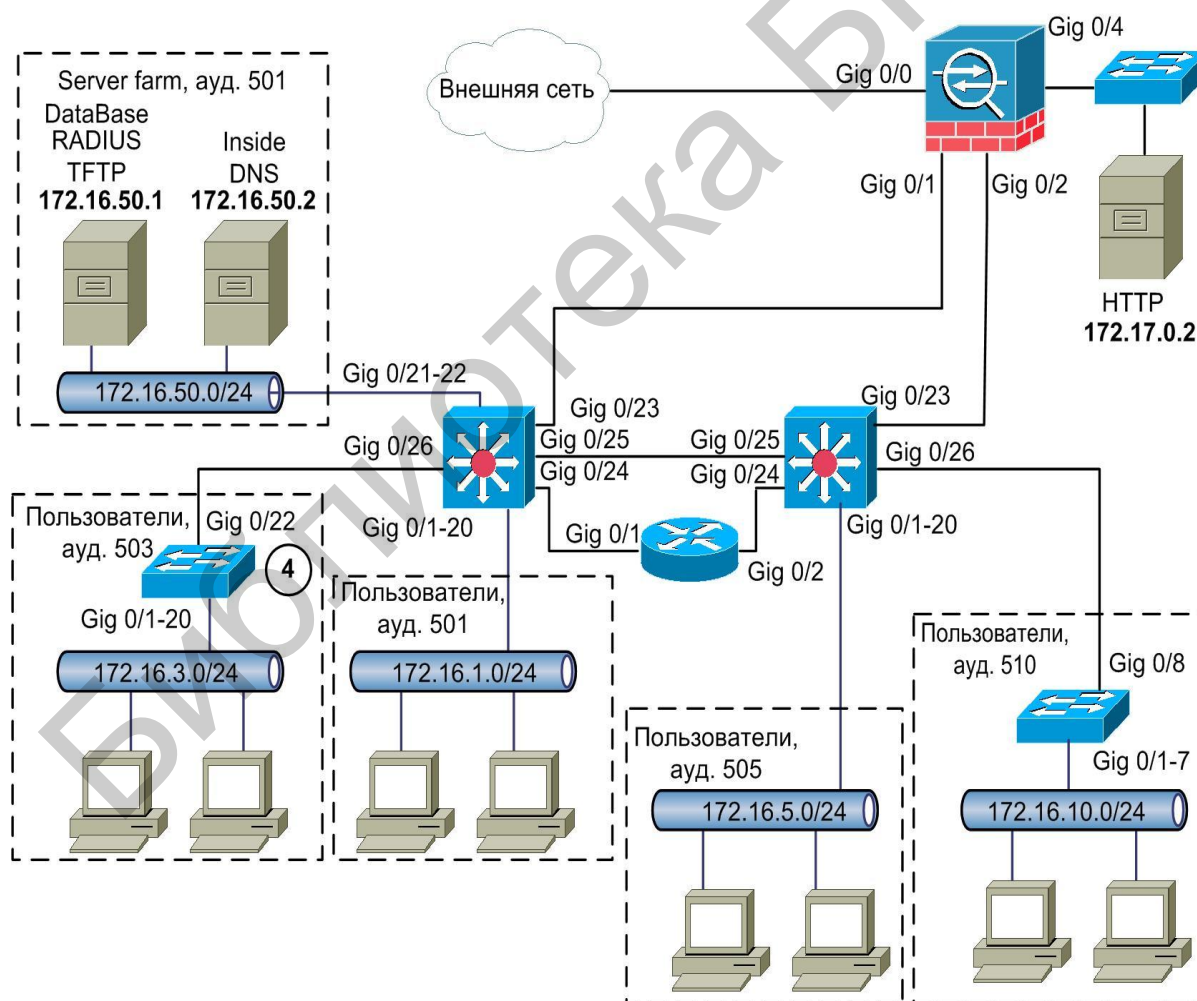


Рисунок 4.1 – Физическая структура лабораторной мультисервисной сети

Лабораторная мультисервисная сеть поддерживает наиболее распространенные сетевые интерфейсы и протоколы и позволяет подключать к сети разнообразное терминальное оборудование. Сеть ориентирована на изучение современных и перспективных инфокоммуникационных технологий: IP-телефонии, видео-конференц-связи, видео по запросу, цифрового телевидения, телемедицины и т. д. Оборудование лабораторной мультисервисной сети распределено по четырем телекоммуникационным шкафам, находящимся в четырех учебных лабораториях кафедры сетей и устройств телекоммуникаций.

Принципы построения и функционирования кафедральной лабораторной мультисервисной сети основаны на идее виртуализации, которая заключается в имитации сложной гетерогенной сети, включающей Internet-сегмент, несколько автономных систем и корпоративных сегментов, работающих на базе различных протоколов маршрутизации (рисунок 4.2).

Для обеспечения гибкости сеть базируется на высокопроизводительных маршрутизирующих коммутаторах, распределенных по всем лабораториям и связанных между собой оптическими волокнами. С этой точки зрения кафедральная лабораторная мультисервисная сеть является мощным реконфигурируемым сетевым эмулятором, позволяющим строить различные сложные сетевые топологии за счет перенастройки сетевого коммутационного ядра.

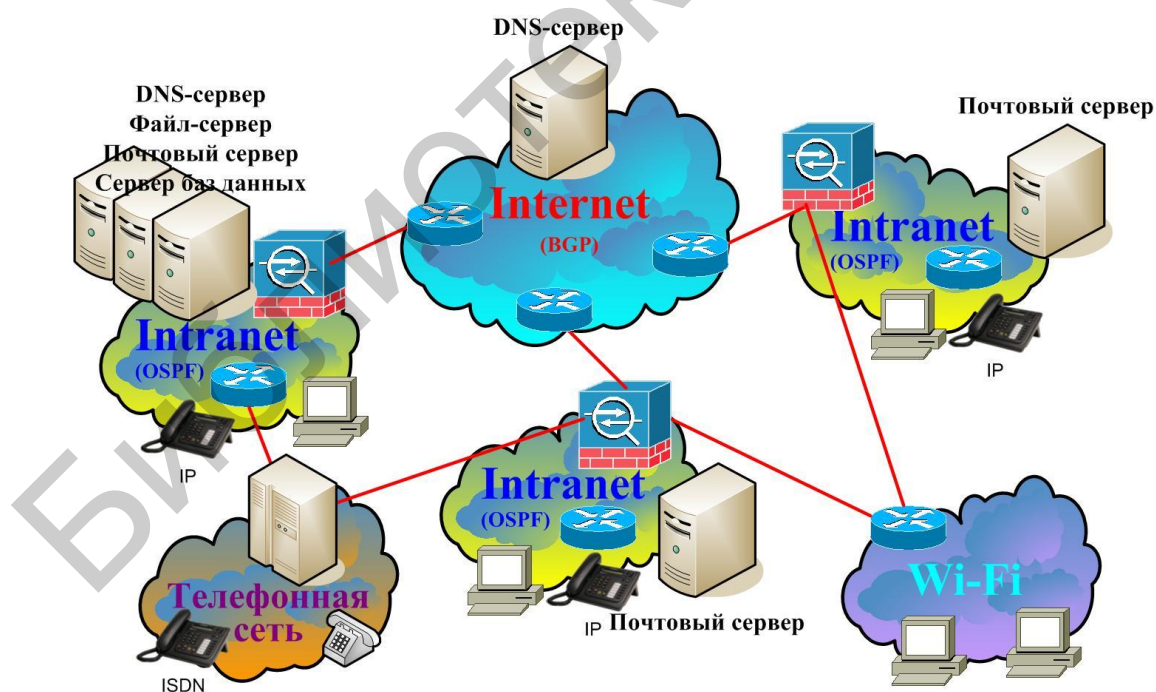


Рисунок 4.2 – Логическая структура лабораторной мультисервисной сети

## 4.2 Телефонные сервисы в лабораторной мультисервисной сети

Кафедральная лабораторная мультисервисная сеть поддерживает следующие виды телефонных сервисов: аналоговая телефония, цифровая ISDN-телефония, IP-телефония (в том числе видеотелефония, голосовая и видео-конференц-связь). Данные сервисы предоставляются с использованием различных технологических платформ, основанных на технике коммутации каналов и пакетов. По этой причине кафедральная лабораторная мультисервисная сеть в целом является гетерогенной. Используемые в ней топологии и технические решения полностью отражают ситуацию, имеющую место в корпоративных сетях – в настоящее время в них также используются различные технологии для предоставления телефонных сервисов. В связи с этим актуальной является задача комплексирования оборудования IP-телефонии.

Традиционно данная проблема решается с помощью шлюзов. В кафедральной лабораторной мультисервисной сети используется шлюз IP-телефонии, интегрированный в автономный процессорный модуль УПАТС Alcatel 4400 Omni PCX Enterprise.

Существует альтернативный подход, основанный на использовании шлюза с аналоговой телефонной сетью, интегрированный в маршрутизатор Cisco (например, Cisco 2800). Общая схема фрагмента кафедральной лабораторной мультисервисной сети, непосредственно связанная с предоставлением телефонных сервисов, показана на рисунке 4.3.

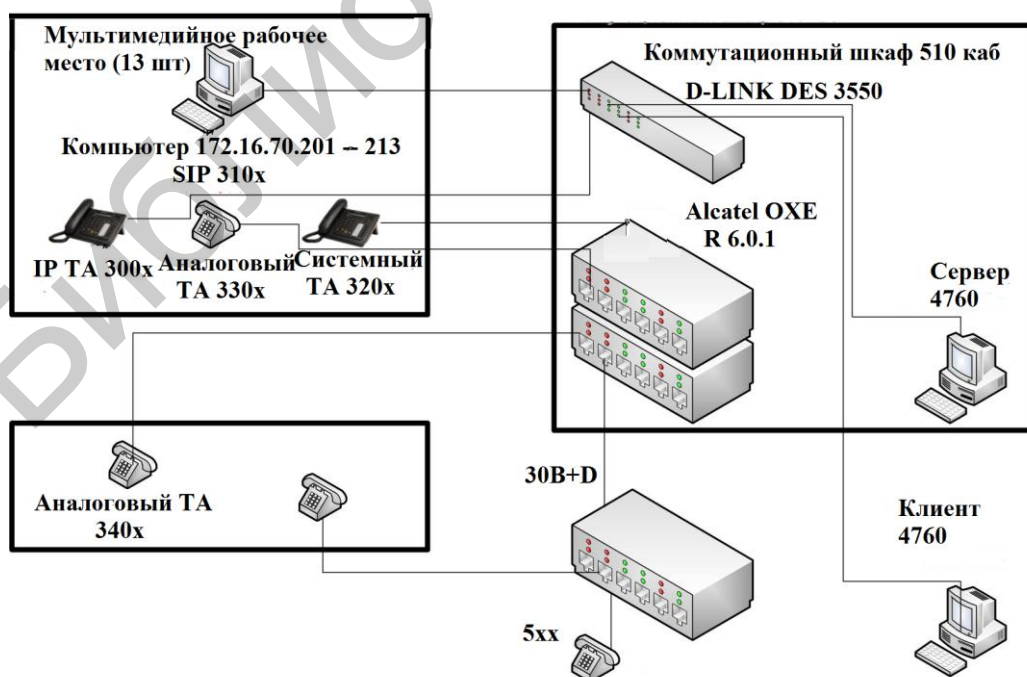


Рисунок 4.3 – Фрагмент кафедральной лабораторной мультисервисной сети

### 4.3 Эмуляция IP-телефонии в лабораторной мультисервисной сети

Кафедральная лабораторная мультисервисная сеть является динамической, постоянно развиваемой высокотехнологичной средой, в которой проводятся лабораторные и научно-исследовательские работы по различным инфокоммуникационным направлениям, одним из которых является IP-телефония.

Схема эмуляции корпоративной IP-телефонии в лабораторной мультисервисной сети представлена на рисунке 4.4. Схема построена с использованием коммутаторов Cisco 3560 (2 шт.), Cisco 2960 (1 шт.), Cisco 1900 (3 шт.), SIP-сервера на базе автономного процессорного модуля УПАТС Alcatel 4400 Omni PCX Enterprise. В качестве терминальных устройств IP-телефонии в сети используются мультимедийные компьютеры, укомплектованные клиентским программным обеспечением IP-телефонии и видео-конференц-связи, и IP-телефоны Alcatel 4018IP.

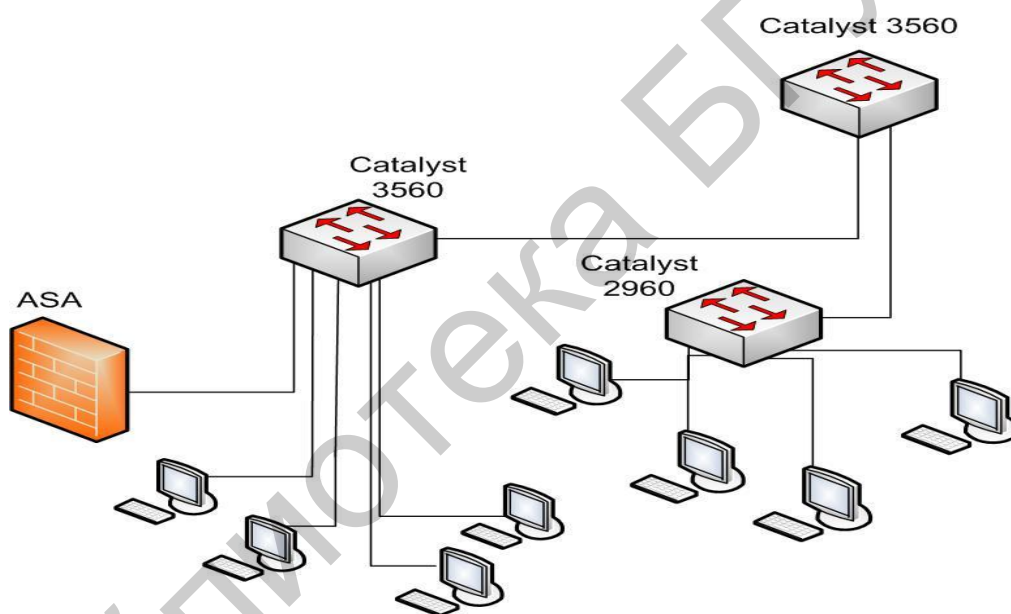


Рисунок 4.4 – Эмулятор корпоративной IP-телефонии на базе лабораторной мультисервисной сети

### 4.4 Настройка оборудования для организации корпоративной IP-телефонии в лабораторной мультисервисной сети

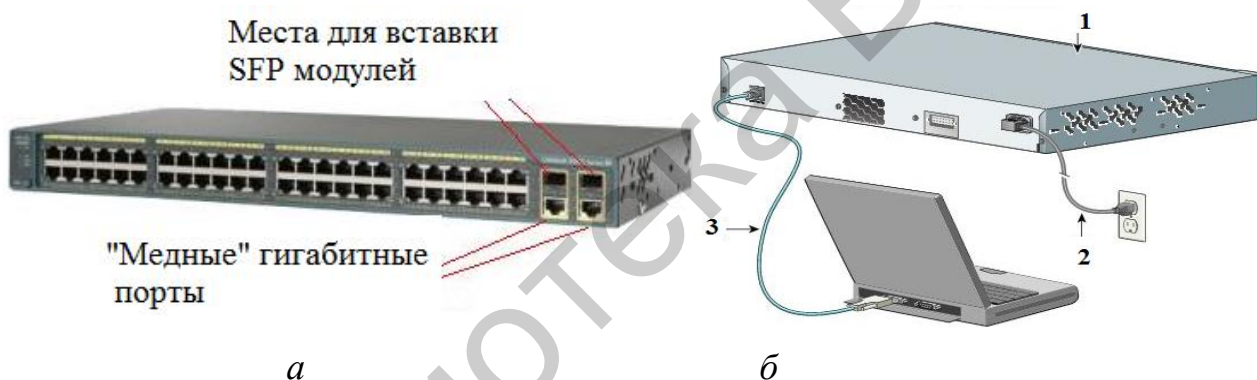
Для организации корпоративной IP-телефонии в лабораторной мультисервисной сети необходимо настроить соответствующее оборудование (см. рисунок 4.4). В рамках лабораторного практикума предполагается настройка коммутаторов Cisco 3560, Cisco 2960, Cisco 1900, клиентского программного обеспечения

IP-телефонии, установленного на мультимедийных компьютерах, и IP-телефонов Alcatel 4018IP. Далее рассмотрены вопросы настройки оборудования каждого типа.

#### 4.4.1 Настройка коммутаторов Cisco

Настройка коммутаторов Cisco может производиться через консоль или через сеть. На рисунке 4.5 показан вид передней и задней панелей коммутатора. У данного коммутатора 48 портов 10/100 Ethernet (могут работать на 10 Мб/с и 100 Мб/с в зависимости от того, какую скорость поддерживает устройство, подключенное к нему на конкретный порт). Кроме 48 портов в нем есть два порта 10/100/1000 Ethernet и еще два слота, в которые могут быть установлены оптические или электрические SFP-модули, предназначенные для подключения коммутатора к другим коммутаторам верхнего уровня.

На задней панели (рисунок 4.5, б) коммутатора располагаются еще два разъема: для подключения кабеля питания 220 В 2 и порт с надписью CONSOLE 3, который используется для первоначальной настройки коммутатора.



*а* – передняя панель; *б* – задняя панель

Рисунок 4.5 – Вид коммутатора Cisco

Доступ к коммутатору, на котором не производились настройки, возможен только по консольной линии с помощью компьютера, подключенного к коммутатору через СОМ-порт (см. рисунок 4.5, б). После предварительной настройки дальнейшее изменение конфигурации коммутатора возможно как через консоль, так и через сеть с помощью любого компьютера, подключенного к сети (рисунок 4.5, а).

На рисунке 4.6 представлен общий алгоритм настройки коммутатора.

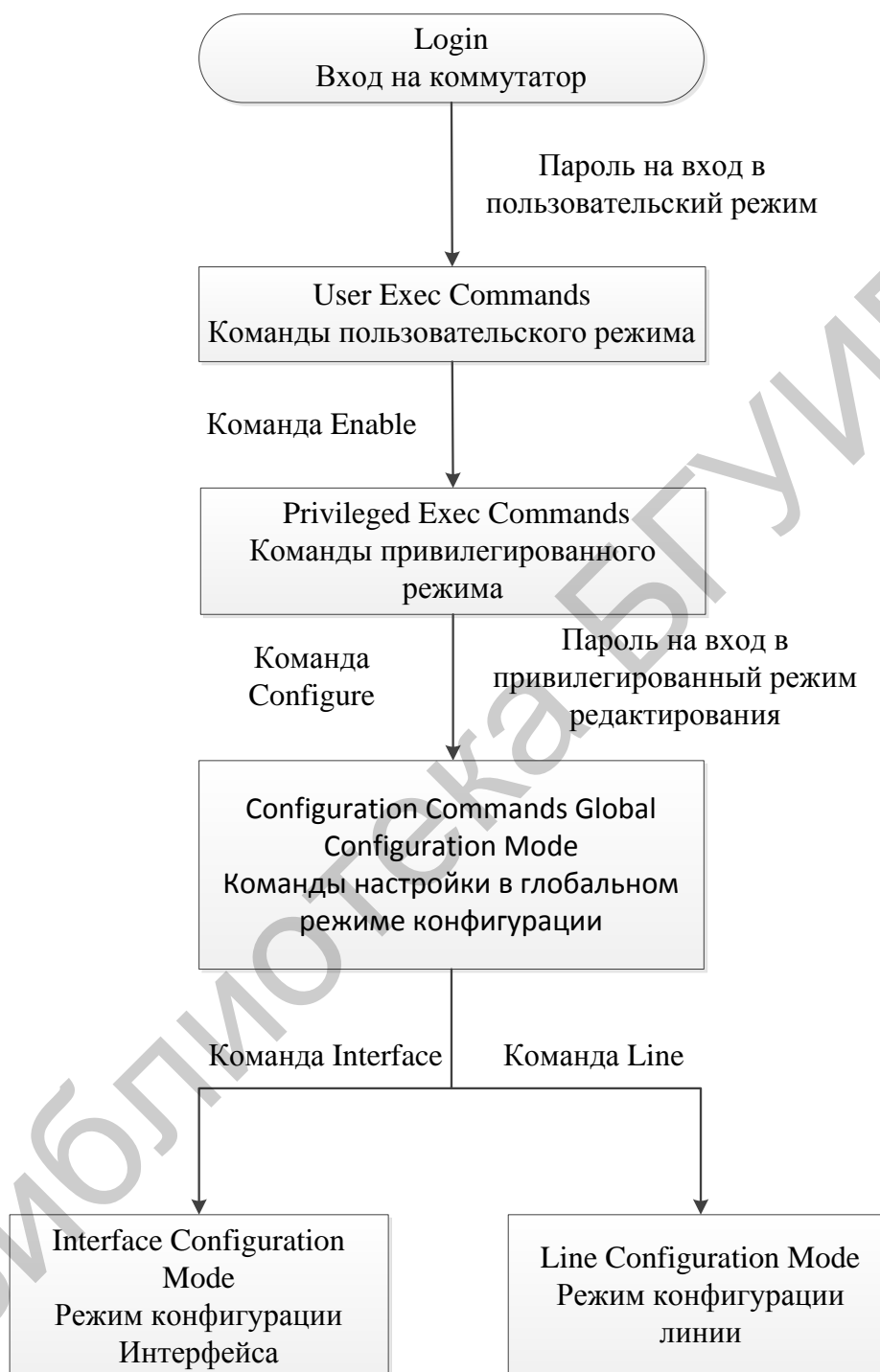


Рисунок 4.6 – Алгоритм настройки коммутатора Cisco

В таблице 4.1 приведен перечень режимов настройки коммутатора, способ доступа, синтаксис (на примере Cisco 1900) и доступные функции.

Таблица 4.1 – Режимы настройки коммутатора

Режим	Способ доступа	Синтаксис	Функции
Пользовательский	При запуске	1990>	Изменение настроек терминала; базовое тестирование; отражение системной информации
Привилегированный	Enable	1900#	Настройка параметров; просмотр и проверка системной информации
Глобальной конфигурации	Configure	1900(configure)#	Настройка общих параметров
Конфигурации интерфейса	Interface	1900(config-if)#	Настройка параметров WAN- и LAN-интерфейсов
Конфигурации линии	Line consol	1900(config-line)#	Настройка параметров интерфейса RS-232

Для **первоначальной настройки коммутатора** следует соединить компьютер и коммутатор консольным кабелем и включить оба устройства. Для соединения используется голубой кабель, который идет в комплекте с коммутатором. Он подключается к СОМ-порту компьютера и консольному порту коммутатора.

Для получения доступа к коммутатору по консольной линии необходимо последовательно осуществить следующие действия на компьютере: «Пуск» → «Программы» → «Стандартные» → «Связь» → «HyperTerminal» (откроется диалоговое окно); ввести произвольное название для создаваемого соединения (откроется окно с меню множественного выбора); выбрать способ подключения СОМ, то есть подключение через СОМ-порт, и задать скорость передачи данных (9600) – откроется окно командной строки, и спустя некоторое время, пока установится соединение, отобразится сообщение «Press ENTER», после чего в начале строки появится имя устройства по умолчанию (например, Switch>). Затем можно приступать к программированию коммутатора.

При первом запуске коммутатор Cisco Catalyst запускает программу setup (так как в нем нет никакой записанной конфигурации), которая выполняет автоматическую настройку. Первым на экран выводится сообщение, которое предлагает запустить диалог настройки коммутатора (рисунок 4.7). На него необходимо ответить «нет», чтобы произвести все настройки вручную. После этого в начале строки появится имя устройства по умолчанию (например, Switch>).

```
--- System Configuration Dialog ---  
Continue with configuration dialog? [yes/no]: n
```

Рисунок 4.7 – Сообщение в окне настройки коммутатора в HyperTerminal

Для **настройки коммутатора через сеть** к сети, в которой работает данный коммутатор, необходимо подключить компьютер, с которого предполагается осуществлять настройку. Для доступа используется протокол telnet.

Для получения доступа к коммутатору через сеть по telnet необходимо последовательно осуществить на компьютере следующие действия: «Пуск» → «Программы» → «Стандартные» → «Связь» → «HyperTerminal» (откроется диалоговое окно); ввести произвольное название для создаваемого соединения (откроется окно с меню множественного выбора); выбрать способ подключения TCP/IP (подключение через RJ-45-порт), порт – 23, IP-адрес – адрес коммутатора (откроется окно командной строки, и после установки соединения отобразится сообщение «Press ENTER», в начале строки появится имя устройства (например, Switch>). Затем можно приступать к программированию коммутатора.

## 4.4.2 Настройка коммутатора Cisco 3560

### 4.4.2.1 Задание имени коммутатора

1) Вход в привилегированный режим (режим, в котором можно изменять настройки коммутатора).

```
Switch>enable
```

2) Вход в режим настройки терминала (из этого режима производятся непосредственно сами настройки).

```
Switch#configure terminal
```

3) Задание коммутатору имени (оно должно отражать место коммутатора в системе, например, 505).

```
Switch(config)# hostname switch505
```

### 4.4.2.2 Настройки безопасности доступа

1) Вход в режим конфигурации консольной линии.

```
Switch505(config)#line console 0
```



2) Включение режима аутентификации при входе по консольной линии.

*Switch505(config-line)#login*

3) Задание пароля на вход (после применения этой команды при попытке подключения по консольной линии будет появляться запрос пароля).

*Switch505(config-line)#password 123456*

4) Выход из режима конфигурации консольной линии.

*Switch505(config-line)#exit*

#### **4.4.2.3 Вход в режим конфигурации линии vty**

Порты telnet на коммутаторе известны как линии vty.

1) Вход в режим конфигурации линии vty.

*Switch505(config)#line vty 0 4*

2) Включение режима аутентификации при входе по линии vty.

*Switch505(config-line)#login*

3) Задание пароля на вход (после применения этой команды при попытке подключения по telnet будет появляться запрос пароля).

*Switch505(config-line)#password 123456*

4) Выход из режима конфигурации линии vty.

*Switch505(config-line)#exit*

#### **4.4.2.4 Задание пароля на вход в привилегированный режим**

Задание пароля.

*Switch505(config)#enable password 123456*

#### **4.4.2.5 Создание виртуальной локальной сети**

1) Объявление нового VLAN (interface – команда обращения как к интерфейсам, соответствующим физическим портам коммутатора, так и к интерфейсам, создаваемым виртуально).

*switch505(config)#interface vlan 2*

2) Задание адреса и маски подсети данному интерфейсу. Поскольку это будет первый адрес, назначенный коммутатору, то его можно условно считать адресом коммутатора при доступе к нему через сеть; с этого момента настройки на коммутаторе можно производить по telnet и с помощью программы HyperTerminal, потом, когда на коммутаторе будут настроены другие адреса, доступ к нему можно будет получить по любому из них).

*switch505(config-if)#ip address 172.16.5.1 255.255.255.0*

3) Перевод интерфейса в активный режим.

*switch505(config-if)#no shutdown*

4) Выход из режима конфигурации интерфейса.

```
switch505(config-if)#exit
```

#### **4.4.2.6 Обращение и вход в режим конфигурации интерфейса, соответствующего физическому порту коммутатора Fast Ethernet 0/1**

1) Задание порта.

```
switch505(config)#interface fa0/1
```

2) Назначение данному порту режима доступа.

```
switch505(config-if)#switchport mode access
```

3) Привязка доступа к vlan 2 (с этого момента порт коммутатора привязан к vlan и работает в режиме доступа).

```
switch505(config-if)#switchport access vlan 2
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan2, changed state to up% Access VLAN does not exist. Creating vlan 2
```

4) Выход из режима настройки интерфейса.

```
switch505(config-if)#exit
```

#### **4.4.2.7 Обращение и вход в режим конфигурации интерфейса, соответствующего физическому порту коммутатора Fast Ethernet 0/22**

1) Задание порта.

```
switch505(config)#interface fa0/22
```

2) Назначение данному порту режима доступа.

```
switch505(config-if)#switchport mode access
```

3) Привязка доступа к vlan 2.

```
switch505(config-if)#switchport access vlan 2
```

4) Выход из режима настройки коммутатора.

```
switch505(config-if)#exit
```

#### **4.4.2.8 Активация шифрования паролей**

Шифрование обязательно при подключении динамической раздачи адресов.

Приведен пример неполного ввода команды – при правильном вводе начала команды и применении табуляции (кнопка tab на клавиатуре) команда выводится полностью (это удобно).

```
switch505(config)#service pas
```

```
switch505(config)#service password-encryption
```

#### **4.4.2.9 Объявление области «aud505» динамической раздачи адресов и вход в режим конфигурации dhcp**

1) Задание порта.

```
switch505(config)#ip dhcp pool aud505
```

2) Задание адреса и маски подсети, из которой будет происходить раздача (поскольку один из адресов этой подсети присвоен vlan 2, то все адреса будут раздаваться в пределах этого vlan).

```
switch505(dhcp-config)#network 172.16.5.0 255.255.255.0
```

3) Выход из режима конфигурации dhcp.

```
switch505(dhcp-config)#exit
```

#### **4.4.2.10 Исключение адресов из области динамической раздачи**

Поскольку при объявлении динамической раздачи адресов указывается подсеть, то это значит, что при подключении окончного оборудования на порт, участвующий в динамической раздаче, ему может быть присвоен любой адрес из указанного адресного пространства. Однако, согласно правилам построения и адресации, на сетях есть три категории адресов, которые не могут быть розданы:

- адрес шлюза по умолчанию (в данном случае 172.16.5.0);
- широковещательный адрес (в данном случае 172.16.5.255);
- адреса подсети, назначенные статически определенным портам (в данном случае 172.16.5.9). Следующие команды исключают эти адреса из области динамической раздачи.

```
switch505(config)#ip dhcp excluded-address 172.16.5.0 172.16.5.9
```

```
switch505(config)#ip dhcp excluded-address 172.16.5.255
```

```
Switch505(config)#exit
```

#### **4.4.2.11 Сохранение текущих настроек в память коммутатора**

После внесения изменений в настройки коммутатора и перед окончанием работы с ним обязательно нужно сохранить все изменения, иначе при следующем включении коммутатор будет работать по последним произведенным настройкам.

```
Switch505#copy running-config startup-config
```

#### **4.4.2.12 Создание новой виртуальной локальной подсети**

Создание vlan 3 производится аналогично с vlan 2 с помощью следующих команд.

```
switch505(config)#interface vlan 3
```

```
switch505(config-if)#ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
switch505(config-if)#no shutdown
switch505(config-if)#exit
switch505(config)#interface gigabitEthernet 0/25
switch505(config-if)#switchport mode access
switch505(config-if)#switchport access vlan 3
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan3, changed state to up% Access VLAN does
not exist. Creating vlan 3
switch505(config-if)#exit
```

#### **4.4.2.13 Настройка динамической раздачи адресов для vlan 3**

Настройка динамической раздачи адресов для vlan 3 производится аналогично с vlan 2 с помощью следующих команд.

```
switch505(config)#ip dhcp pool 505to510
switch505(dhcp-config)#network 172.16.10.0 255.255.255.0
switch505(dhcp-config)#exit
switch505(config)#ip dhcp excluded-address 172.16.10.0 172.16.10.9
switch505(config)#ip dhcp excluded-address 172.16.10.255
switch505(config)#exit
Switch505#copy running-config startup-config
```

#### **4.4.2.14 Настройка статической раздачи адресов для vlan 1**

При организации IP-телефонии используются коды прошивки Cisco 2960 (3560, 1900) для выделения портов со статической адресацией для IP-телефонии (видеотелефонии и видео-конференц-связи) и комментарии.

Для организации IP-телефонии со статической раздачей адресов следует убрать привязку портов к vlan 2. В лабораторных целях используются порты Gigabit Ethernet 0/4, 0/5, 0/7, 0/9, 0/19, 0/20, на каждом из которых производятся настройки, приведенные ниже в качестве примера для порта Gigabit Ethernet 0/4.

1) Обращение и вход в режим конфигурации интерфейса, соответствующего физическому порту коммутатора Gigabit Ethernet 0/4.

```
switch505(config)#interface gi0/4
```

2) Снятие с данного порта режима доступа.

```
switch505(config-if)#no switchport mode access
```

3) Снятие доступа к vlan 2 (с этого момента порт коммутатора возвращается в vlan1 и будет доступен для работы с IP-телефонией).

```
switch505(config-if)#switchport access vlan 2
```

4) Выход из режима настройки интерфейса.

```
switch505(config-if)#exit
```

#### 4.4.2.15 Команды коммутатора Cisco 3560

Основные команды коммутатора Cisco 3560 совпадают с командами коммутатора Cisco 2960.

#### 4.4.3 Настройка коммутатора Cisco 2960

Коммутатор Cisco 2960 настраивается аналогично коммутатору Cisco 3560. Ниже приведены коды настройки коммутатора Cisco 2960.

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch#
Switch#conf t
Switch(config)#hostname switch510
Switch510(config)#line console 0
Switch510(config-line)#login
Switch510(config-line)#password 123456
Switch510(config-line)#exit
Switch510(config)#line vty 0 4
Switch510(config-line)#login
Switch510(config-line)#password 123456
Switch510(config-line)#exit
Switch510(config)#enable password 123456
```

*Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.*

```
switch510(config)#interface vlan 3
switch510(config-if)#ip address 172.16.10.2 255.255.255.0
switch510(config-if)#no shutdown
switch510(config-if)#exit
switch510(config)#interface fa0/1
switch510(config-if)#switchport mode access
switch510(config-if)#switchport access vlan 3
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan3, changed state to up%
Access VLAN does not exist. Creating vlan 3
switch510(config-if)#exit
switch510(config)#interface fa0/22
```

```
switch510(config-if)#switchport mode access
switch510(config-if)#switchport access vlan 3
switch510(config-if)#exit
switch510(config)#interface gigabitEthernet 0/25
switch510(config-if)#switchport mode access
switch510(config-if)#switchport access vlan 3
    %LINK-5-CHANGED: Interface Vlan3, changed state to up% Access
    VLAN does not exist. Creating vlan 3
switch510 (config-if)#exit
switch510 (config)#exit
Switch510#copy running-config startup-config
```

#### 4.4.4 Настройка коммутатора Cisco 1900

Первоначальные настройки коммутатора, производящиеся по консольной линии, состоят в определении следующих параметров.

```
Enable password level 1 class
Enable password level 15 cisco
Enable secret cisco
Hostname Lab_505
Ip address 172.16.70.254 255.255.255.0
```

Для настройки пароля, задания имени необходимо выполнить следующие операции.

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
%SYS-5-CONFIG_1: Configured from console by console
Switch#
Switch#conf t
Switch(config)#hostname switch1900
Switch1900(config)#line console 0
Switch1900(config-line)#login
Switch1900(config-line)#password 123456
Switch1900(config-line)#exit
Switch1900(config)#line vty 0 4
Switch1900(config-line)#login
Switch1900(config-line)#password 123456
Switch1900(config-line)#exit
Switch1900(config)#enable password 123456
```

```
Switch1900(config)#exit
```

```
Switch1900#copy running-config startup-config
```

Настройки для организации подсети, производящиеся по telnet или по консольной линии, состоят в определении следующих параметров.

```
vlan 70 name telephony
```

```
int ethernet 0/8
```

```
vlan-membership static 70
```

```
int ethernet 0/16
```

```
vlan-membership static 70
```

```
show vlan
```

Список основных команд коммутатора Cisco 1900 приведен в приложении А.

#### **4.5 Симулятор лабораторной мультисервисной сети**

Для повышения эффективности усвоения материала студентами и контроля их готовности к выполнению лабораторных работ на базе оборудования лабораторной мультисервисной сети используется симулятор данной сети. Симулятор позволяет выбрать сетевую топологию на базе оборудования, использующегося в лабораторных работах, определить для каждого из сетевых устройств коды настройки и автоматически проверить правильность их задания. Предполагается использовать симулятор лабораторной мультисервисной сети на этапе выполнения предварительного задания к каждой лабораторной работе. Студенты, успешно выполнившие предварительное задание на симуляторе, допускаются к работе с оборудованием лабораторной мультисервисной сети.

**ЛАБОРАТОРНЫЙ  
ПРАКТИКУМ**

Библиотека БГУИР



## **Лабораторная работа №1**

### **Организация IP-телефонии в пределах рабочей группы**

**Цель работы:** приобрести навыки по настройке сетевого коммутационного и терминального оборудования для организации IP-телефонии в пределах рабочей группы корпоративной мультисервисной сети (для небольшого числа локализованных пользователей).

#### **Описание лабораторной работы**

Лабораторная работа выполняется на базе кафедральной лабораторной мультисервисной сети. Используются SIP-сервер процессорного выноса Alcatel Omni PCX Enterprise учрежденческой производственной АТС; коммутатор Cisco 1900; компьютер с консольным кабелем для программирования коммутатора Cisco 1900; IP-телефоны Alcatel 4018IP (3 комплекта); компьютер с установленным программным приложением Wireshark анализа сетевого трафика.

#### **Предварительное задание к лабораторной работе**

1. Ознакомиться с разделом 1 и подразделами 2.1 и 3.1 настоящего учебно-методического пособия.
2. Изучить структуру кафедральной лабораторной мультисервисной сети (см. раздел 4) в объеме, достаточном для выполнения лабораторной работы (в соответствии с описанием работы).
3. Ознакомиться с необходимым для выполнения лабораторной работы оборудованием и программным обеспечением в соответствии с ее описанием (см. [5]).
4. Построить программную модель IP-телефонии для рабочей группы, используя симулятор.
5. Сделать заготовку отчета по лабораторной работе, внести в нее: необходимые теоретические данные; характеристики используемого оборудования; структуру используемого фрагмента кафедральной лабораторной мультисервисной сети; результаты программного моделирования IP-телефонии для рабочей группы с использованием симулятора корпоративной мультисервисной сети; коды настройки коммутатора Cisco 1900 и IP-телефонов Alcatel 4018IP для организации IP-телефонии в рабочей группе.

## Порядок выполнения работы и методические указания

1. Подключить к кафедральной лабораторной мультисервисной сети необходимое для выполнения лабораторной работы сетевое, терминальное и компьютерное оборудование.

2. Произвести первичную настройку коммутатора Cisco 1900, используя компьютер с консольным кабелем.

3. Произвести настройку коммутатора Cisco 1900 для организации IP-телефонии в пределах рабочей группы, используя компьютер, подключенный к кафедральной лабораторной мультисервисной сети.

4. Произвести настройку IP-телефонов Alcatel 4018IP.

5. Проверить правильность функционирования IP-телефонии в пределах рабочей группы, используя контрольные вызовы. При непрохождении контрольных вызовов проверить правильность подключения сетевого и терминального оборудования к кафедральной лабораторной мультисервисной сети и исправить возможные ошибки в его настройках.

6. На коммутаторе Cisco 1900 создать зеркало одного из портов, используемых для подключения IP-телефонов. Подключить к зеркальному порту коммутатора компьютер с установленным программным приложением Wireshark анализа сетевого трафика и осуществить мониторинг зеркалируемого порта для исходящего и входящего вызовов при состояниях «свободен» и «занят» вызываемого абонента. Результаты мониторинга сохранить в файлы в текстовом формате. К отчету по лабораторной работе приложить схему захвата трафика и фрагменты данных файлов, соответствующие различным фазам процесса обслуживания вызова, с комментариями, указав смысловое значение команд, передаваемых и принимаемых IP-телефоном.

7. Оформить отчет по лабораторной работе. К отчету приложить уточненную структурную схему используемого фрагмента кафедральной лабораторной мультисервисной сети с указанием используемых адресов и номеров портов, а также уточнения в кодах настройки сетевого и терминального оборудования.

## Контрольные вопросы

1. Факторы, оказывающие влияние на распределения задержек пакетной передачи медиа-данных.
2. Протоколы сети Internet, используемые для IP-телефонии и видео-конференц-связи.
3. Протоколы ITU-T, используемые для IP-телефонии и видео-конференц-связи.
4. Протоколы управления сеансами связи SIP, MGCP, MEGACO/H.248.
5. Технологии обеспечения качества обслуживания в IP-сетях: Diff-Serv, IntServ.
6. Принципы построения корпоративных мультисервисных сетей.

Библиотека БГУИР

## **Лабораторная работа №2**

### **Организация видеотелефонии в пределах рабочей группы**

**Цель работы:** приобрести навыки по настройке сетевого коммутационного и терминального оборудования для организации видеотелефонии на базе протокола IP в пределах рабочей группы корпоративной мультисервисной сети (для небольшого числа локализованных пользователей).

#### **Описание лабораторной работы**

Лабораторная работа выполняется на базе кафедральной лабораторной мультисервисной сети. Используются SIP-сервер процессорного выноса Alcatel Omni PCX Enterprise учрежденческой производственной АТС; коммутатор Cisco 1900; компьютер с консольным кабелем для программирования коммутатора Cisco 1900; мультимедийные компьютеры с установленными программными приложениями видеотелефонии, веб-камерами и микротелефонными гарнитурами (3 комплекта); компьютер с установленным программным приложением Wireshark анализа сетевого трафика.

#### **Предварительное задание к лабораторной работе**

1. Ознакомиться с разделом 1 и подразделами 2.1 и 3.2 настоящего учебно-методического пособия.
2. Изучить структуру кафедральной лабораторной мультисервисной сети (см. раздел 4) в объеме, достаточном для выполнения лабораторной работы (в соответствии с описанием работы).
3. Ознакомиться с необходимым для выполнения лабораторной работы оборудованием и программным обеспечением в соответствии с ее описанием (см. [5]).
4. Построить программную модель видеотелефонии для рабочей группы, используя симулятор.
5. Сделать заготовку отчета по лабораторной работе, внести в нее: необходимые теоретические данные; характеристики используемого оборудования; структуру используемого фрагмента кафедральной лабораторной мультисервисной сети; результаты программного моделирования видеотелефонии для рабочей группы с использованием симулятора корпоративной мультисервисной сети; коды настройки коммутатора Cisco 1900, мультимедийных компьютеров и программных приложений видеотелефонии.

## Порядок выполнения работы и методические указания

1. Подключить к кафедральной лабораторной мультисервисной сети необходимое для выполнения лабораторной работы сетевое, терминальное и компьютерное оборудование.

2. Произвести первичную настройку коммутатора Cisco 1900, используя компьютер с консольным кабелем.

3. Произвести настройку коммутатора Cisco 1900 для организации видеотелефонии в пределах рабочей группы, используя компьютер, подключенный к кафедральной лабораторной мультисервисной сети.

4. Произвести настройку мультимедийных компьютеров и программных приложений видеотелефонии.

5. Проверить правильность функционирования видеотелефонии в пределах рабочей группы, используя контрольные вызовы. При непрохождении контрольных вызовов проверить правильность подключения сетевого и терминального оборудования к кафедральной лабораторной мультисервисной сети и исправить возможные ошибки в его настройках.

6. На коммутаторе Cisco 1900 создать зеркало одного из портов, используемых для подключения мультимедийных компьютеров с программными клиентами видеотелефонии. Подключить к зеркальному порту коммутатора компьютер с установленным программным приложением Wireshark анализа сетевого трафика и осуществить мониторинг зеркалируемого порта для исходящего и входящего вызовов при состояниях «свободен» и «занят» вызываемого абонента. Результаты мониторинга сохранить в файлы в текстовом формате. К отчету по лабораторной работе приложить схему захвата трафика и фрагменты данных файлов, соответствующие различным фазам процесса обслуживания вызова, с комментариями, указав смысловое значение команд, передаваемых и принимаемых программными клиентами видеотелефонии.

7. Оформить отчет по лабораторной работе. К отчету приложить уточненную структурную схему используемого фрагмента кафедральной лабораторной мультисервисной сети с указанием используемых адресов и номеров портов, а также уточнения в кодах настройки сетевого и терминального оборудования.

## **Контрольные вопросы**

1. Факторы, оказывающие влияние на распределения задержек пакетной передачи медиа-данных.
2. Протоколы сети Internet, используемые для IP-телефонии и видео-конференц-связи.
3. Протоколы ITU-T, используемые для IP-телефонии и видео-конференц-связи.
4. Протоколы управления сеансами связи SIP, MGCP, MEGACO/H.248.
5. Характеристики коммутаторов.

Библиотека БГУИР

## **Лабораторная работа №3**

### **Организация видео-конференц-связи в пределах рабочей группы**

**Цель работы:** приобрести навыки по настройке сетевого коммутационного и терминального оборудования для организации видео-конференц-связи на базе протокола IP в пределах рабочей группы корпоративной мультисервисной сети (для небольшого числа локализованных пользователей).

#### **Описание лабораторной работы**

Лабораторная работа выполняется на базе кафедральной лабораторной мультисервисной сети. Используются SIP-сервер процессорного выноса Alcatel Omni PCX Enterprise учрежденческой производственной АТС; коммутатор Cisco 1900; компьютер с консольным кабелем для программирования коммутатора Cisco 1900; мультимедийные компьютеры с установленными программными приложениями видео-конференц-связи, веб-камерами и микротелефонными гарнитурами (четыре комплекта); компьютер с установленным программным приложением Wireshark анализа сетевого трафика.

#### **Предварительное задание для лабораторной работы**

1. Ознакомиться с разделом 1 и подразделами 2.1 и 3.3 настоящего учебно-методического пособия.
2. Изучить структуру кафедральной лабораторной мультисервисной сети (см. раздел 4) в объеме, достаточном для выполнения лабораторной работы (в соответствии с описанием работы).
3. Ознакомиться с необходимым для выполнения лабораторной работы оборудованием и программным обеспечением в соответствии с ее описанием (см. [5]).
4. Построить программную модель видео-конференц-связи для рабочей группы, используя симулятор.
5. Сделать заготовку отчета по лабораторной работе, внести в нее: необходимые теоретические данные; характеристики используемого оборудования; структуру используемого фрагмента кафедральной лабораторной мультисервисной сети; результаты программного моделирования видео-конференц-связи для рабочей группы с использованием симулятора корпоративной мультисервисной сети; коды настройки коммутатора Cisco 1900, мультимедийных компьютеров и программных приложений видео-конференц-связи.

## Порядок выполнения работы и методические указания

1. Подключить к кафедральной лабораторной мультисервисной сети необходимое для выполнения лабораторной работы сетевое, терминальное и компьютерное оборудование.

2. Произвести первичную настройку коммутатора Cisco 1900, используя компьютер с консольным кабелем.

3. Произвести настройку коммутатора Cisco 1900 для организации видео-конференц-связи в пределах рабочей группы, используя компьютер, подключенный к кафедральной лабораторной мультисервисной сети.

4. Произвести настройку мультимедийных компьютеров и программных приложений видео-конференц-связи.

5. Проверить правильность функционирования видео-конференц-связи в пределах рабочей группы, используя контрольные сеансы видео-конференц-связи. При сбоях контрольных сеансов проверить правильность подключения сетевого и терминального оборудования к кафедральной лабораторной мультисервисной сети и исправить возможные ошибки в его настройках.

6. На коммутаторе Cisco 1900 создать зеркало одного из портов, используемых для подключения мультимедийных компьютеров с программными клиентами видео-конференц-связи. Подключить к зеркальному порту коммутатора компьютер с установленным программным приложением Wireshark анализа сетевого трафика и осуществить мониторинг зеркалируемого порта для исходящего и входящего вызовов при состояниях «свободен» и «занят» вызываемого абонента, а также для различных этапов организации сеанса видео-конференц-связи. Результаты мониторинга сохранить в файлы в текстовом формате. К отчету по лабораторной работе приложить схему захвата трафика и фрагменты данных файлов, соответствующие различным фазам процесса обслуживания вызова и организации видео-конференц-связи, с комментариями, указав смысловое значение команд, передаваемых и принимаемых программными клиентами видео-конференц-связи.

7. Оформить отчет по лабораторной работе. К отчету приложить уточненную структурную схему используемого фрагмента кафедральной лабораторной мультисервисной сети с указанием используемых адресов и номеров портов, а также уточнения в кодах настройки сетевого и терминального оборудования.



## **Контрольные вопросы**

1. Факторы, оказывающие влияние на распределения задержек пакетной передачи медиа-данных.
2. Протоколы сети Internet, используемые для IP-телефонии и видео-конференц-связи.
3. Устройство IP-телефона.
4. Аппаратные IP-телефоны.
5. Программные средства IP-телефонии.

Библиотека БГУИР

## **Лабораторная работа №4**

### **Организация IP-телефонии в корпоративной сети**

**Цель работы:** приобрести навыки по настройке сетевого коммутационного и терминального оборудования для организации телефонии, видеотелефонии и видео-конференц-связи на базе протокола IP в корпоративной мультисервисной сети (для большого числа распределенных пользователей).

#### **Описание лабораторной работы**

Лабораторная работа выполняется на базе кафедральной лабораторной мультисервисной сети. Используются SIP-сервер процессорного выноса Alcatel Omni PCX Enterprise учрежденческой производственной АТС; коммутаторы Cisco 1900, Cisco 2960 и Cisco 3560; компьютер с консольным кабелем для программирования коммутаторов Cisco; IP-телефоны Alcatel 4018IP (3 комплекта); мультимедийные компьютеры с установленными программными приложениями видеотелефонии и видео-конференц-связи, веб-камерами и микротелефонными гарнитурами (4 комплекта).

#### **Предварительное задание для лабораторной работы**

1. Ознакомиться с разделами 1–3 настоящего методического пособия.
2. Изучить структуру кафедральной лабораторной мультисервисной сети (см. раздел 4) в объеме, достаточном для выполнения лабораторной работы (в соответствии с описанием работы).
3. Ознакомиться с необходимым для выполнения лабораторной работы оборудованием и программным обеспечением в соответствии с ее описанием.
4. Построить программную модель IP-телефонии для корпоративной мультисервисной сети, используя симулятор.
5. Сделать заготовку отчета по лабораторной работе, внести в нее: необходимые теоретические данные; характеристики используемого оборудования; структуру используемого фрагмента кафедральной лабораторной мультисервисной сети; результаты программного моделирования IP-телефонии для корпоративной мультисервисной сети с использованием симулятора; коды настройки коммутаторов Cisco 1900, Cisco 2960, Cisco 3560, IP-телефонов Alcatel 4018IP, мультимедийных компьютеров и программных приложений видеотелефонии и видео-конференц-связи.

## **Порядок выполнения работы и методические указания**

1. Подключить к кафедральной лабораторной мультисервисной сети необходимое для выполнения лабораторной работы сетевое, терминальное и компьютерное оборудование.

2. Произвести первичную настройку коммутаторов Cisco 1900, Cisco 2960 и Cisco 3560, используя компьютер с консольным кабелем.

3. Произвести настройку коммутаторов Cisco 1900, Cisco 2960 и Cisco 3560 для организации IP-телефонии в корпоративной мультисервисной сети, используя подключенный к ней компьютер.

4. Произвести настройку IP-телефонов Alcatel 4018IP, мультимедийных компьютеров и программных приложений видеотелефонии и видео-конференц-связи.

5. Проверить правильность функционирования телефонии, видеотелефонии и видео-конференц-связи на базе протокола IP в корпоративной мультисервисной сети, используя контрольные вызовы и сеансы видео-конференц-связи. При непрохождении контрольных вызовов и сбоях контрольных сеансов видео-конференц-связи проверить правильность подключения сетевого и терминального оборудования к кафедральной лабораторной мультисервисной сети и исправить возможные ошибки в его настройках.

6. Оформить отчет по лабораторной работе. К отчету приложить уточненную структурную схему используемого фрагмента кафедральной лабораторной мультисервисной сети с указанием используемых адресов и номеров портов, а также уточнения в кодах настройки сетевого и терминального оборудования.

## **Контрольные вопросы**

1. Факторы, оказывающие влияние на распределения задержек пакетной передачи медиа-данных.

2. Протоколы сети Internet, используемые для IP-телефонии и видео-конференц-связи.

3. Протоколы ITU-T, используемые для IP-телефонии и видео-конференц-связи.

4. Настройка коммутатора для обеспечения IP-телефонии.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(справочное)

**Основные команды коммутатора CISCO 1900**

<b>Команда</b>	<b>Комментарий</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
?	Показать доступные команды
Address?	Проверить правописание команды
Enable	Перейти в привилегированный режим
Configure terminal	Перейти в режим глобальной конфигурации
Banner motd #Hello!#	Установить баннер
Show run	Показать текущие конфигурации
Delete nvram	Удалить конфигурации
Show version	Просмотреть основную информацию о коммутаторе
Sh port system	Просмотреть тип коммутатора
Switching-mode store-and-forward	Изменить тип LAN
Disable	Выйти из привилегированного режима
End	Выйти из режима глобальной конфигурации
Menu	Доступ в главное меню консоли
Reload	Перезагрузить коммутатор или модуль
Enable password level 1 class	Установить пароль на вход
Enable password level 15 cisco	Установить пароль на доступ в привилегированный режим
Enable secret cisco	Установить зашифрованный пароль
Hostname Lab_505	Установить имя хоста
Show ip	Просмотреть IP-конфигурацию на коммутаторе
Ip address 192.168.0.34 255.255.255.0	Установить IP-адрес
Default gateway 192.168.1.1 255.255.255.0	Установить адрес шлюза
int ethernet 0/1	Переключиться в интерфейс Ethernet 0/1
Int fastethernet 0/26	Переключиться в интерфейс FastEthernet 0/26

1	2
Show int	Просмотреть информацию об интерфейсах
Description to_501	Установить описание интерфейса
Duplex full	Установить порт в режим полного дуплекса
Shutdown	Отключить интерфейс
Ping 172.16.70.23	Пинговать подключенный компьютер
Show usage	Просмотреть загрузку
vlan 2 name marketing	Создать VLAN
show vlan	Проверить конфигурацию VLAN
vlan-membership static 2	Присоединить порт к VLAN
sh vlan 2	Показать информацию о VLAN
show vlan-membership	Показать порты с привязкой к VLAN
trunk on	Активировать транк
no trunk-vlan 5	Удалить VLAN из транка
sh trunk a allowed-vlans	Просмотреть VLAN, разрешенные для транкинга
vlan-membership static 1	Добавить VLAN в транк

## ЛИТЕРАТУРА

1. Телекоммуникационные системы и сети : учеб. пособ. В 3 т. Т. 3 : Мультисервисные сети / В. В. Величко [и др.] ; под ред. В. П. Шувалова. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005.
2. IP-Телефония / В. С. Гольдштейн [и др.]. – М. : Радио и связь, 2001.
3. Столлингс, В. Современные компьютерные сети / В. Столлингс. – СПб. : Питер, 2003.
4. Stallings, W. High-Speed Networks TCP/IP And ATM Design Principles / W. Stallings. – Prentice-Hall Inc., 1998.
5. Конопелько, В. К. Измерение и анализ трафика IP-телефонии : метод. пособие / В. К. Конопелько, С. М. Лапшин, В. Ю. Цветков. – Минск : БГУИР, 2010.

Библиотека БГУИР

*Учебное издание*

**Астровский Иван Иванович**  
**Цветков Виктор Юрьевич**  
**Борискевич Илья Анатольевич**

**ПРОТОКОЛЫ И СИСТЕМЫ  
IP-ТЕЛЕФОНИИ И ВИДЕО-КОНФЕРЕНЦ-СВЯЗИ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *А. К. Петрашкевич*  
Корректор *Е. Н. Батурчик*

Компьютерная правка, оригинал-макет *Е. Д. Степусь*

Подписано в печать. 06.03.2017 г. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 5,23. Уч.-изд. л. 4,5. Тираж 30 экз. Заказ 79.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014.

№2/113 от 07.04.2014, №3/015 от 07.04.2014.

ЛП №02330/264 от 14.04.2014.

220013, Минск, П. Бровки, 6