

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

Кафедра сетей и устройств телекоммуникаций

**В. Ю. Цветков, С. М. Лапшин, Е. И. Тихомирова**

# ***IP-ТЕЛЕФОНИЯ В КОРПОРАТИВНОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ***

Лабораторный практикум  
по курсу

«Цифровая коммутация каналов, пакетов и IP-телефония»  
для студентов специальности

«Системы распределения мультимедийной информации»  
всех форм обучения

Минск БГУИР 2013

УДК 621.395.31(076)  
ББК 32.882-5я73  
Ц27

Рецензент:  
доцент кафедры защиты информации  
учреждения образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»,  
кандидат технических наук В. П. Ширинский

**Цветков, В. Ю.**

Ц27 IP-телефония в корпоративной мультисервисной сети : лаб. практикум по курсу «Цифровая коммутация каналов, пакетов и IP-телефония» для студ. спец. «Системы распределения мультимедийной информации» всех форм обуч. / В. Ю. Цветков, С. М. Лапшин, Е. И. Тихомирова. – Минск : БГУИР, 2013. – 52 с. : ил.  
ISBN 978-985-488-744-9.

Рассмотрены принципы организации IP-телефонии в корпоративных мультисервисных сетях.

Предназначено для студентов специальности «Системы распределения мультимедийной информации» всех форм обучения. Может быть использовано при курсовом и дипломном проектировании.

**УДК 621.395.31(076)**  
**ББК 32.882-5я73**

**ISBN 978-985-488-744-9**

© Цветков В. Ю., Лапшин С. М., Тихомирова Е. И., 2013  
© УО «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники», 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>1. IP-телефония, видеотелефония и видео-конференц-связь в корпоративных сетях</b> .....	6
1.1. Технология VLAN в корпоративных сетях .....	6
1.2. Особенности построения корпоративных сетей .....	7
<b>2. Коммутационное оборудование Cisco для IP-телефонии</b> .....	8
2.1. Коммутатор Cisco 1900 .....	8
2.2. Коммутатор Cisco 2960 .....	12
2.3. Коммутатор Cisco 3560 .....	16
<b>3. Терминальное оборудование IP-телефонии</b> .....	19
3.1. Устройство и функции IP-телефона .....	19
3.2. IP-телефон Alcatel 4018 IP Touch .....	21
3.3. Терминал видеотелефонии на базе программного клиента X-Lite ..	24
3.4. Терминал видео-конференц-связи на базе программного клиента Eyebeam .....	26
3.5. Терминал видео-конференц-связи на базе программного клиента Vria .....	27
<b>4. IP-телефония в лабораторной мультисервисной сети</b> .....	30
4.1. Структура лабораторной мультисервисной сети .....	30
4.2. Телефонные сервисы в лабораторной мультисервисной сети .....	31
4.3. Эмуляция корпоративной IP-телефонии в лабораторной мультисервисной сети .....	32
4.4. Настройка оборудования для организации корпоративной IP-телефонии в лабораторной мультисервисной сети .....	33
4.5. Симулятор лабораторной мультисервисной сети .....	42
<b>5. Лабораторная работа №1. Организация IP-телефонии в пределах рабочей группы</b> .....	43
5.1. Цель работы .....	43
5.2. Описание лабораторной работы .....	43
5.3. Предварительное задание к лабораторной работе .....	43
5.4. Порядок выполнения работы и методические указания .....	43
5.5. Контрольные вопросы .....	44
<b>6. Лабораторная работа №2. Организация видеотелефонии в пределах рабочей группы</b> .....	45
6.1. Цель работы .....	45
6.2. Описание лабораторной работы .....	45
6.3. Предварительное задание к лабораторной работе .....	45
6.4. Порядок выполнения работы и методические указания .....	45
6.5. Контрольные вопросы .....	46

<b>7. Лабораторная работа №3. Организация видео-конференц-связи в пределах рабочей группы.</b> .....	47
7.1. Цель работы .....	47
7.2. Описание лабораторной работы .....	47
7.3. Предварительное задание к лабораторной работе .....	47
7.4. Порядок выполнения работы и методические указания .....	47
7.5. Контрольные вопросы .....	48
<b>8. Лабораторная работа №4. Организация IP-телефонии в корпоративной сети</b> .....	49
8.1. Цель работы .....	49
8.2. Описание лабораторной работы .....	49
8.3. Предварительное задание к лабораторной работе .....	49
8.4. Порядок выполнения работы и методические указания .....	49
8.5. Контрольные вопросы .....	50
<b>Литература</b> .....	51
<b>Приложение. Основные команды коммутатора Cisco 1900.</b> .....	52

## Введение

В современных телекоммуникациях термин «IP-телефония» относится к достаточно обширному набору сетевых сервисов, среди которых основными являются телефонные и видеотелефонные соединения «точка – точка», а также многоточечные телефонные и видеотелефонные соединения (речевая и видео-конференц-связь). Эти сервисы получили в настоящее время достаточно широкое распространение. В настоящее время существуют две возможности организации телефонных сервисов на предприятии – на базе телефонной сети, включающей учрежденческую производственную АТС, телефонную разводку и оконечные терминалы, или на базе компьютерной сети, включающей коммутационное, маршрутизирующее, серверное оборудование и терминальное оборудование (мультимедийные компьютеры, укомплектованные микротелефонными гарнитурами и web-камерами, и IP-телефоны), структурированную кабельную систему. Практика показывает, что второй подход является более гибким и обеспечивает существенно меньшие капитальные и эксплуатационные затраты.

Целью данного методического пособия является формирование представления о принципах организации и функционирования телефонных сервисов на предприятии, получение студентами практических навыков по настройке сетевых и оконечных устройств IP-телефонии.

# 1. IP-ТЕЛЕФОНИЯ, ВИДЕОТЕЛЕФОНИЯ И ВИДЕО-КОНФЕРЕНЦ-СВЯЗЬ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ

## 1.1. Технология VLAN в корпоративных сетях

На современном этапе развития в корпоративных мультисервисных сетях все большее распространения 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, как будто они размещены в своей независимой сети, даже если они находятся в общей инфраструктуре с другими VLAN. Используя VLAN, 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, т. е. 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, и каждый порт в VLAN должен быть «привязан» к виртуальной сети. Порт коммутатора, который привязан к одной виртуальной сети, 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 упрощает управление сетью.

## **1.2. Особенности построения корпоративных сетей**

Компьютеры пользователей не могут быть объединены в сеть без использования дополнительного оборудования. Чаще всего для этих целей 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) всех узлов 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 3-го 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.

## 2. КОММУТАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ CISCO ДЛЯ IP-ТЕЛЕФОНИИ

В свое время для организации IP-телефонии широкое распространение получили коммутаторы Cisco 1900, Cisco 2960 и Cisco 3560. В данном разделе приводятся технические характеристики этих коммутаторов.

### 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 (рис. 2.1). В табл. 2.1 приведены основные технические характеристики для различных модификаций серии коммутаторов Cisco Catalyst 1900.



Рис. 2.1. Коммутатор Cisco Catalyst 1900

Таблица 2.1

Основные технические характеристики коммутаторов Cisco 1900

Модели коммутаторов	Порты	Кол-во адресов MAC
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
Catalyst 1912C	12 портов 10BaseT, 1 порт 100BaseTX, 1 порт 100BaseFX, 1 порт AUI	1024



### **2.1.1. Основные возможности коммутаторов Cisco Catalyst 1900**

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. Лучшие в своем классе, эти коммутаторы идеально подходят для подключения Ethernet-групп и пользователей к серверам и магистралям по каналам Fast Ethernet, FDDI или ATM. Коммутаторы серии 1900 оптимальным образом подходят для подключения устройств с интерфейсами 10 Мбит/с к скоростным магистралям 100 Мбит/с. Они поддерживают расширение конфигурации программного обеспечения.

### **2.1.2. Преимущества коммутаторов Cisco Catalyst 1900**

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 двух портов 100BASE-TX/100BASE-FX, обеспечивающих максимальную гибкость в конфигурации высокоскоростных соединений;
- наличие 1-го порта AUI для подключения оптоволоконной или сети 10Base2 или 10Base5;
- поддержка архитектуры с разделяемой памятью для буфера пакетов (3 МВ), 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.

### ***2.1.3. Безопасность и дублирование на базе Cisco Catalyst 1900***

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;
- (опционально) дублирующую систему питания Cisco 600 Вт, включающую запасной источник питания для четырех устройств для повышения надежности и увеличения времени непрерывной работы сети;
- многоуровневую систему безопасности при доступе через консольный порт, что не позволяет неавторизованным пользователям изменять конфигурацию коммутатора.

### ***2.1.4. Управление коммутаторами Cisco Catalyst 1900***

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 web-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.

#### **2.1.5. Техническая спецификация коммутаторов Cisco Catalyst 1900**

Коммутаторы 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.

#### **2.1.6. Поддерживаемые стандарты коммутаторами Cisco Catalyst 1900**

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.

#### **2.1.7. Разъемы и кабели для коммутаторов Cisco Catalyst 1900**

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 рис. 2.2 представлен внешний вид различных модификаций коммутаторов Cisco Catalyst 2960.



Рис. 2.2. Коммутаторы Cisco Catalyst 2960

### **2.2.1. Особенности коммутаторов Cisco 2960**

Коммутаторы Cisco Catalyst 2960 поддерживают следующие функции:

- 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 восстановление в случае проблем, резервные источники питания);
- легкая настройка коммутатора (приложение Cisco Network Assistant предназначено для упрощения настройки, обновлений и диагностики).

### **2.2.2. Функции коммутаторов Cisco 2960**

Коммутаторы Cisco Catalyst 2960 реализуют 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.

В табл. 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>
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
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

### **2.2.3. Техническая спецификация коммутаторов Cisco Catalyst 2960**

В табл. 2.3 приведена базовая спецификация коммутаторов Cisco Catalyst 2960.

## 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 flash-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	16 Gbps
Переменные(AC): входное напряжение(В) и ток (А)	100-240В AC (auto-ranging), 1,3-0,8А
Постоянные(DC): входное напряжение (В) и ток (А)	+12В, 5А
Время наработки на отказ (MTBF), ч	280 271
Максимальная потребляемая мощность, Вт	45
Уровень шума, дБА	40
Размеры (В x Ш x Г), см	4,4 x 44,5 x 23,6
Вес, кг	3,6

**2.2.4. Особенности коммутаторов Cisco Catalyst 2960**

Коммутаторы Cisco Catalyst 2960 поддерживают следующие функции:

- 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 флэш-памяти, что позволяет быстро подключить устройство к сети при минимальном вмешательстве пользователя;
- поддержка VLAN-транков, которые могут быть настроены на любом порту 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.

### **2.2.5. Сетевая безопасность на базе коммутаторов Cisco Catalyst 2960**

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 неклиентам 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 рис. 2.3 представлен внешний вид различных модификаций коммутаторов Cisco Catalyst 3560.

#### 2.3.1. Общие характеристики 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.

Сравнительные характеристики моделей представлены в табл. 2.4.



Рис. 2.3. Коммутаторы Cisco Catalyst 3560

Таблица 2.4

Характеристики моделей коммутаторов Cisco 3560

Модель	Количество и тип портов
1	2
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



1	2
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

### 2.3.2. Особенности коммутаторов Cisco Catalyst 3560

Коммутаторы Cisco Catalyst 3560 имеют следующие особенности:

1. 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).

2. Высокоуровневая безопасность: поддержка протокола 802.1x, функциональности IBNS (Identity-Based Networking Services), списков доступа для трафика, коммутируемого на втором уровне (VLAN ACL), на третьем и четвертом 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

### 2.3.3. Техническая спецификация коммутаторов Cisco Catalyst 3560

В табл. 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>
Количество портов Fast Ethernet 10/100 TX	48
Количество портов Gigabit Ethernet SFP	4
Пропускная способность, Гбит/с	17,6
Производительность маршрутизации, млн пакетов/с	13,1
Тип транков VLAN	802.1q, ISL
Тип ПО	EMI*
Объем flash-памяти, Мбайт	32
Объем ОЗУ, Мбайт	128
Размеры (В x Ш x Г), см	4,4 x 44,5 x 30,1
Вес, кг	4,1
Время наработки на отказ (MTBF), ч	280 900
Уровень шума, дБА	42

### 3. ТЕРМИНАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ IP-ТЕЛЕФОНИИ

В качестве терминального оборудования IP-телефонии могут использоваться специализированные аппаратные средства (IP-телефоны и видеотелефоны, терминалы видео-конференц-связи, укомплектованные видеокодеками) и мультимедийные компьютеры, укомплектованные программным приложением IP-телефонии, видеотелефонии или видео-конференц-связи, микротелефонной гарнитурой и web-камерой при необходимости. Основными достоинствами первого подхода являются автономность (для работы с устройством необходимо подать электропитание, подключить его к сети и задать несколько простых параметров, таких как, например, его IP-адрес и маска подсети, IP-адреса SIP-сервера и шлюза), мобильность (устройство является компактным и может быть мобильным, укомплектованным радио-интерфейсом) и надежность (на функционирование устройства не влияют сетевые атаки и вирусы, для него не характерны перегрузки и сбои программного обеспечения). Второй 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 (рис. 3.1):

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

Интерфейс пользователя обеспечивает реализацию традиционных функций телефона. Как минимум, это клавиатуры для набора номера (кнопки 0-9, \*, #) и звуковой индикатор 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 др. 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.

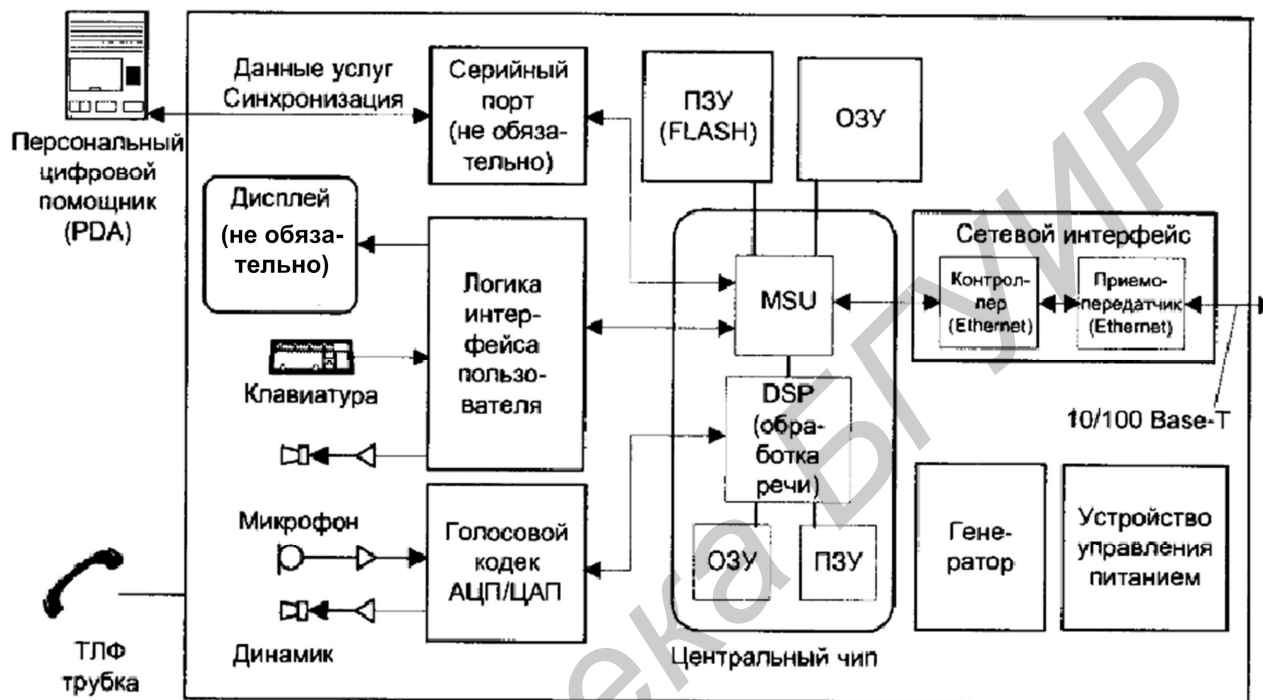


Рис. 3.1. Структура IP-телефона

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. Он 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 флэш-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 web-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 (рис. 3.2). Возможны два способа назначения сетевых параметров IP-телефона Alcatel 4018 IP Touch: динамический и статический.

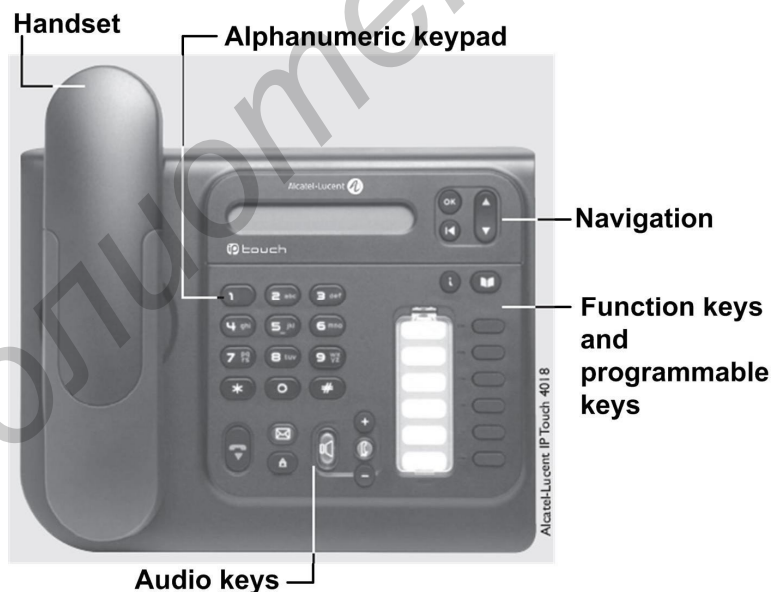


Рис. 3.2. IP-телефон Alcatel 4018 IP Touch

#### 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.

### 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 рис. 3.3 – 3.5 представлены мнемоники клавиш IP-телефона и комментарии к ним.

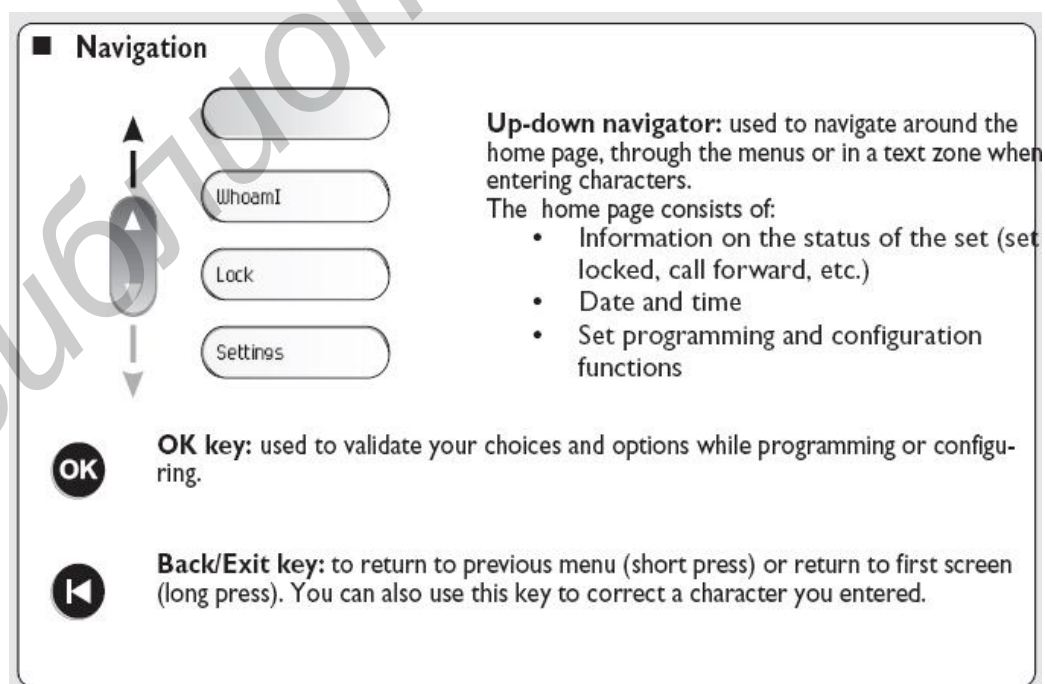


Рис. 3.3. Описание группы «Navigation» клавиш IP-телефона Alcatel 4018 IP Touch

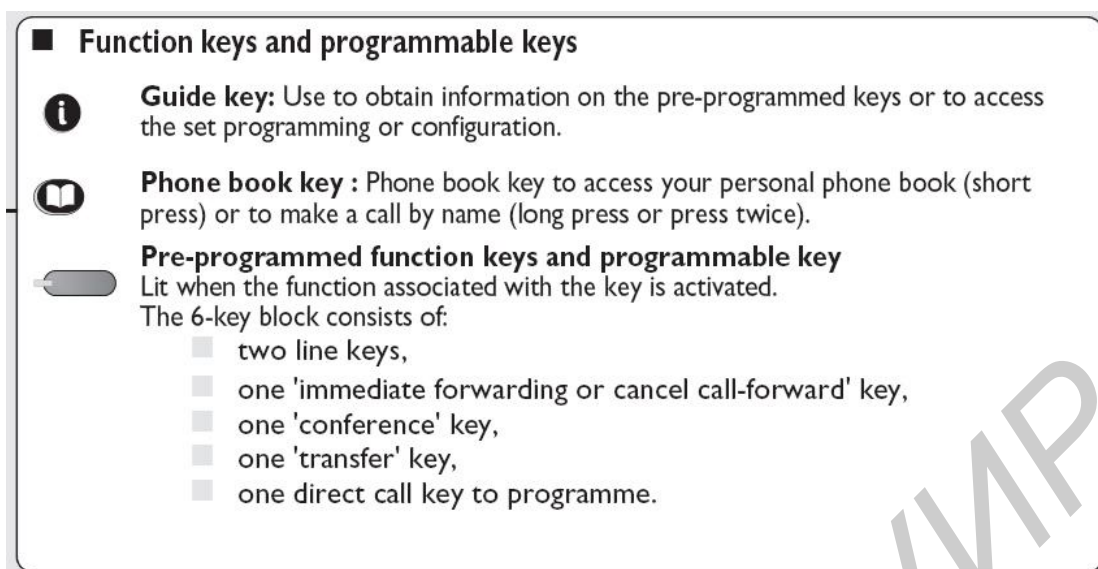


Рис. 3.4. Описание группы «Function keys and programmable keys» клавиш IP-телефона Alcatel 4018 IP Touch

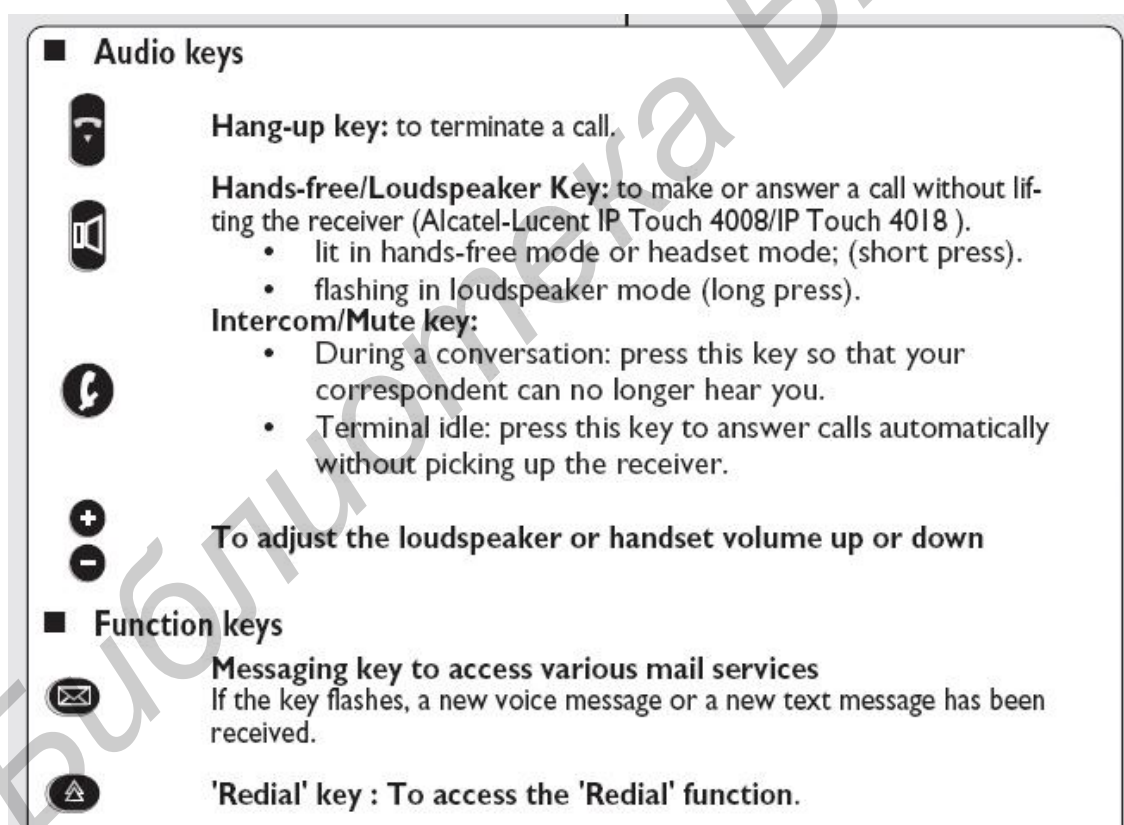


Рис. 3.5. Описание группы «Audio keys» клавиш IP-телефона Alcatel 4018 IP Touch

Для просмотра установленных параметров необходимо зайти в меню телефона (Menu Page) и выбрать последовательно следующие пункты: «Settings», «Parametrs»; «IP-Parametrs». 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 это меню 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 IP Mode Dynamic / IP Mode Static меню 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 рис. 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.*





Рис. 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.

Eyebeam софтфон 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 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 стандарта SIP;
- поддержка STUN и ICE NAT обходов (XTunnels для обхода брандмауэра);
- поддержка DTMF (RFC 2833, внутриволнового DTMF или SIP INFO сообщений).

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 подразд. 3.3. Сконфигурировав параметры сетевой карты соответствующим образом, можно переходить к настройке аккаунта пользователя в приложении. Для этого необходимо обязательно 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 рис. 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» (рис. 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 софтвером (латинскими буквами).

7. В поле Authorization name введите номер авторизации.

8. В разделе Domain proxy установите галочку Register with domain and receive inbound calls. Выберите Send outbound via: Target Domain.

9. Нажмите OK.

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.

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.



Рис. 3.7. Интерфейс программного клиента CounterPath Vria

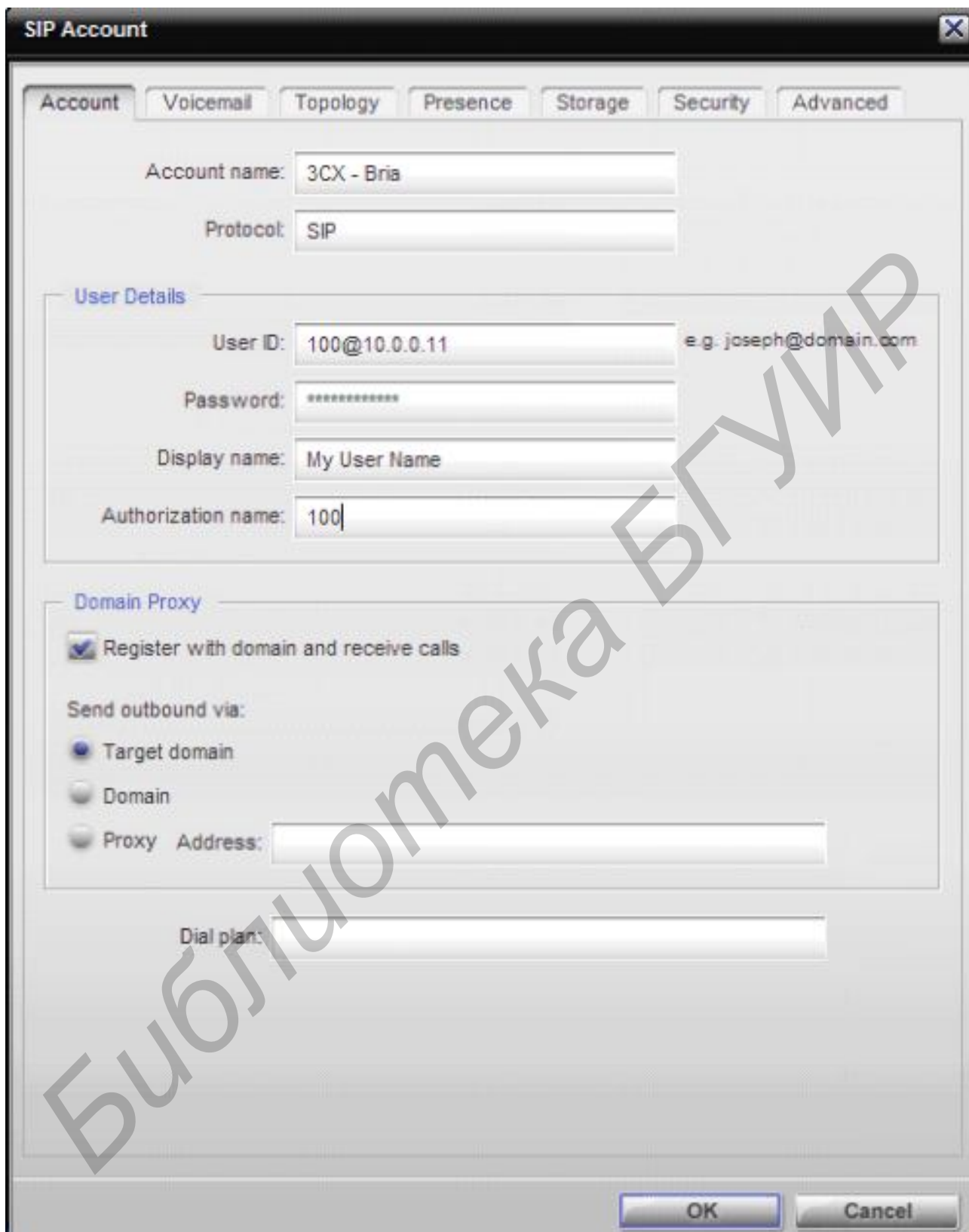


Рис. 3.8. Окно «SIP account settings» программного клиента CounterPath Bria

## 4. IP-ТЕЛЕФОНИЯ В ЛАБОРАТОРНОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ

### 4.1. Структура лабораторной мультисервисной сети

В январе 2010 года на кафедре «Сети и устройства телекоммуникаций» завершилось строительство кафедральной лабораторной мультисервисной сети (рис. 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; 4 управляемых коммутатора D-Link; 13 IP-телефонов Alcatel 4018IP; 13 ISDN-телефонов Alcatel 4019; аналоговые телефонные аппараты; мультимедийные компьютеры, укомплектованные микротелефонными гарнитурами и web-камерами, различные серверы (DNS, почтовые, файловые, контроля доступа, управления, баз данных, биллинга), аппаратные и программные сетевые экраны.

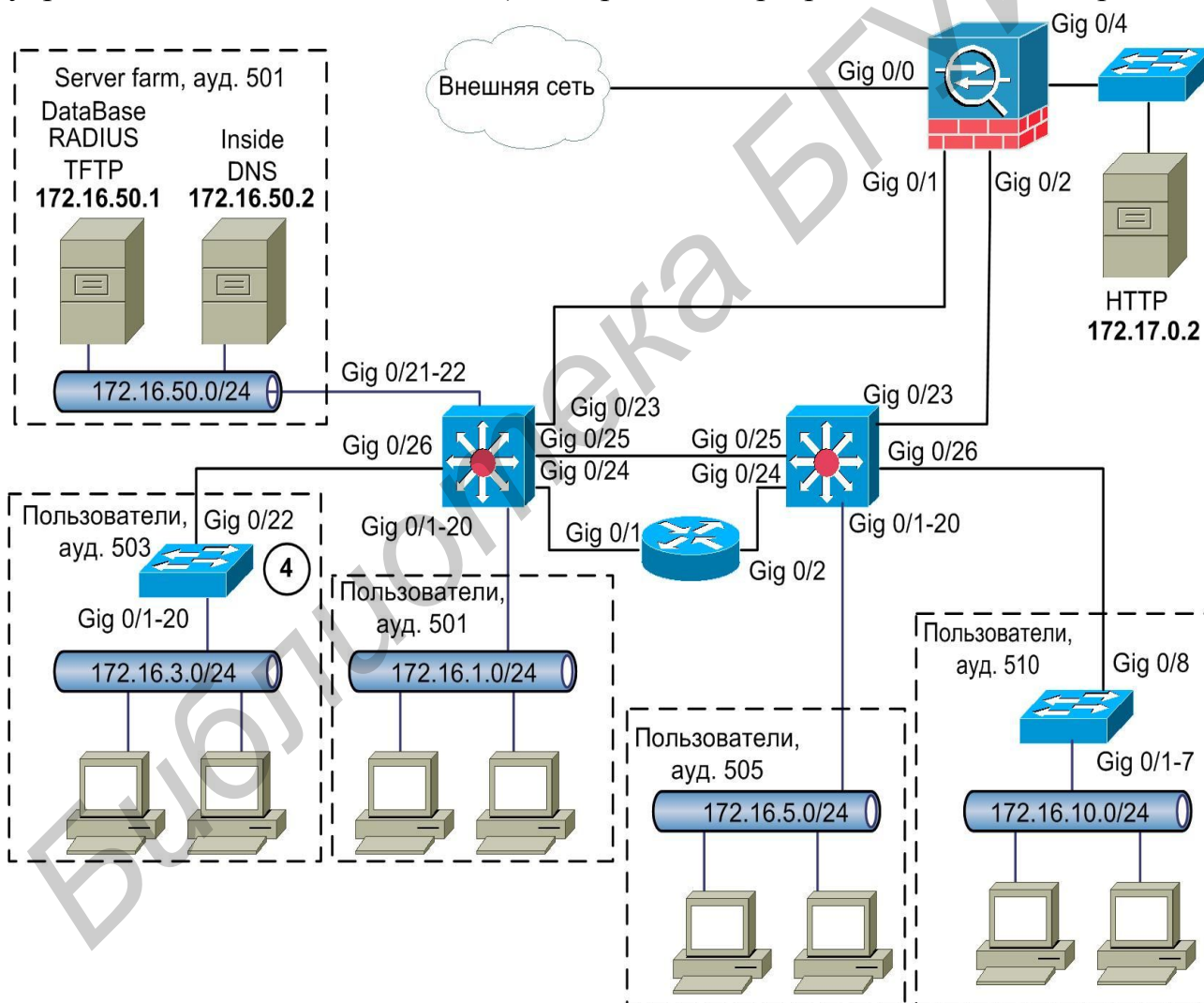


Рис. 4.1. Физическая структура лабораторной мультисервисной сети

Лабораторная мультисервисная сеть поддерживает наиболее распространенные сетевые интерфейсы и протоколы и позволяет подключать к сети разнообразное терминальное оборудование. Сеть ориентирована на изучение современ-

ных 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 «Сети и устройства 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 (рис. 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 достаточно сложные сетевые топологии за счет перенастройки сетевого коммутационного ядра.

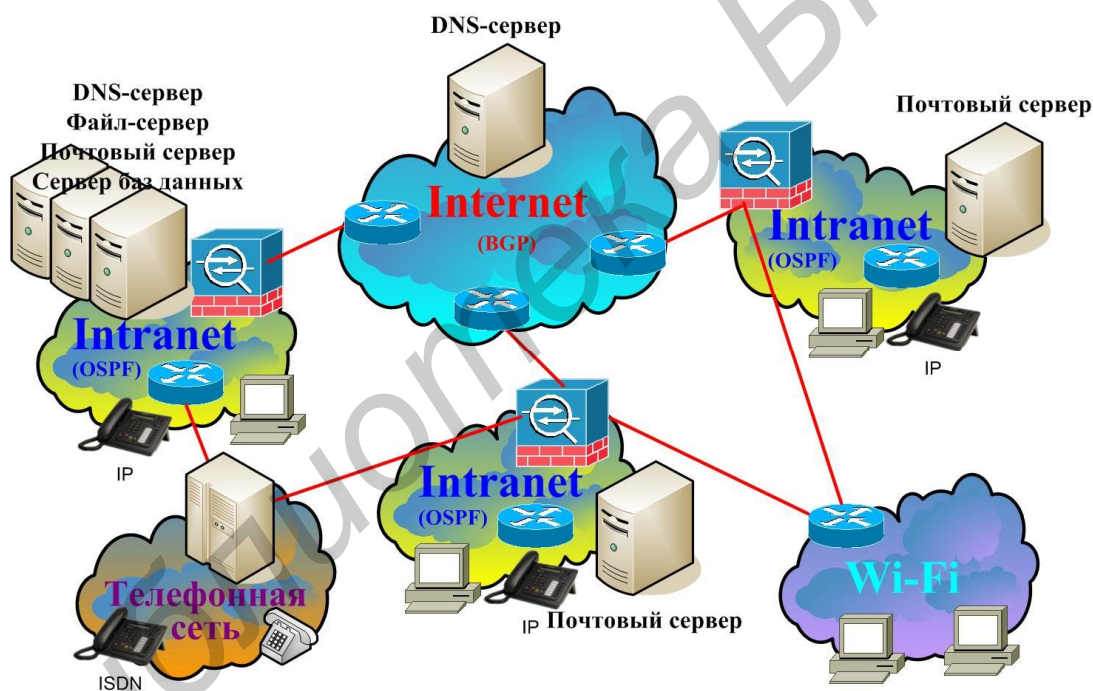


Рис. 4.2. Логическая структура лабораторной мультисервисной сети

#### 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 си-

туацию, 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 рис. 4.3.

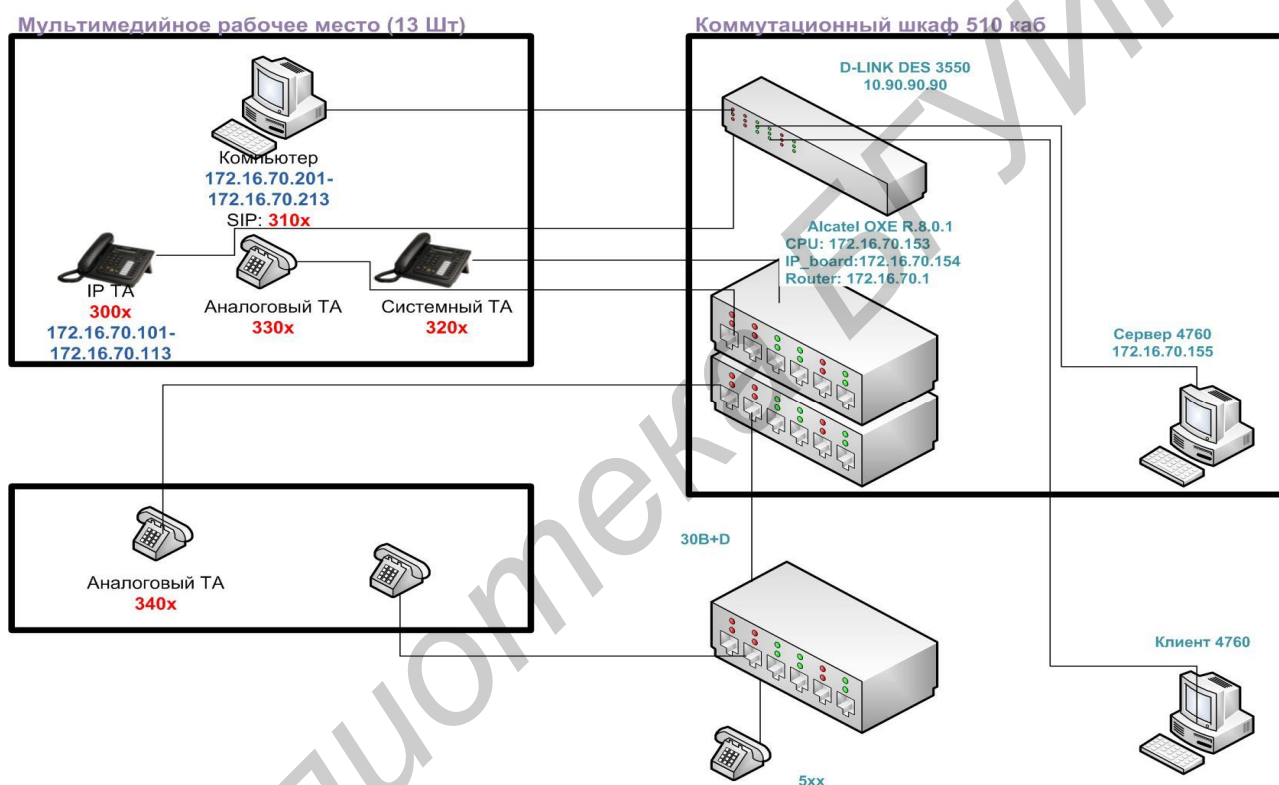


Рис. 4.3. Фрагмент кафедральной лабораторной мультисервисной сети

### 4.3. Эмуляция корпоративной 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 них является IP-телефония.

Схема эмуляции корпоративной IP-телефонии в лабораторной мультисервисной сети представлена на рис. 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 мультиме-



дейные компьютеры, укомплектованные клиентским программным обеспечением IP-телефонии и видео-конференц-связи, и IP-телефоны Alcatel 4018IP.

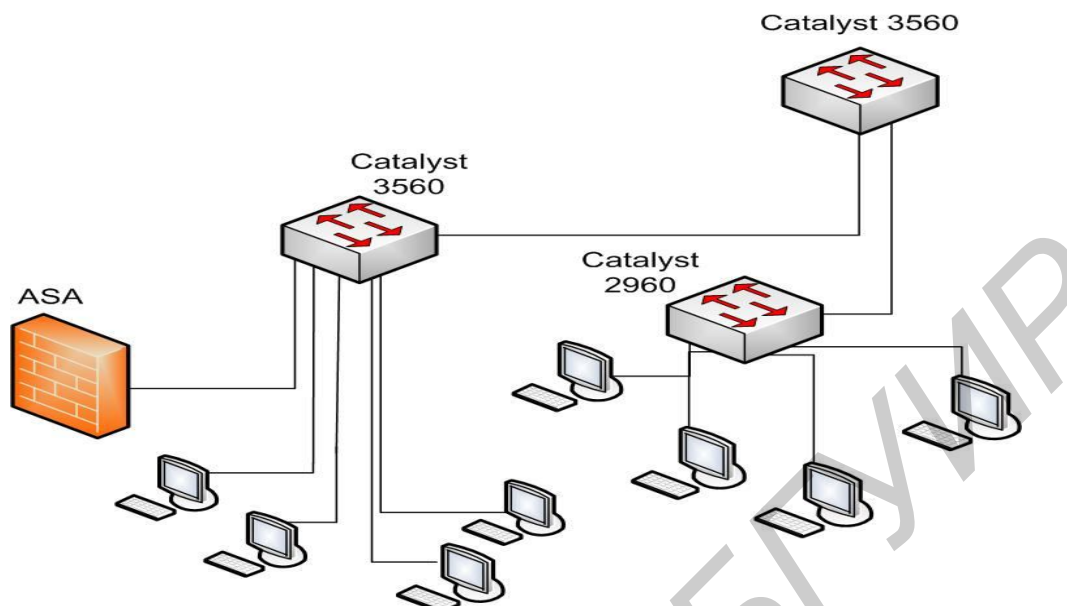


Рис. 4.4. Эмулятор корпоративной IP-телефонии на базе лабораторной мультисервисной сети

#### 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. рис. 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 рис. 4.5 показан вид передней и задней панелей коммутатора. У данного коммутатора 48 портов 10/100 Ethernet (могут работать на 10 Мбит/с и 100 Мбит/с в зависимости от того, какую скорость поддерживает устройство, подключенное к нему на данный 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. Если посмотреть на заднюю панель 1 коммутатора, то можно обнаружить еще два разъема. Один для подключения кабеля питания 220 В 2, второй с надписью CONSOLE 3. Этот порт будет использоваться нами для первоначальной настройки коммутатора.

Если посмотреть на заднюю панель (рис. 4.5, б) коммутатора, то можно обнаружить еще два разъема. Один для подключения кабеля питания 220 В 2,

второй с надписью CONSOLE 3. Этот порт используется для первоначальной настройки коммутатора.

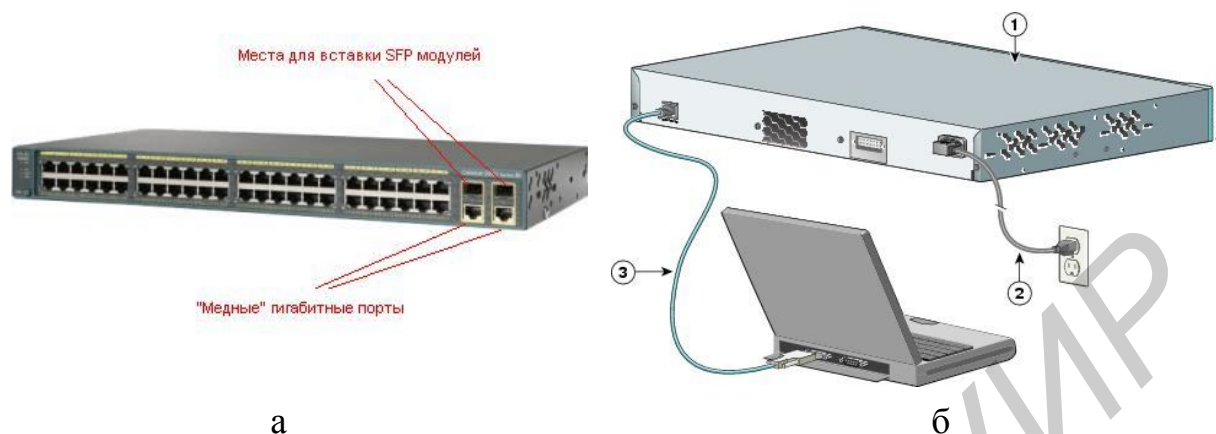


Рис. 4.5. Вид коммутатора Cisco:  
а – передняя панель; б – задняя панель

Доступ к коммутатору, на котором не производились настройки, возможен только по консольной линии с помощью компьютера, подключенного к коммутатору через COM-порт (см. рис. 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 (рис. 4.5, а).

На рис. 4.6 представлен общий алгоритм настройки коммутатора. В табл. 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

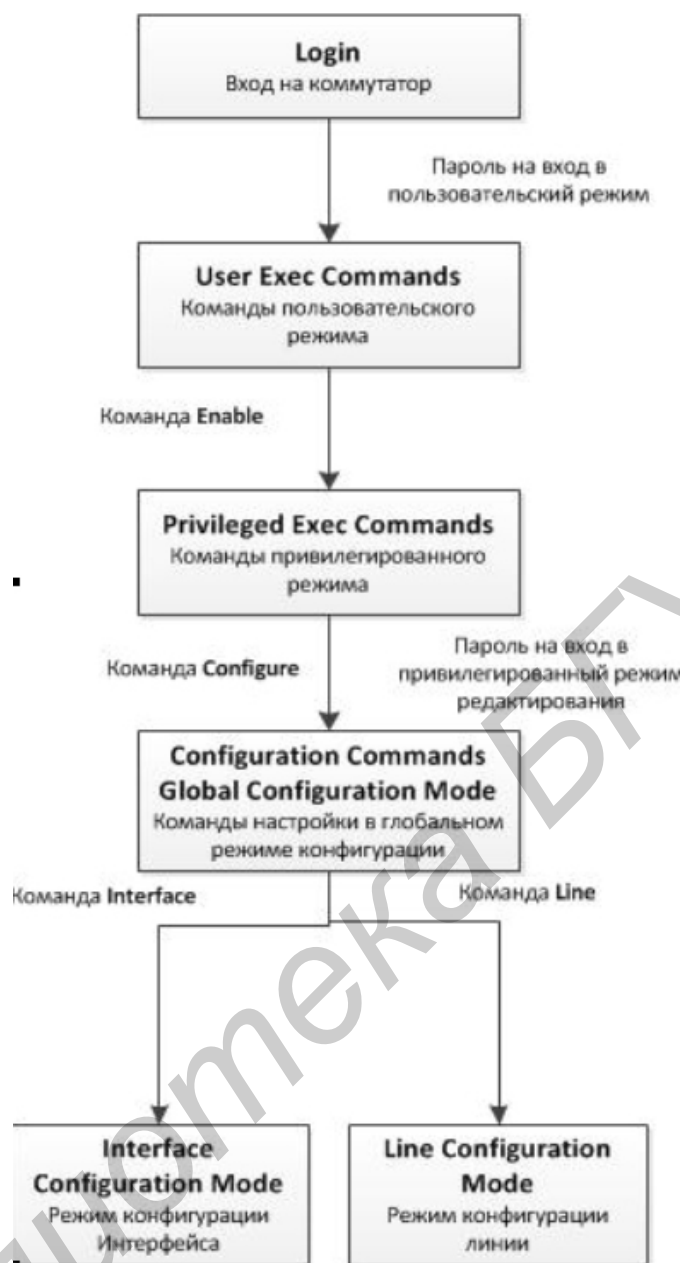


Рис. 4.6. Алгоритм настройки коммутатора Cisco

#### 4.4.1.1. Первоначальная настройка коммутатора через консоль

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 COM-порту компьютера и консольному порту коммутатора.

Для получения доступа к коммутатору по консольной линии необходимо последовательно осуществить следующие действия на компьютере: выбрать меню «Пуск»; выбрать меню «Программы»; выбрать меню «Стандартные»; выбрать меню «Связь»; выбрать пункт меню «HyperTerminal» (откроется диалоговое окно); ввести произвольное название для создаваемого соединения (откроется окно с меню множественного выбора); выбрать способ подключения

COM, т. е. подключение через COM-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 приступить к программированию коммутатора.

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



Рис. 4.7. Сообщение в окне настройки коммутатора в HyperTerminal

#### 4.4.1.2. Настройка коммутатора через сеть

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: выбрать меню «Пуск»; выбрать меню «Программы»; выбрать меню «Стандартные»; выбрать меню «Связь»; выбрать пункт меню «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 спустя некоторое время (пока установится соединение) отобразится сообщение «Press ENTER», после чего в начале строки появится имя устройства (например Switch>). Затем можно приступить к программированию коммутатора.

#### 4.4.2. Настройка коммутатора Cisco3560

Настройка коммутатора Cisco3560 осуществляется следующим образом.

##### 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. 

```
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

```
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. *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. *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, применив табуляцию (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. *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 оконечного 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 025
```

```
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 vlan1

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 Cisco2960

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 Cisco1900**

Первоначальные настройки коммутатора (производятся 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_I: 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 (производятся 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.

#### **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, используемого 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.

## **5. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ IP-ТЕЛЕФОНИИ В ПРЕДЕЛАХ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ**

#### **5.1. 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).

#### **5.2. 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.

#### **5.3. Предварительное задание к лабораторной работе**

1. Ознакомиться с разд. 1 и подразд. 2.1 и 3.1 настоящего методического пособия.

2. Изучить структуру кафедральной лабораторной мультисервисной сети (разд. 4) в объеме, достаточном для выполнения лабораторной работы (подразд. 5.2).

3. Ознакомиться с необходимым для выполнения лабораторной работы оборудованием и программным обеспечением (см. подразд. 5.2, [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.

#### **5.4. 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.

### **5.5. Контрольные вопросы**

1. Факторы, оказывающие влияние на распределения задержек пакетной передачи медиаданных.

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.

## **6. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 ОРГАНИЗАЦИЯ ВИДЕОТЕЛЕФОНИИ В ПРЕДЕЛАХ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ**

### **6.1. 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).

### **6.2. 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, web-камерами и микротелефонными гарнитурами (3 комплекта); компьютер с установленным программным приложением Wireshark анализа сетевого трафика.

### **6.3. Предварительное задание к лабораторной работе**

1. Ознакомиться с разд. 1 и подразд. 2.1 и 3.2 настоящего методического пособия.

2. Изучить структуру кафедральной лабораторной мультисервисной сети (разд. 4) в объеме, достаточном для выполнения лабораторной работы (подразд. 6.2).

3. Ознакомиться с необходимым для выполнения лабораторной работы оборудованием и программным обеспечением (см. подразд. 6.2, [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.

### **6.4. 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.

### **6.5. Контрольные вопросы**

1. Факторы, оказывающие влияние на распределения задержек пакетной передачи медиаданных.

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.

## **7. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ВИДЕО-КОНФЕРЕНЦ-СВЯЗИ В ПРЕДЕЛАХ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ**

#### **7.1. 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).

#### **7.2. 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, web-камерами и микротелефонными гарнитурами (4 комплекта); компьютер с установленным программным приложением Wireshark анализа сетевого трафика.

#### **7.3. Предварительное задание к лабораторной работе**

1. Ознакомиться с разд. 1 и подразд. 2.1 и 3.3 настоящего методического пособия.

2. Изучить структуру кафедральной лабораторной мультисервисной сети (см. разд. 4) в объеме, достаточном для выполнения лабораторной работы (подразд. 7.2).

3. Ознакомиться с необходимым для выполнения лабораторной работы оборудованием и программным обеспечением (см. подразд. 7.2, [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.

#### **7.4. 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 видео-конференц-связи 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.

### **7.5. Контрольные вопросы**

1. Факторы, оказывающие влияние на распределения задержек пакетной передачи медиаданных.

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.



## **8. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ IP-ТЕЛЕФОНИИ В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ**

#### **8.1. 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).

#### **8.2. 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, web-камерами и микротелефонными гарнитурами (4 комплекта).

#### **8.3. Предварительное задание к лабораторной работе**

1. Ознакомиться с разд. 1–3 настоящего методического пособия.
2. Изучить структуру кафедральной лабораторной мультисервисной сети (см. разд. 4) в объеме, достаточном для выполнения лабораторной работы (см. подразд. 7.2).
3. Ознакомиться с необходимым для выполнения лабораторной работы оборудованием и программным обеспечением (подразд. 8.2).
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.

#### **8.4. 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.

### **8.5. Контрольные вопросы**

1. Факторы, оказывающие влияние на распределения задержек пакетной передачи медиаданных.

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.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Телекоммуникационные системы и сети : учеб. пособие : В 3 т. / под ред. В. П. Шувалова. – М. : Горячая линия–Телеком, 2005. – Т. 3: Мультисервисные сети / В. В. Величко [и др.]. – 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

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОСНОВНЫЕ КОМАНДЫ КОММУТАТОРА CISCO 1900

Команда	Комментарий
?	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
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

*Учебное издание*

**Цветков Виктор Юрьевич**  
**Лапшин Сергей Михайлович**  
**Тихомирова Елена Игоревна**

***IP-ТЕЛЕФОНИЯ В КОРПОРАТИВНОЙ  
МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ***

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

по курсу

«Цифровая коммутация каналов, пакетов и IP-телефония»

для студентов специальности

«Системы распределения мультимедийной информации»

всех форм обучения

Редакторы *И. П. Острикова, М. А. Зайцева*

Корректор *Е. Н. Батурчик*

Компьютерная правка, оригинал-макет *А. А. Лысеня*

Подписано в печать 27.06.2013. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,5. Тираж 50 экз. Заказ 321.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 30.04.2009.  
220013, Минск, П. Бровка, 6