

## Лабораторная работа №4 Разработка сети на основе L3-коммутатора

**Цель:** изучить основы проектирования и документирования сетей на основе L3-коммутатора, получить навыки настройки службы DHCP в локальных сетях с виртуальными сегментами, а также изучить возможности L3-коммутатора по маршрутизации трафика.

### 1. Особенности L3-коммутаторов

L2-коммутаторы работают на канальном уровне модели OSI и управляют трафиком на основе MAC-адресов и тегов, определенных в стандарте 802.1Q. Выполнять маршрутизацию пакетов они не могут. L2-коммутаторы используются в качестве устройств уровня доступа, т.е. служат для подключения к сети компьютеров, серверов, видеокamer и др. Таким образом, L2-коммутаторы осуществляют первичное сегментирование сети по технологии VLAN. Для передачи трафика между различными VLAN необходимо использовать L3-коммутатор или маршрутизатор. В целом L2-коммутатор имеет следующие особенности:

- коммутирует трафик на основе MAC-адресов;
- используется в качестве коммутаторов уровня доступа;
- производит первичное сегментирование сети;
- имеет самую низкую стоимость на порт (пользователя).

L3-коммутаторы поддерживают IP маршрутизацию. Они могут не только разбить сеть на VLANы, но и маршрутизировать трафик между этими сегментами на основе списков контроля доступа, реализующих гибкую систему фильтрации. Совмещение L3-коммутатором функций двух устройств: коммутатора и маршрутизатора, позволяет избавиться от промежуточного сетевого интерфейса, который ограничивает пропускную способность в системе «коммутатор - маршрутизатор» (рис. 1).

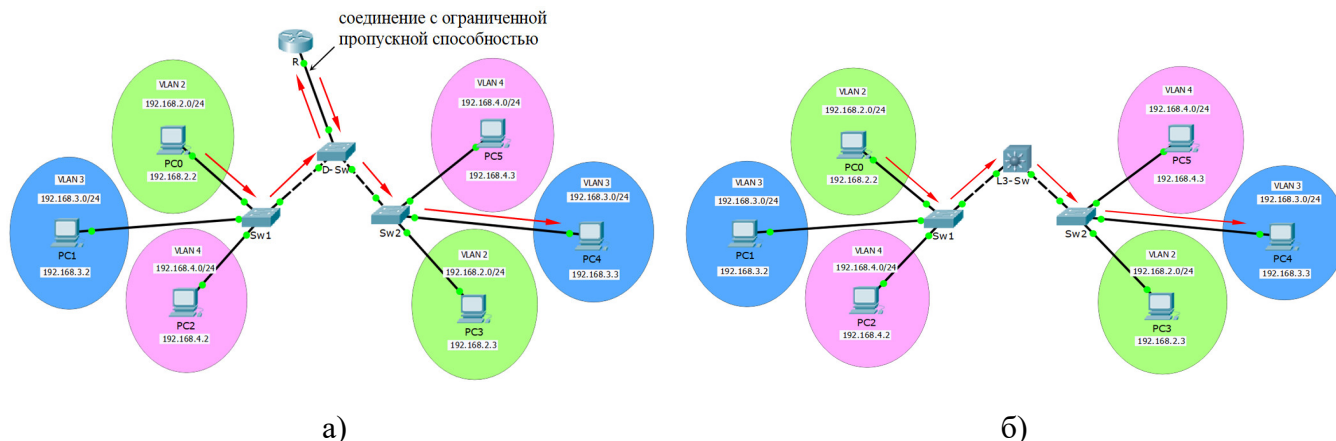


Рис. 1. Маршрутизация трафика между VLAN при использовании:  
а) «маршрутизатора на палочке» б) L3-коммутатора

L3-коммутаторы чаще всего используются как коммутаторы уровня распределения и предназначены для агрегирования коммутаторов уровня доступа (L2). Основной задачей L3-коммутаторов является высокоскоростная маршрутизация трафика между VLAN локальной сети с помощью специальных микросхем (ASIC), в которых на аппаратном уровне интегрированы функции коммутации и маршрутизации. ASIC-процессоры позволяют L3-коммутаторам в 10-100 раз быстрее маршрутизировать трафик в локальной сети. Упрощенный по сравнению с маршрутизаторами набор функций не позволяет использовать L3-коммутаторы в качестве шлюза между локальными и глобальными сетями. Однако их средств маршрутизации достаточно для подключения сегментов локальной сети к магистральной части, работающей на уровне ядра (рис. 2).

В целом L3 коммутатор можно характеризовать следующим образом:

- IP маршрутизация;
- агрегирование коммутируемых каналов уровня доступа;
- использование в качестве коммутаторов уровня распределения;
- высокая производительность.

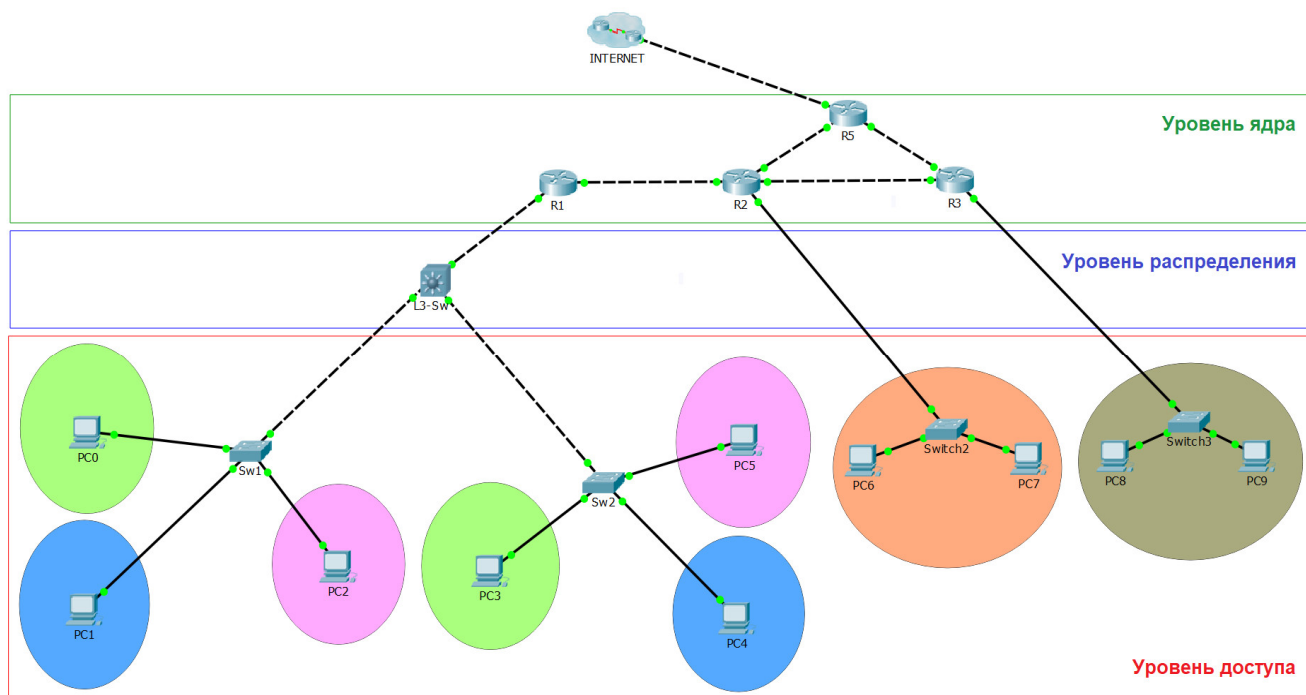


Рис. 2. Трехуровневая иерархия локальной сети (модель Cisco)

Сочетание коммутаторов уровня доступа и распределения позволяет разворачивать сети с минимальным количеством линий связи. L3-коммутатор как и маршрутизатор поддерживает работу протоколов динамической маршрутизации RIP, EIGRP и OSPF. В сетях на основе L3-коммутаторов весь сетевой трафик проходит через эти устройства, а их способность работать как на канальном, так и на сетевом уровнях модели OSI позволяет наиболее полно использовать информацию о структуре сети для развертывания сервисов DHCP и BOOTP.

## 2. Задание «Сеть предприятия».

### Технические условия

Построить сеть предприятия, содержащего 3 подразделения – службы. В структуре сети каждая служба предприятия представлена собственным сегментом (VLAN). Серверы предприятия необходимо выделить в отдельный сегмент (VLAN). Управление трафиком на уровне доступа должно обеспечиваться L2-коммутаторами. На уровне межсетевого взаимодействия каждый сегмент сети должен быть представлен собственной подсетью. Маршрутизацию данных между подсетями должен взять на себя L3-коммутатор. На L3-коммутатор также возлагается обязанность назначения IP-адресов компьютерам предприятия по протоколу DHCP. Управление коммутаторами сети должно осуществляться удаленно с помощью протокола telnet.

Предприятие находится в двухэтажном здании с двумя лестничными маршами, по которым удобно разворачивать кабельную систему. Количество рабочих станций, относящихся к каждой службе предприятия, задано переменными:  $N_{11}$ ,  $N_{12}$ ,  $N_{21}$ ,  $N_{22}$ ,  $N_{31}$ ,  $N_{32}$ . Старшая цифра индекса указывает на номер службы, а младшая – на номер этажа. На каждом этаже здания должно быть по две ячейки для размещения L2-коммутаторов (по одной на каждой лестничной клетке). Общее количество ячеек – 4 шт. Количество коммутаторов в каждой ячейке зависит от количества пользователей в физическом сегменте сети. Распределение рабочих станций одной

службы между L2-коммутаторами разных ячеек на каждом этаже можно выполнить произвольно. L3-коммутатор должен располагаться в серверной. Серверная находится на втором этаже. В ней размещены два физических сервера: **1 сервер (сервисы HTTP и DNS); 2 сервер (сервисы FTP, Mail)**. Управление сетью предприятия осуществляется службой 3. Детальные характеристики задания (количество компьютеров, диапазон IP-адресов) определены вариантами в **Приложении 1**.

Выполните планирование и построение модели сети в Cisco Packet Tracer Student.

### Планирование сети и составление документации

**Примечание!** Методика выполнения задания лабораторной работы использует следующие детальные данные:

- $N_{11}=27$ ,  $N_{12}=0$ ,  $N_{21}=18$ ,  $N_{22}=25$ ,  $N_{31}=0$ ,  $N_{32}=8$ .
- Диапазон IP-адресов: 192.168.44.0 255.255.255.128.

Однако студент должен выполнять задание на основе данных, определенных его вариантом в Приложения 1.

1. Составьте название домена сети на основе Вашей фамилии, имени, отчества и названия домена верхнего уровня **ugrasu**. Например, Фамилия Имя Отчество (Family Name Patronymic): **fnp.ugrasu**. Создайте текстовый файл. Поместите в него пункт под номером 1 с названием "Домен сети": **fnp.ugrasu**.
2. Сохраните файл под именем **LabNet-4(фамилия\_группа).doc**.
3. Определите количество коммутаторов в каждой ячейке. На первом этаже располагаются службы 1 и 2, а количество рабочих станций равно  $N_{11} + N_{21} = 27 + 18 = 45$ . Для подключения к сети достаточно двух коммутаторов типа 2960 с 24 портами FastEthernet и 2 портами GigabitEthernet. Разместите в каждой ячейке на 1 этаже по одному L2-коммутатору типа 2960. На втором этаже располагаются службы 2 и 3, а количество рабочих станций равно  $N_{22} + N_{32} = 25 + 8 = 33$ . Для подключения к сети также достаточно двух коммутаторов типа 2960. Разместите в каждой ячейке на 2 этаже по одному L2-коммутатору типа 2960.
4. Дайте локальное и доменное имя каждому коммутатору сети. В локальном имени желательно отразить тип ресурса, номер этажа, уникальный идентификатор. Например, L2-коммутатору на 2 этаже будет соответствовать локальное имя: **L2-Sw21** ("L2-Sw" - коммутатор, работающий на 2 уровне модели OSI; **2** - номер этажа; **1** - номер коммутатора на этаже).
5. Дайте локальное и доменное имя каждому информационному ресурсу предприятия (сервисы HTTP, FTP, DNS, E-MAIL).
6. Поместите в файл **LabNet-4(фамилия\_группа).doc** пункт под номером 2 с названием "Сетевые ресурсы". В пункте постройте таблицу, включающую 3 столбца: "Локальное имя", "Доменное имя", "Описание ресурса". Поместите сведения о всех сетевых ресурсах предприятия в таблицу. **Пример** фрагмента файла LabNet-4(фамилия\_группа).doc:

1. Домен сети: **fnp.ru**

2. Сетевые ресурсы

Локальное имя (псевдоним)	Доменное имя	Описание ресурса
L3-Sw21	L3-Sw21.fnp.ugrasu	L3-коммутатор уровня распределения (серверная на 2 этаже)
L2-Sw21	L2-Sw21.fnp.ugrasu	L2-коммутатор уровня доступа (2 этаж, 1 лестничный марш)
L2-Sw22	L2-Sw22.fnp.ugrasu	L2-коммутатор уровня доступа (2 этаж, 2 лестничный марш)
L2-Sw11	L2-Sw11.fnp.ugrasu	L2-коммутатор уровня доступа (1 этаж, 1 лестничный марш)
L2-Sw12	L2-Sw12.fnp.ugrasu	L2-коммутатор уровня доступа (1 этаж, 2 лестничный марш)
www	www.fnp.ugrasu	Сервисы HTTP, DNS на сервере №1 (серверная на 2 этаже)
data	data.fnp.ugrasu	Сервисы FTP, E-MAIL на сервере №2 (серверная на 2 этаже)

## IP-план сети

7. Для деления диапазона IP-адресов на поддиапазоны рассчитайте количество сетевых узлов в каждой подсети.

Например, дано:  $N_{11}=27$ ,  $N_{12}=0$ ,  $N_{21}=18$ ,  $N_{22}=25$ ,  $N_{31}=0$ ,  $N_{32}=8$ ;

*192.168.44.0 mask 255.255.255.128.*

Тогда для сетевых интерфейсов (хостов) в подсети службы 1 требуется:  $27(1 \text{ этаж})+1(\text{адрес маршрутизатора})=28$  адресов; для службы 2:  $18(1 \text{ этаж})+25(2 \text{ этаж})+1(\text{адрес маршрутизатора})=44$  адреса; для службы 3:  $8(2 \text{ этаж})+4(\text{адреса L2-коммутаторов})+1(\text{адрес маршрутизатора})=13$  адресов; для сегмента серверов:  $2(\text{адреса серверов})+1(\text{адрес маршрутизатора}) = 3$  адреса. На основе маски подсети можно разделить выделенный диапазон IP-адресов на части, размер которых кратен 2. Нужно учесть, что в диапазон подсети входит адрес сети и широковещательный адрес. Тогда для подсети службы 1 нужно выделить 32 адреса, подсети службы 2 – 64 адреса, службы 3 – 16 адресов, подсети сегмента серверов – 8 адресов. Общее количество – 120 адресов. В выделенном диапазоне 192.168.44.0/25 находится 128 адресов: 192.168.44.0 – 192.168.44.127. Таким образом, для организации сети выдано достаточное количество адресов. Из них задействовано будет 120 адресов, а 8 останутся не использованными. Начинать деление диапазона следует с подсети максимального размера и далее продвигаться в сторону уменьшения размера подсети.

В первую очередь выделяем диапазон для подсети **службы 2**. Использование маски 255.255.255.192 позволяет определить для подсети 192.168.44.0/26 диапазон адресов 192.168.44.0 – 192.168.44.63. При этом назначение адресов диапазона будет следующим:

- 192.168.44.0 – номер подсети службы 2;
- 192.168.44.1 – адрес маршрутизатора в подсети службы 2;
- 192.168.44.2 – 192.168.44.44 – адреса рабочих станций в подсети службы 2;
- 192.168.44.45 – 192.168.44.62 – резервные адреса в подсети службы 2;
- 192.168.44.63 – широковещательный адрес подсети службы 2.

Количество резервных адресов хостов в подсети службы 2 составит:  $62 - 44 = 18$ .

Для подсети **службы 1** используем маску 255.255.255.224. Она позволит определить номер подсети равным 192.168.44.64/27 и задать диапазон адресов 192.168.44.64 – 192.168.44.95. При этом назначение адресов диапазона будет следующим:

- 192.168.44.64 – номер подсети службы 1;
- 192.168.44.65 – адрес маршрутизатора в подсети службы 1;
- 192.168.44.66 – 192.168.44.92 – адреса рабочих станций в подсети службы 1;
- 192.168.44.93 – 192.168.44.94 – резервные адреса в подсети службы 1;
- 192.168.44.95 – широковещательный адрес подсети службы 1.

Количество резервных адресов хостов в подсети службы 1 составит:  $30 - 28 = 2$ .

Для подсети **службы 3** используем маску 255.255.255.240. Она позволит определить номер подсети равным 192.168.44.96/28 и задать диапазон адресов 192.168.44.96 – 192.168.44.111. При этом назначение адресов диапазона будет следующим:

- 192.168.44.96 – номер подсети службы 3;
- 192.168.44.97 – адрес маршрутизатора в подсети службы 3;
- 192.168.44.98 – 192.168.44.101 – адреса L2-коммутаторов во VLAN службы 3;
- 192.168.44.102 – 192.168.44.109 – адреса рабочих станций в подсети службы 3;
- 192.168.44.110 – резервный адрес в подсети службы 3;
- 192.168.44.111 - широковещательный адрес подсети службы 3.

Количество резервных адресов хостов в подсети службы 3 составит:  $14 - 13 = 1$ .

Для подсети **сегмента серверов** используем маску 255.255.255.248. Она позволит определить номер подсети равным 192.168.44.112/29 и задать диапазон адресов

192.168.44.112 – 192.168.44.119. При этом назначение адресов диапазона будет следующим:

- 192.168.44.112 – номер подсети сегмента серверов;
- 192.168.44.113 – адрес маршрутизатора в подсети сегмента серверов;
- 192.168.44.114 – IP-адрес узла www.fnp.ru;
- 192.168.44.115 – IP-адрес узла data.fnp.ru;
- 192.168.44.116 – 192.168.44.118 – резервные адреса в подсети сегмента серверов;
- 192.168.44.119 – широковещательный адрес подсети сегмента серверов.

Количество резервных адресов хостов в подсети сегмента серверов составит:  $6 - 3 = 3$ .

8. Каждому сетевому ресурсу с доменным именем следует определить IP-адрес как статический.
9. Поместите в файл **LabNet-4(фамилия\_группа).doc** пункт под номером 3 с названием "IP-план". В пункте постройте таблицу, включающую следующие столбцы: "Служба предприятия", "Диапазон IP-адресов" "Название сетевого ресурса".

**Пример** построения таблицы в пункте 3 файла LabNet-4(фамилия\_группа).doc:

1. ...
2. ...
3. IP-план

<i>Служба предприятия</i>	<i>Диапазон IP-адресов</i>	<i>Название сетевого ресурса</i>
<b>Служба 2</b>	<b>192.168.44.0/26 (адрес подсети)</b>	-
	192.168.44.1/26 (статический)	шлюз подсети
	192.168.44.2/26 – 192.168.44.44/26	пользовательские адреса
	192.168.44.45/26 – 192.168.44.62/26	резервные адреса
	192.168.44.63/26 (широковещательный)	-
<b>Служба 1</b>	<b>192.168.44.64/27 (адрес подсети)</b>	-
	192.168.44.65/27 (статический)	шлюз подсети
	192.168.44.66/27-192.168.44.92/27	пользовательские адреса
	192.168.44.93/27-192.168.44.94/27	резервные адреса
	192.168.44.95/27 (широковещательный)	-
<b>Служба 3</b>	<b>192.168.44.96/28 (адрес подсети)</b>	-
	192.168.44.97/28 (статический)	шлюз подсети, L3-Sw21.fnp.ugrasu
	192.168.44.98/28 (статический)	L2-Sw21.fnp.ugrasu
	192.168.44.99/28 (статический)	L2-Sw22.fnp.ugrasu
	192.168.44.100/28 (статический)	L2-Sw11.fnp.ugrasu
	192.168.44.101/28 (статический)	L2-Sw12.fnp.ugrasu
	192.168.44.102/28 – 192.168.44.109/28	пользовательские адреса
	192.168.44.110/28	резервный адрес
	192.168.44.111/28 (широковещательный)	-
<b>Сегмент серверов</b>	<b>192.168.44.112/29 (адрес подсети)</b>	-
	192.168.44.113/29 (статический)	шлюз подсети
	192.168.44.114/29 (статический)	www.fnp.ugrasu
	192.168.44.115/29 (статический)	data.fnp.ugrasu
	192.168.44.116/29 – 192.168.44.118/29	резервные адреса
	192.168.44.119/29 (широковещательный)	-

10. Постройте L3-схему предприятия по аналогии с рисунком 2 и поместите ее в файл **LabNet-4(фамилия\_группа).doc** под пунктом с номером 4 и названием "L3-схема".

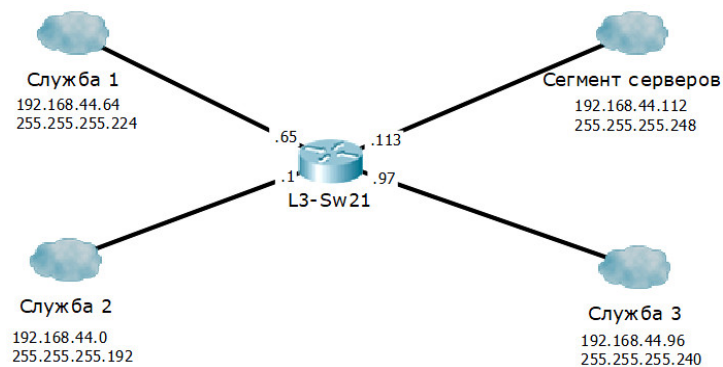


Рис. 2. L3-схема предприятия

### VLAN предприятия

11. Компьютеры каждой службы и серверы предприятия необходимо поместить в собственный VLAN. Каждой VLAN задайте идентификатор (число) и название. Название VLAN должно состоять из фамилии студента (на латинице), тире и номера службы. Для VLANа серверов вместо номера службы используйте ключевое слово **Server**. Данные о VLAN поместите в файл **LabNet-4(фамилия\_группа).doc** в таблицу под пунктом с номером 5 и названием "Сведения о VLAN". Пример:

Название службы	Идентификатор VLAN	Название VLAN
Служба 1	2	Ivanov-1
Служба 2	3	Ivanov-2
Служба 3	4	Ivanov-3
Серверы	5	Ivanov-Server

12. Постройте L2-схему сети предприятия, включающую коммутаторы и VLANы. Над сегментами сети укажите идентификаторы VLAN, трафик которых должен транслироваться через них. Схема должна содержать локальные имена сетевых ресурсов канального уровня модели OSI. Поместите схему в файл **LabNet-4(фамилия\_группа).doc** под пунктом с номером 6 и названием "L2-схема".

Пример L2-схемы показан на рис. 3.

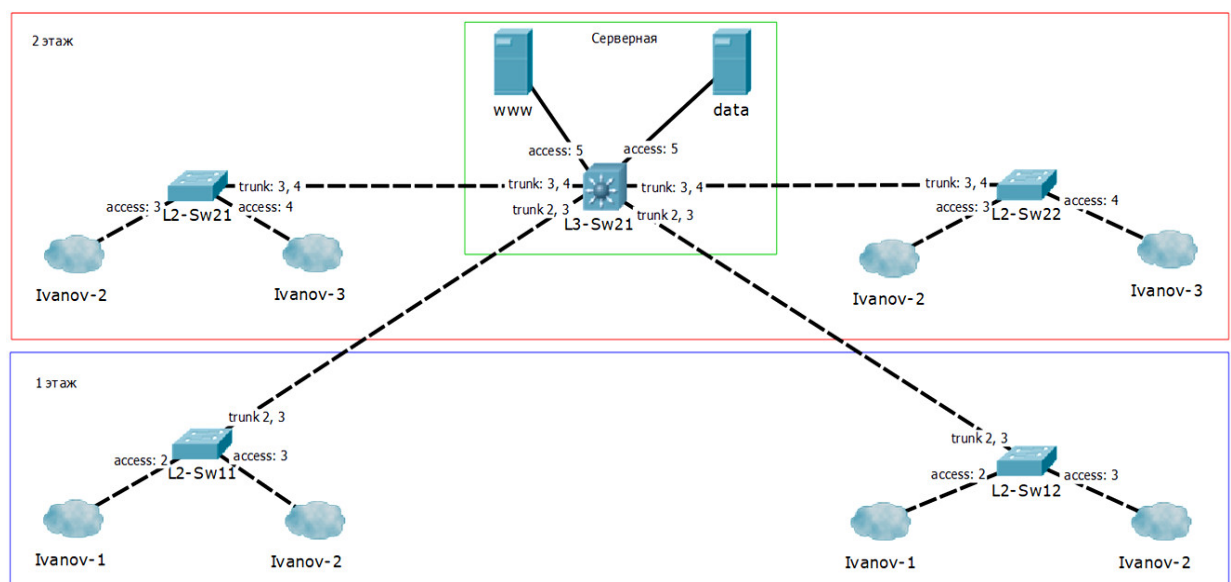


Рис. 3. L2-схема сети предприятия

Облачками на рисунке 3 представлено множество компьютеров VLAN, для подключения которых использованы Access-порты коммутаторов с соответствующим идентификатором.



### План подключения по портам

13. Составьте таблицу, отражающую физические соединения коммутаторов и конечного сетевого оборудования. В таблице необходимо указать: название устройства; название его порта (интерфейса); устройство, на которое ведет порт; тип порта; идентификаторы VLAN, кадры которых могут передаваться через данный порт. Запланируйте подключение серверов к сети посредством интерфейсов GigabitEthernet. Таблицу с планом подключения по портам поместите в файл **LabNet-4(фамилия\_группа).doc** в пункте 7 с названием "План подключения по портам".

**Пример** фрагмента таблицы с планом подключения по портам:

Название устройства	Название порта(ов)	Подключенный коммутатор, название VLAN или сетевого ресурса	Id VLAN	
			Access	Trunk
L3-Sw21	gi0/1	www.fnp.ugrasu	5	
	gi0/2	data.fnp.ugrasu	5	
	fa0/1	L2-Sw21		3, 4
	fa0/2	L2-Sw22		3, 4
	fa0/3	L2-Sw11		2, 3
	...	...		...
L2-Sw21	fa0/24	L3-Sw21		3, 4
	fa0/1-15	Ivanov-2	3	
	fa0/16-19	Ivanov-3	4	
L2-Sw22	fa0/24	L3-Sw21		3, 4
...	...	...	...	...

14. На основе плана подключения по портам постройте L1-схему сети предприятия, которая будет аналогична L2-схеме, но вместо типа портов и идентификатора(-ов) VLAN должна содержать название порта(-ов) коммутатора (например, fa0/1-15) из вышеприведенной таблицы. Поместите схему в файл **LabNet-4(фамилия\_группа).doc** под пунктом с номером 8 и названием "L1-схема".
15. Сохраните файл **LabNet-4(фамилия\_группа).doc** для последующего отчета о выполнении лабораторной работы.

### Построение модели сети предприятия в Cisco Packet Tracer Student

#### Настройка L3-коммутатора уровня распределения

1. Добавьте коммутатор 3560 в новый проект СРТ.
2. Задайте пароль для привилегированного режима и зашифруйте его.
3. В режиме глобального конфигурирования задайте имя коммутатора командой: **hostname <локальное имя коммутатора>**. Локальное имя коммутатора содержится в пункте плана "Сетевые ресурсы".
4. Согласно плану сети создайте на коммутаторе VLANы (пункт плана "Сведения о VLAN").
5. Для каждого VLAN на L3-коммутаторе создайте логический интерфейс и назначьте ему статический адрес шлюза, соответствующей подсети (пункт плана "IP план").
6. В качестве первого шага конфигурирования DHCP-сервера на L3-коммутаторе необходимо задать IP-адреса, которые должны быть исключены из пула адресов, назначаемых клиентам.  
В режиме глобального конфигурирования команда: **ip dhcp excluded-address 192.168.44.1** (маска не указывается) позволяет исключить из пула IP-адрес - 192.168.44.1. Укажите в качестве исключаемых IP-адресов все статические адреса, назначенные Вами в IP-плане сети предприятия.
7. С помощью команды: **ip dhcp pool <имя пула dhcp>** войдите в режим конфигурирования пула DHCP. В качестве "имя пула dhcp" можно задать произвольное значение.

Рекомендуется задать "имя пула *dhcp*" в соответствии с именем службы предприятия. Например, можно использовать название VLAN соответствующей службы. После входа в режим конфигурирования DHCP-пула приглашение для ввода команды в СРТ должно принять вид **L3-Sw21(dhcp-config)#**

8. В режиме конфигурирования пула DHCP с помощью команды:  
***network <IP-адрес подсети>***  
задайте диапазон адресов, которые можно выдавать клиентам. Например:  
***L3-Sw21(dhcp-config)#network 192.168.44.64 255.255.255.224***
9. Далее с помощью команды: ***default-router <IP-адрес шлюза в заданной подсети>*** задайте IP-адрес шлюза для подсети, указанной ранее в команде ***network***. В качестве IP-адреса шлюза используйте адрес из таблицы "IP-план" соответствующей подсети.
10. Далее с помощью команды: ***dns-server <IP-адрес DNS-сервера сети предприятия>*** задайте адрес сервера, на котором будет функционировать сервис DNS. Статический IP-адрес сервера со службой DNS имеется в Вашем IP-плане.
11. С помощью команды *exit* завершите конфигурирование DHCP-пула.
12. Выполняя действия, описанные в пунктах 6-10, аналогичным образом сконфигурируйте пулы адресов для служб 2 и 3 предприятия.
13. Сохраните рабочую конфигурацию коммутатора командой: *write memory* и перезагрузите его командой: *reload*. После перезагрузки коммутатора DHCP-сервер готов к выдачи IP-адресов своим клиентам.
14. Как работает служба DHCP на коммутаторе? В пункте 5 вы задали IP-адрес логическому интерфейсу, ассоциированному с номером VLAN. Каждое конечное устройство сети предприятия входит в какую-либо VLAN, а данные от него посредством магистральных каналов достигают L3-коммутатора в тегированных кадрах. Когда клиент DHCP пошлет в сеть широковещательный запрос на IP-адрес, то на входном порту L3-коммутатора будет определен идентификатор VLAN, из которой поступил кадр, а затем и номер подсети логического интерфейса, ассоциированный с этой VLAN. По номеру подсети DHCP-сервер выберет соответствующий пул и предложит один из его свободных IP-адресов. Вместе с IP-адресом клиент получит параметры пула: адрес шлюза по умолчанию и адрес DNS-сервера.
15. Настройте два Gigabit Ethernet порта L3-коммутатора для работы в режиме access во VLAN серверов.
16. Добавьте в проект **СРТ 2** сервера.
17. Щелкните по значку сервера и в появившемся окне выберите закладку "**Physical**". На изображении панели сервера найдите кнопку питания и переведите его в состояние "**отключено**" (индикатор рядом с кнопкой должен погаснуть).
18. Нажмите левую кнопку мыши над изображением сетевого интерфейса на панели сервера и, не отпуская ее, перетащите изображение в область "**MODULES**". Этим Вы удалите модуль сетевого интерфейса из сервера.
19. В области "**MODULES**" нажмите левую кнопку мыши над областью "**PT-HOST-NM-ICGE**" и, не отпуская кнопки, перетащите изображение модуля сетевого интерфейса в свободное гнездо на панели сервера. Этим Вы установите модуль сетевого интерфейса Gigabit Ethernet на сервер.
20. Включите сервер, щелкнув кнопкой питания на панели.
21. Прodelайте аналогичные действия со вторым сервером.
22. Соедините L3-коммутатор с серверами в соответствии с планом подключения по портам.
23. Настройте статические IP-адреса и **другие параметры протокола IP на серверах.**
24. Создайте учетную запись и пароль администратора сети на L3-коммутаторе.
25. Настройте протокол telnet для удаленного управления L3-коммутатором из VLAN службы 3 предприятия.
26. Сохраните рабочую конфигурацию коммутатора. На этом его основная настройка завершена.



### Настройка L2-коммутаторов уровня доступа

27. Добавьте в проект CPT четыре коммутатора 2960.
28. На каждом коммутаторе установите и зашифруйте пароль для входа в привилегированный режим.
29. С помощью команды: *hostname* назначьте каждому L2-коммутатору его локальное имя (см. пункт плана "Сетевые ресурсы").
30. В соответствии с планом подключения по портам настройте на каждом L2-коммутаторе trunk-порты.
31. Соедините линиями связи физические порты между L3- и L2-коммутаторами.
32. Для подсоединения компьютеров различных служб (VLAN) предприятия в соответствии с планом подключения по портам настройте работу портов L2-коммутаторов в режиме access.
33. В соответствии с планом подключения по портам подсоедините к L2-коммутатору по одному компьютеру из каждой VLAN.
34. Настройте на компьютерах получение IP-адреса по протоколу DHCP. Проследите за тем какие адреса получают компьютеры различных VLAN Вашей сети.
35. На каждом L2-коммутаторе в режиме конфигурирования интерфейса VLAN службы 3 предприятия, настройте статический IP-адрес, связанный с его локальным именем (см. таблицы "IP-план" и "Сетевые ресурсы").
36. Создайте учетную запись и пароль администратора сети на каждом L2-коммутаторе.
37. Настройте протокол **telnet** для удаленного управления каждым L2-коммутатором из VLAN службы 3 предприятия.
38. Сохраните рабочие конфигурации L2-коммутаторов. На этом их настройка завершена.

### Настройка серверов предприятия

39. На сервере №1 предприятия оставьте включенным только HTTP-сервис. Настройте его главную страницу так, чтобы она отображала в заголовке название предприятия, включающее: ФИО студента, группу, а тело страницы содержало для каждой службы: название, название VLAN, ID VLAN, адрес подсети, маску подсети, количество компьютеров, подключенных к разным L2-коммутаторам.
40. На сервере №1 предприятия включите DNS-сервис и настройте его, добавив в таблицу разрешения имен записи типа A и CNAME для каждого сетевого ресурса сети (см. табл. "Сетевые ресурсы"). Запись типа A должна связать полное доменное имя ресурса с его IP-адресом, а запись CNAME должна связать локальное имя сетевого ресурса с его полным доменным именем.
41. На сервере №2 предприятия оставьте включенными только FTP- и EMAIL-сервисы.
42. Для настройки работы FTP-сервера создайте несколько учетных записей пользователей и установите им различные права доступа к файлам.
43. Настройте EMAIL-сервис. Сначала включите работу протоколов SMTP и POP3. Затем создайте имя домена электронной почты. Для этого введите в поле "Domain Name" название домена Вашего предприятия (см. пункт 1 документации о сети "Домен сети") и нажмите кнопку "Set". Затем создайте почтовые ящики нескольких пользователей, указав их имя и пароль в полях "User", "Password" и нажав кнопку "+". Зарегистрированным на сервере пользователям будут соответствовать адреса почтовых ящиков: <имя пользователя>@<имя домена>.

### Включение маршрутизации и тестирование работы сети

44. С помощью команды *ping* протестируйте прохождение пакетов между узлами одной VLAN.
45. С помощью команды *ping* протестируйте доступность шлюза в различных подсетях Вашего предприятия.

46. Проверьте командой *ping* доступность компьютеров из другой VLAN. Если настройка сети предприятия велась в соответствии с описанной выше методикой, то сетевые устройства из разных VLAN предприятия на этом этапе не должны взаимодействовать друг с другом. Таким образом, с помощью технологии VLAN в коммутируемой сети обеспечивается разделение трафика на канальном уровне модели OSI.

47. С компьютера VLAN службы 3 предприятия по протоколу telnet подключитесь к L3-коммутатору и в режиме глобального конфигурирования с помощью команды:

*ip routing*

включите маршрутизацию.

48. Командой *ping* проверьте теперь доступность компьютеров и серверов предприятия из различных VLAN. Все компьютеры Вашей сети должны начать взаимодействовать друг с другом. При этом на L3-коммутаторе будет создана таблица маршрутизации, которую можно увидеть с помощью команды: *show ip route*. В консольном выводе команды *show ip route* сначала идет информация о кодировании типов записей в таблице маршрутизации, протоколах маршрутизации, маршрутах по умолчанию и др. Далее перечисляются записи таблицы маршрутизации. Если запись начинается символом-кодом "C", то значит, что указанная в записи подсеть подключена напрямую к маршрутизатору. После запятой приводится номер VLAN, которая ассоциирована с данным номером подсети.

49. Выполните трассировку маршрута, по которому движется пакет от источника к узлу назначения. Для этого в командной строке произвольно выбранного узла введите команду *tracert <IP-адрес узла назначения>*. Если источник и получатель пакета находятся в разных подсетях (VLAN), то вывод команды будет подобен рис. 4.

```
PC>ipconfig
FastEthernet0 Connection: (default port)

Link-local IPv6 Address . . . . . : FE80::20C:85FF:FECC:C359
IP Address. . . . . : 192.168.3.3
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : 192.168.3.1

PC>tracert 192.168.2.2

Tracing route to 192.168.2.2 over a maximum of 30 hops:

  0  0 ms    1 ms    0 ms    192.168.3.1
  1  0 ms    0 ms    0 ms    192.168.2.2

Trace complete.

PC>
```

Рис. 4. Трассировка маршрута

В данном примере источником является узел сети с IP-адресом 192.168.3.3, а получателем пакета узел с IP-адресом 192.168.2.2. На своем пути от источника к получателю пакет делает два прыжка (hops). Первый прыжок следует от источника до шлюза по умолчанию (маршрутизатора), а второй - от шлюза до получателя пакета. В Вашей сети лишь один маршрутизатор, поэтому если источник и получатель при трассировке маршрута будут находиться в разных подсетях, то результатом *tracert* будут лишь две строки. В более сложных сетях каждый маршрутизатор, который встретится пакету на его пути, будет генерировать эхо-ответ источнику сообщения. Это позволит определить маршрут следования пакета от источника до узла назначения. Если на каком-либо этапе пути продвижение пакета прервется, то по выводу команды *tracert* можно определить последний маршрутизатор, с которого "вышел" пакет.

50. Выполните трассировку маршрута в случае, когда источник и получатель принадлежат одной VLAN, но подключены к разным L2-коммутаторам. Результаты команды *tracert* покажут Вам, что пакет был напрямую доставлен узлу назначения и маршрутизация трафика в сети не использовалась, т.е. пакет был передан только с помощью средств коммутации, работающих на 2 уровне модели OSI. Таким образом, L3-коммутатор работает как на втором, так и на третьем уровне модели OSI, из-за чего его называют

**Multilayer Switch.** При правильном разбиении сети предприятия на логические сегменты (VLAN) основной объем трафика циркулирует внутри них. При этом продвижение пакетов обеспечивается скоростными аппаратными средствами L3-коммутаторов, работающими на канальном уровне модели OSI. Если возникает необходимость передачи данных между сегментами сети, то L3-коммутатор задействует средства маршрутизации, которые анализируют пакеты на сетевом уровне модели OSI и ретранслируют их в другие подсети. При этом средства маршрутизации по скорости передачи пакетов, как правило, значительно уступают средствам коммутации.

Разделение локальной сети предприятия на логические сегменты преследовало цель построения безопасной и производительной сети. Ради ее достижения в сети были использованы дорогостоящие коммутаторы, поддерживающие технологии VLAN. Однако включение маршрутизации на L3-коммутаторе объединило компьютеры всех служб предприятия в единую сеть и, на первый взгляд, свело на нет результаты сегментации сети. Но при внимательном анализе ситуации можно увидеть, что маркировка (тегирование) кадров на основе стандарта 802.1Q и использование на коммутаторах технологии SVI (Switch VLAN Interface) позволили автоматизировать классификацию конечных устройств с помощью протокола DHCP и выделить в общем трафике сети на уровне протокола IP потоки информации отдельных служб предприятия. Теперь задача сегментирования сети предприятия и обеспечение ее безопасности может решаться на 3 уровне модели OSI, что дает более гибкий подход при продвижении и фильтрации пакетов, основанный на технологии **списков контроля доступа** (Access Control List - **ACL**; будет рассматриваться в последующих лабораторных работах). При этом высокая производительность сети обеспечивается гибкой настройкой широковещательных доменов и аппаратными средствами коммутации трафика.

51. Протестируйте работу DNS-сервера сети, выполнив команду *ping* с доменным именем различных сетевых ресурсов.
52. Протестируйте работу HTTP-сервера Вашей сети, введя его доменное имя в адресной строке Web-браузера на любой рабочей станции.
53. Протестируйте работу FTP-сервера.  
Протестируйте работу EMAIL-сервера.
54. После тестирования работоспособности проекта CPT и устранения неполадок продемонстрируйте действующую модель сети преподавателю.
55. Сохраните созданную модель сети в отдельном файле под именем:  
**LabNet-4(Family\_group).pkt**  
для последующего отчета по лабораторной работе.
56. Загрузите файлы **LabNet-4(Family\_group).doc** и **LabNet-4(Family\_group).pkt** в качестве отчета по лабораторной работе на сайт Eluniver.

### 3. Подготовка отчета, представление и оценка работы

#### Структура отчета

В качестве отчета по заданию необходимо предоставить готовый проект Cisco Packet Tracer и файл документации по разработанной сети. В рабочей области проекта нужно текстовыми метками указать логины и пароли, которые были задействованы при настройке или требуются для использования какого-либо устройства или сетевой службы. В отчете (файлах, направляемых на Eluniver) оценивается точность названий, для которых в задании определен шаблон или уникальное значение, параметры настройки сетевого оборудования.

Загрузку проектов на сайт Eluniver следует выполнять после демонстрации задания преподавателю. Желательно загружать все файлы одновременно.

### Представление и защита работы

Представлением работы является ее демонстрация преподавателю. В ходе представления преподаватель может задать вопрос по любому пункту задания или попросить выполнить какие-либо построения на основе навыков, полученных при разработке проекта. Оценка за представление задания выставляется на основе работоспособности проекта, правильности ответа студента на вопросы по проекту и готовности выполнить дополнительное задание без использования методического материала.

Защита работы заключается в ответе на два контрольных вопроса, выбранных произвольно преподавателем из списка контрольных вопросов (п.4). Оценивается детальность и точность ответа. Во время ответа пользоваться методическим материалом нельзя. Возможность ответа на контрольные вопросы дается студенту после представления задания.

### Структура оценки практической работы

№	Вид оценки	Максимальный балл
1.	Проект «Сеть предприятия»: документация	20
2.	Проект «Сеть предприятия»: модель сети в СРТ	30
3.	Соответствие документации сети техническим условиям	10
4.	Соответствие модели сети техническим условиям	10
5.	Контрольный вопрос 1	15
6.	Контрольный вопрос 2	15
<b>Итого:</b>		<b>100</b>

#### 4. Контрольные вопросы

1. В чем различие между L2- и L3-коммутаторами?
2. Можно ли L2-коммутатор встроить в маршрутизируемую сеть?
3. Способен ли L2-коммутатор анализировать поля заголовка пакета данных?
4. На каких уровнях модели OSI способен работать L3-коммутатор?
5. Чем отличаются коммутируемые и маршрутизируемые сети?
6. На каких уровнях модели OSI способен работать L3-коммутатор?
7. Можно ли порту L3-коммутатора присвоить IP-адрес?
8. В каких режимах может работать порт L3-коммутатора?
9. Назовите преимущества L3-коммутатора по сравнению с маршрутизатором?
10. На каком уровне иерархической модели Cisco работают L3-коммутаторы?
11. Почему L3-коммутаторы более эффективно маршрутизируют трафик в локальных сетях?
12. Возможна ли маршрутизация трафика в глобальных сетях с помощью L3-коммутаторов?
13. Какие преимущества имеет маршрутизатор перед L3-коммутатором?
14. Какие этапы планирования сети Вам известны? Назовите цели на каждом этапе.
15. На каком этапе планирования сети администратор сможет определить спецификацию требуемого оборудования?
16. Как на основе плана сети конфигурируется DHCP-сервер на L3-коммутаторе?
17. Какая команда L3-коммутатора включает маршрутизацию трафика между VLAN?
18. Какое преимущество дает маркировка трафика в маршрутизируемых сетях?
19. Какая последовательность команд используется для настройки DHCP-сервера на L3-коммутаторе в сетях с несколькими VLAN?
20. Как DHCP-сервер на L3-коммутаторе понимает из какого пула нужно выдавать IP-адрес рабочей станции?
21. Каково назначение и принцип действия утилиты tracert?
22. Куда направляется пакет рабочей станцией, если его адресат принадлежит другой подсети?
23. Почему в сетях на основе L3-коммутатора рабочие станции, находящиеся в разных VLAN, способны передавать данные друг другу?
24. Без какого параметра IP-протокола невозможна передача данных между сетями?
25. Каким образом осуществляется взаимодействие протоколов IP и ARP?
26. Какова процедура получения MAC-адреса шлюза с помощью протокола ARP?
27. С помощью какой команды Cisco IOS можно получить данные таблицы маршрутизации?
28. Какую метрику имеют connected-сети?
29. В чем различие между сетями и подсетями?
30. Изменяется ли MAC-адрес узла назначения при продвижении кадра в маршрутизируемой сети?

## Приложение 1. Детальные характеристики сети

Номер варианта	Количество рабочих станций (старшая цифра индекса – номер службы; младшая цифра индекса – номер этажа)	Диапазон IP-адресов	
1.	N <sub>11</sub> =10; N <sub>12</sub> =15; N <sub>21</sub> =5; N <sub>22</sub> =7; N <sub>31</sub> =3; N <sub>32</sub> =2;	112.34.78.128	255.255.255.192
2.	N <sub>11</sub> =20; N <sub>12</sub> =5; N <sub>21</sub> =0; N <sub>22</sub> =34; N <sub>31</sub> =2; N <sub>32</sub> =5;	117.25.154.0	255.255.255.0
3.	N <sub>11</sub> =0; N <sub>12</sub> =85; N <sub>21</sub> =20; N <sub>22</sub> =4; N <sub>31</sub> =0; N <sub>32</sub> =12;	96.34.128.0	255.255.128.0
4.	N <sub>11</sub> =18; N <sub>12</sub> =11; N <sub>21</sub> =16; N <sub>22</sub> =39; N <sub>31</sub> =10; N <sub>32</sub> =0;	192.168.89.0	255.255.255.0
5.	N <sub>11</sub> =0; N <sub>12</sub> =80; N <sub>21</sub> =20; N <sub>22</sub> =58; N <sub>31</sub> =12; N <sub>32</sub> =3;	175.45.128.0	255.255.240.0
6.	N <sub>11</sub> =36; N <sub>12</sub> =17; N <sub>21</sub> =21; N <sub>22</sub> =42; N <sub>31</sub> =7; N <sub>32</sub> =8;	32.93.160.0	255.255.192.0
7.	N <sub>11</sub> =0; N <sub>12</sub> =75; N <sub>21</sub> =39; N <sub>22</sub> =4; N <sub>31</sub> =0; N <sub>32</sub> =11;	195.0.144.0	255.255.240.0
8.	N <sub>11</sub> =20; N <sub>12</sub> =5; N <sub>21</sub> =0; N <sub>22</sub> =34; N <sub>31</sub> =2; N <sub>32</sub> =5;	139.57.85.0	255.255.224.0
9.	N <sub>11</sub> =14; N <sub>12</sub> =35; N <sub>21</sub> =37; N <sub>22</sub> =0; N <sub>31</sub> =1; N <sub>32</sub> =6;	201.178.8.0	255.255.248.0
10.	N <sub>11</sub> =9; N <sub>12</sub> =3; N <sub>21</sub> =7; N <sub>22</sub> =29; N <sub>31</sub> =0; N <sub>32</sub> =4;	62.56.243.128	255.255.255.128
11.	N <sub>11</sub> =0; N <sub>12</sub> =23; N <sub>21</sub> =7; N <sub>22</sub> =31; N <sub>31</sub> =8; N <sub>32</sub> =0;	199.234.64.0	255.255.240.0
12.	N <sub>11</sub> =0; N <sub>12</sub> =45; N <sub>21</sub> =20; N <sub>22</sub> =4; N <sub>31</sub> =0; N <sub>32</sub> =12;	82.147.19.0	255.255.255.0
13.	N <sub>11</sub> =13; N <sub>12</sub> =23; N <sub>21</sub> =11; N <sub>22</sub> =24; N <sub>31</sub> =2; N <sub>32</sub> =3;	11.56.169.0	255.255.255.128
14.	N <sub>11</sub> =0; N <sub>12</sub> =85; N <sub>21</sub> =20; N <sub>22</sub> =4; N <sub>31</sub> =0; N <sub>32</sub> =12;	119.4.178.128	255.255.255.192
15.	N <sub>11</sub> =18; N <sub>12</sub> =11; N <sub>21</sub> =16; N <sub>22</sub> =39; N <sub>31</sub> =10; N <sub>32</sub> =0;	117.5.154.0	255.255.255.0
16.	N <sub>11</sub> =0; N <sub>12</sub> =80; N <sub>21</sub> =20; N <sub>22</sub> =58; N <sub>31</sub> =12; N <sub>32</sub> =3;	36.134.128.0	255.255.128.0
17.	N <sub>11</sub> =0; N <sub>12</sub> =41; N <sub>21</sub> =39; N <sub>22</sub> =4; N <sub>31</sub> =0; N <sub>32</sub> =11;	196.34.128.0	255.255.128.0
18.	N <sub>11</sub> =20; N <sub>12</sub> =5; N <sub>21</sub> =0; N <sub>22</sub> =34; N <sub>31</sub> =2; N <sub>32</sub> =5;	10.0.144.0	255.255.240.0
19.	N <sub>11</sub> =10; N <sub>12</sub> =15; N <sub>21</sub> =5; N <sub>22</sub> =7; N <sub>31</sub> =3; N <sub>32</sub> =2;	32.99.160.0	255.255.192.0
20.	N <sub>11</sub> =36; N <sub>12</sub> =17; N <sub>21</sub> =21; N <sub>22</sub> =42; N <sub>31</sub> =7; N <sub>32</sub> =8;	109.24.64.0	255.255.240.0
21.	N <sub>11</sub> =14; N <sub>12</sub> =35; N <sub>21</sub> =37; N <sub>22</sub> =0; N <sub>31</sub> =1; N <sub>32</sub> =6;	162.56.207.0	255.255.255.0
22.	N <sub>11</sub> =20; N <sub>12</sub> =5; N <sub>21</sub> =0; N <sub>22</sub> =34; N <sub>31</sub> =2; N <sub>32</sub> =5;	19.90.144.0	255.255.240.0
23.	N <sub>11</sub> =0; N <sub>12</sub> =73; N <sub>21</sub> =20; N <sub>22</sub> =4; N <sub>31</sub> =0; N <sub>32</sub> =12;	131.157.58.0	255.255.254.0
24.	N <sub>11</sub> =18; N <sub>12</sub> =20; N <sub>21</sub> =17; N <sub>22</sub> =21; N <sub>31</sub> =5; N <sub>32</sub> =2;	139.57.128.0	255.255.224.0
25.	N <sub>11</sub> =0; N <sub>12</sub> =85; N <sub>21</sub> =0; N <sub>22</sub> =4; N <sub>31</sub> =8; N <sub>32</sub> =0;	9.47.64.0	255.255.240.0
26.	N <sub>11</sub> =0; N <sub>12</sub> =45; N <sub>21</sub> =20; N <sub>22</sub> =4; N <sub>31</sub> =6; N <sub>32</sub> =2;	105.45.128.0	255.255.240.0
27.	N <sub>11</sub> =13; N <sub>12</sub> =17; N <sub>21</sub> =14; N <sub>22</sub> =16; N <sub>31</sub> =8; N <sub>32</sub> =1;	31.83.160.0	255.255.192.0
28.	N <sub>11</sub> =36; N <sub>12</sub> =26; N <sub>21</sub> =21; N <sub>22</sub> =42; N <sub>31</sub> =7; N <sub>32</sub> =8;	17.67.64.0	255.255.240.0
29.	N <sub>11</sub> =14; N <sub>12</sub> =35; N <sub>21</sub> =37; N <sub>22</sub> =0; N <sub>31</sub> =1; N <sub>32</sub> =6;	182.47.219.0	255.255.255.0
30.	N <sub>11</sub> =20; N <sub>12</sub> =5; N <sub>21</sub> =0; N <sub>22</sub> =34; N <sub>31</sub> =2; N <sub>32</sub> =5;	111.82.69.0	255.255.255.128