

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Калужский филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
**«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

Ю.С. Белов, Е.А. Черепков

**НАСТРОЙКА КОММУТАТОРА. ЧАСТЬ 2**  
Методические указания к лабораторной работе  
по дисциплине «Компьютерные сети»

Калуга – 2018


УДК 004.62  
ББК 32.972.1  
Б435

Методические указания составлены в соответствии с учебным планом КФ МГТУ им. Н.Э.Баумана по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» кафедры «Программного обеспечения ЭВМ, информационных технологий».

Методические указания рассмотрены и одобрены:

- Кафедрой «Программного обеспечения ЭВМ, информационных технологий» (ИУ4-КФ) протокол № 3 от «21» ноября 2018 г.

Зав. кафедрой ИУ4-КФ

 к.т.н., доцент Ю.Е. Гагарин

- Методической комиссией факультета ИУ-КФ протокол № 4 от «26» ноября 2018 г.


Председатель методической  
комиссии факультета ИУ-КФ

 к.т.н., доцент М.Ю. Адкин

- Методической комиссией

КФ МГТУ им.Н.Э. Баумана протокол № 3 от «4» декабря 2018 г.

Председатель методической комиссии  
КФ МГТУ им.Н.Э. Баумана

 д.э.н., профессор О.Л. Перерва

Рецензент:

к.т.н., доцент кафедры ИУ6-КФ

 А.Б. Лачихина

Авторы

к.ф.-м.н., доцент кафедры ИУ4-КФ  
ассистент кафедры ИУ4-КФ

 Ю.С. Белов  
 Е.А. Черепков

#### Аннотация

Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Компьютерные сети» содержат общие сведения о настройке коммутатора, виртуальных сетей и управлением резервными связями.

Предназначены для студентов 4-го курса бакалавриата КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, обучающихся по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия».

© Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018 г.

© Ю.С. Белов, Е.А. Черепков, 2018 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ, ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ.....	5
КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИЗУЧЕНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ .....	6
НАСТРОЙКА РЕЗЕРВНЫХ СВЯЗЕЙ И ВИРТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ..	10
ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ .....	20
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ .....	21
ФОРМА ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ .....	22
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	23
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	23

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящие методические указания составлены в соответствии с программой проведения лабораторных работ по курсу «Компьютерные сети» на кафедре «Программное обеспечение ЭВМ, информационные технологии» факультета «Информатика и управление» Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Методические указания, ориентированные на студентов 4-го курса направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», содержат базовые сведения о настройке коммутаторов, виртуальных сетей, резервных связях.

Методические указания составлены для ознакомления студентов с концентраторами и овладения начальными навыками по организации их работы. Для выполнения лабораторной работы студенту необходимы минимальные знания о коммутаторах и управлении ими.

## **ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ, ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ**

Целью выполнения лабораторной работы является формирование практических навыков по настройке и использованию коммутаторов для создания виртуальных локальных сетей.

Основными задачами выполнения лабораторной работы являются:

1. Научиться создавать и использовать резервные связи в сетях на основе коммутаторов;
2. Научиться создавать и использовать тегированные и нетегированные VLAN в сетях на основе коммутаторов;
3. Понять назначение транкинга портов.

Результатами работы являются:

1. Настроенный коммутатор.
2. Подготовленный отчет.

## **КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИЗУЧЕНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ**

Свитч содержит ПО, которое позволяет менять и наблюдать режимы его работы. Это ПО не требует функционирования на свитче, но если вы это сделаете, то вы можете улучшить эффективность свитча, и кроме того улучшить в целом производительность вашей сети.

### **Виртуальные локальные сети**

Кроме своего основного назначения — повышения пропускной способности связей в сети — коммутатор позволяет локализовать потоки информации в сети, а также контролировать эти потоки и управлять ими, опираясь на механизм пользовательских фильтров. Однако пользовательский фильтр может запретить передачи кадров только по конкретным адресам, а широковещательный трафик он передает всем сегментам сети. Так требует алгоритм работы моста, который реализован в коммутаторе, поэтому сети, созданные на основе мостов и коммутаторов, иногда называют плоскими — из-за отсутствия барьеров на пути широковещательного трафика.

Технология виртуальных локальных сетей (Virtual LAN, VLAN), которая появилась несколько лет тому назад в коммутаторах, позволяет преодолеть указанное ограничение. Виртуальной сетью называется группа узлов сети, трафик которой, в том числе и широковещательный, на канальном уровне полностью изолирован от других узлов. Это означает, что передача кадров между разными виртуальными сетями на основании адреса канального уровня невозможна, независимо от типа адреса — уникального, группового или широковещательного. В то же время внутри виртуальной сети кадры передаются по технологии коммутации, то есть только на тот порт, который связан с адресом назначения кадра. Виртуальные сети могут пересекаться, если один или несколько компьютеров входят в состав более чем одной виртуальной сети.

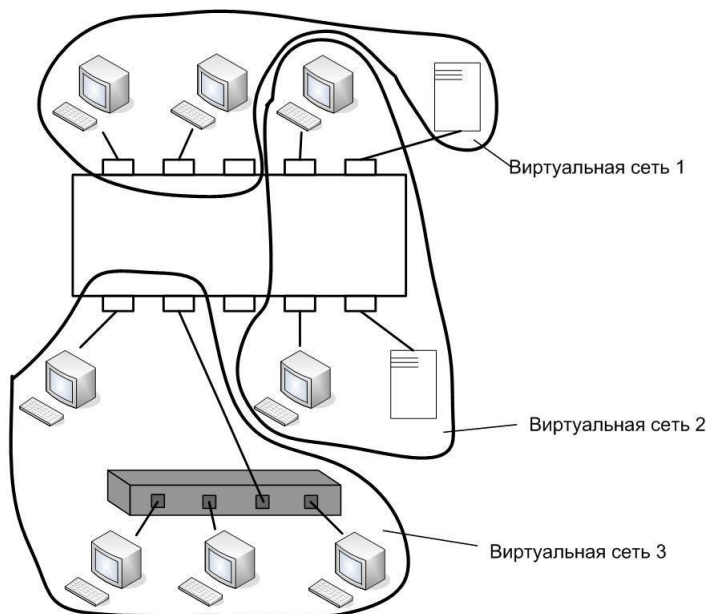
Говорят, что виртуальная сеть образует домен широковещательного трафика (broadcast domain), по аналогии с доменом коллизий, который образуется повторителями сетей Ethernet.

При использовании технологии виртуальных сетей в коммутаторах одновременно решаются две задачи:

- повышение производительности в каждой из виртуальных сетей, так как коммутатор передает кадры в такой сети только узлу назначения;
- изоляция сетей друг от друга для управления правами доступа пользователей и создания защитных барьеров на пути широковещательных штормов.

Для связи виртуальных сетей в общую сеть требуется привлечение сетевого уровня. Он может быть реализован в отдельном маршрутизаторе, а может работать и в составе программного обеспечения коммутатора, который тогда становится комбинированным устройством — так называемым коммутатором 3-го уровня.

При создании виртуальных сетей на основе одного коммутатора обычно используется механизм группирования в сети портов коммутатора (рис. 1). При этом каждый порт приписывается той или иной виртуальной сети. Кадр, пришедший от порта, принадлежащего, например, виртуальной сети 1, никогда не будет передан порту, который не принадлежит этой виртуальной сети. Порт можно приписать нескольким виртуальным сетям, хотя на практике так делают редко — пропадает эффект полной изоляции сетей.



**Рис. 1.** Виртуальные сети, построенные на одном коммутаторе.

Второй способ образования виртуальных сетей основан на группировании MAC-адресов. Каждый MAC-адрес, который изучен коммутатором, приписывается той или иной виртуальной сети. При существовании в сети множества узлов этот способ требует выполнения большого количества ручных операций от администратора. Однако он оказывается более гибким при построении виртуальных сетей на основе нескольких коммутаторов, чем способ группирования портов.

### **Резервные связи**

Резервные связи позволяют защитить важные связи и предотвратить простой сети если эта связь оборвется. Резервные связь состоит из основной и резервной связи. Резервные связь настраивается путем определения основного и резервного порта на обоих концах связи.

При нормальной работе основной порт работает, а резервный отключён. Если основной отключается, то резервный активируется.



Если основной порт восстановился, то вы можете отключить резервный.

Так как использование резервных связей в концентраторах определено только в стандарте FDDI, то для остальных стандартов разработчики концентраторов поддерживают такую функцию с помощью своих частных решений.

Если по какой-либо причине порт отключается (срабатывает механизм автосегментации), концентратор делает активным его резервный порт.

Для автоматического поддержания резервных связей в сложных сетях в коммутаторах реализуется алгоритм покрывающего дерева — Spanning Tree Algorithm. Этот алгоритм основан на периодической генерации служебных кадров, с помощью которых выявляются и блокируются петлевидные связи в сети.

# НАСТРОЙКА РЕЗЕРВНЫХ СВЯЗЕЙ И ВИРТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

## Настройка с использованием Web-интерфейса

Получить доступ к web-интерфейсу можно через порт управления или сеть. Основное меню web-интерфейса выглядит следующим образом.

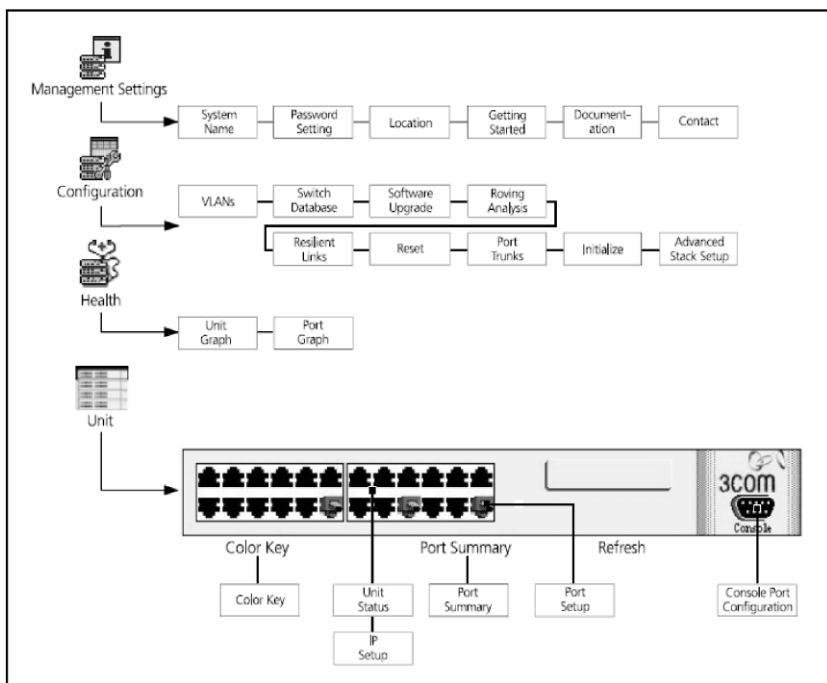


Рис.2. Диаграмма навигации

## Настройка стека

Вы можете настроить стек, используя страницы настроек. Эти страницы позволяют:

- Настроить БД свитчей в стеке.
- Настроить дополнительные параметры стека.
- Настроить резервные связи стека.

- Настроить транкование стека.
- Настроить виртуальную сеть стека.
- Настроить roving анализ портов в стеке.
- Перезагрузить свитчи в стеке.
- Обновить управляющее ПО для свитчей в стеке.

Если к существующей группе с включённым *STAP* подсоединен свитч на котором *STAP* отключён, то настройки нового свитча конфликтуют с настройками группы. Подобный исход возможен и при настройках контроля широковещательного шторма. Для преодоления этой проблемы вам надо заранее настроить свитч или настроить группу заранее.

### Установка резервной связи

Воспользуйтесь страницей Resilient Links. Создавать резервные связи можно также и через [консоль](#).

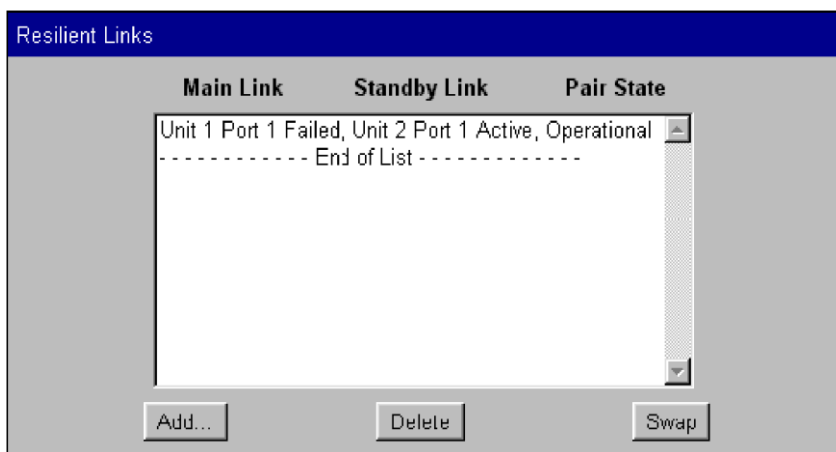


Рис.3. Окно Resilient Links

При установке [резервных связей](#) помните:

- Резервные связи нельзя устанавливать, если свитч поддерживает STP.

- Резервные связи не могут быть установлены на оптоволоконный или витой пары порт. Основной и резервный должны быть одного типа.
- Резервные связь должна быть определена с двух концов связи.
- Резервная связь устанавливается только тогда, когда:
  - Порты принадлежат к одной виртуальной сети.
  - Порты используют одну и ту же систему виртуальную сеть тэгирования. (802.1Q tagging or VLT tagging)
  - Порты имеют одинаковые настройки IEEE 802.1Q VLAN learning.
  - Порты имеют одинаковые настройки IEEE 802.1p multicast learning.
  - Ни на одном из портов не включена защита
  - Ни один из портов не является транкованным.
  - Ни один из портов не принадлежит другой резервной связи.
- Состояние портов резервной связи нельзя изменить пока не произойдёт ошибка связи.

### **Отображение пар резервной связи**

Страница Resilient Links показывает пары резервных связей, для группы:

Main Link Unit 1 Port 1 / Unit 1 Port 2 / ... показывает какой порт свитча основной, и его статус.

Standby Link Unit 1 Port 1 / Unit 1 Port 2 / ... показывает какой порт свитча резервный, и его статус.

Pair State *Operational / Not Operational* отображает состояние связи.

### **Создание резервной связи**

Нажмите кнопку ADD, появится страница добавления связи.

Выберите свитч, на котором будут основной и резервный порт.

Нажмите NEXT.

Из Main link field, выберите основной порт.

Нажмите NEXT.

Из Standby link field, выберите резервный порт.

Нажмите NEXT. Появится страница с новой связью.

Версия 2.6х ПО для управления свитчем (после 2000г), будет содержать дополнительные опции для гибких связей.

После выбора резервного порта нажмите NEXT. Появится окно режима Свитча. Из выпадающего списка выберите:

Symmetric, если вы хотите передавать через резервную даже после включения основной.

Switchback, автоматически восстановить передачу через основную в случае восстановления ее.

### **Удаление резервных связей**

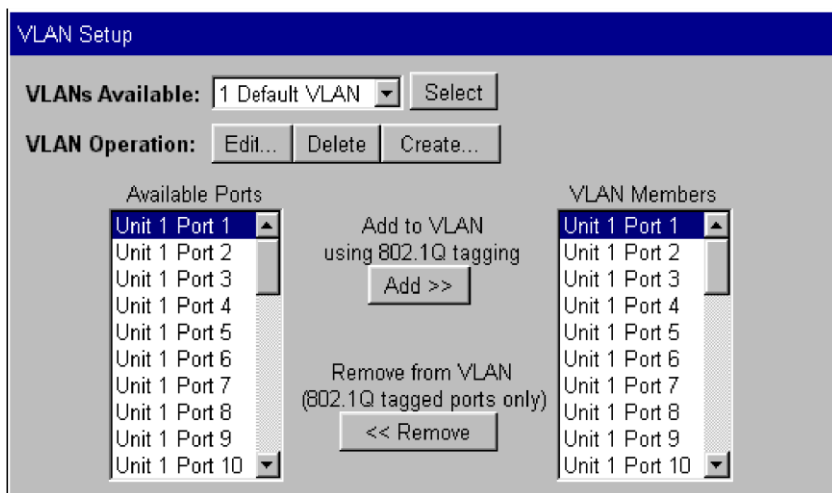
1. Выберите гибкую связь.
2. Нажмите Delete.

### **Замена основного порта резервной связи**

1. Выберите гибкую связь.
2. Нажмите Swap.

### **Настройка виртуальной сети**

Виртуальные сети можно создавать и настраивать как через [web-интерфейс](#), так и через [консоль](#).



**Рис.4.** Окно VLAN Setup

### Настройка параметров виртуальной сети

Страница VLAN Setup позволяет вам определить настройки ВС. Для этого:

1. Нажмите *Create....* Появится страница Create VLAN.
2. В *VLAN Name*, введите имя сети. Имя может быть до 32 символов.
3. В *802.1Q VLAN ID*, введите уникальный 802.1Q идентификатор VLAN. 802.1Q ID используется для определения VLAN если вы используете 802.1Q тэгирование в вашей сети, и это может быть любой номер между 2 и 4094. Его надо ввести если вы намереваетесь использовать 802.1Q тэгирование.
4. В *Local ID listbox*, введите локальный ID VLAN. Локальный ID используется для определения VLAN в группе, и может быть номером между 2 и 16 (VLAN1 – по умолчанию).
5. Нажмите *Apply*. Настройки VLAN определены, и страница VLAN Setup отобразит порты, принадлежащие новой VLAN.

## **Редактирование настроек VLAN**

Страница VLAN Setup позволяет вам редактировать настройки любой VLAN:

Из *VLANs Available* listbox, выберите VLAN.

1. Нажмите *Select* button.
2. Нажмите *Edit....* Страница редактирования настроек VLAN отобразиться.
3. Исправьте требуемую информацию.
4. Нажмите *Apply*. Настройки VLAN определены, и страница VLAN Setup отобразит порты, принадлежащие VLAN.

## **Удаление VLAN**

1. Из *VLANs Available* listbox, выберите VLAN.
2. Нажмите *Select* button.
3. Нажмите *Delete*.

Вы не можете удалить VLAN если к ней присоединены порты.

## **Отображение портов присоединенных к VLAN**

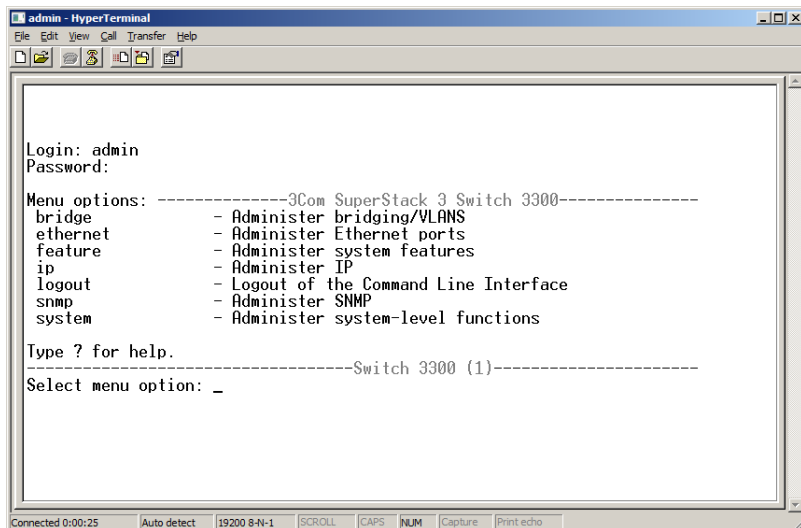
1. Из *VLANs Available* listbox, выберите VLAN.
2. Нажмите *Select* button.

## **Помещение портов в VLAN используя 802.1Q тэгирирование**

1. Из *VLANs Available* listbox, выберите VLAN.
2. Нажмите *Select* button.
3. Выберите нужный порт в *Available Ports* listbox.
4. Нажмите *Add*.

## **Настройка VLAN с использованием интерфейса командной строки**

Из основного меню необходимо сделать переход bridge -> vlan



**Рис.5.** Меню командной строки

## Создание VLAN

1. Команда create в VLAN menu.
2. В меню верхнего уровня введите bridge vlan create. Затем появится строка Enter VLAN ID (1-4094) [1]:
3. Введите номер виртуальной сети, к которую вы создаете. По умолчанию это последний номер VLAN в стеке.
4. Затем появится строка
5. Enter Local ID (1-16) [3]:
6. Введите локальный ID связанный с VLAN. По умолчанию это последний ID VLAN в стеке +1
7. Затем появится строка
8. Enter VLAN Name [VLAN 3]:
9. Введите имя VLAN ( макс 32 символа). По умолчанию это VLAN x где x - ID VLAN.

## Добавление порта в VLAN

Команда addPort в VLAN menu.



1. В меню верхнего уровня введите **bridge vlan addPort** Затем появится строка Select VLAN ID (1-4094) [1]:
2. Введите номер виртуальной сети, к которой добавляете порт.
3. Затем появится строка Enter port (1-12, all):
4. Введите номер порта.
5. Затем появится строка Enter tag type (none, 802.1Q):
6. Введите метод тэгирования порта

### Удаление VLAN

1. В меню верхнего уровня введите **bridge vlan delete** Затем появится строка Select VLAN ID (2-4094) :
2. Введите номер виртуальной сети, которую вы удаляете.

### Отображение детальной информации о VLAN

1. В меню верхнего уровня введите **bridge vlan detail**. Затем появится строка Select VLAN ID (2-4094) [1]:
2. Введите номер виртуальной сети, которую вы просматриваете.

VLAN ID: 1	Local ID: 1	Name: Default VLAN
Unit	Ports	
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	
2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	
Unicast Frames:	18564	Octets: 4989235
Multicast Frames:	28157	Broadcast Frames: 0
Select menu option:		

**Рис.6.** Информация о VLAN

### Изменение VLAN

1. В меню верхнего уровня введите **bridge vlan modify** Затем появится строка Select VLAN ID (2-4094) [1]:
2. Введите номер виртуальной сети, которую вы модифицируете. Затем появится строка Enter VLAN Name [VLAN 3]:
3. Введите новое имя сети.

## Удаление порта из VLAN

1. В меню верхнего уровня введите `bridge vlan removePort` Затем появится строка `Select VLAN ID (2-4094) [1]:`
2. Введите номер Виртуальная сеть из которой вы удаляете порт.
3. Затем появится строка
4. `Select port (1,5,7,all):`
5. Введите номер удаляемого порта или `all`.

## Отображение общей информации о VLAN

1. В меню верхнего уровня введите `bridge vlan summary`
2. Затем появится строка `Select VLAN ID (2-4094) [1]:`
3. Введите номер Виртуальная сеть которую хотите просмотреть или `all`.

VLAN ID	Local ID	Name
1	1	Default VLAN
Select menu option:		

**Рис.7.** Общая информация о VLAN

## Резервные связи

### Установка резервных связей

1. Введите: `feature resilience define`. Затем появится
2. `Select unit for main link (1-4):`
3. Введите номер свитча для основной связи. Затем появится
4. `Select port for the main link (1,2,7):`
5. Введите номер порта для основной связи
6. Затем появится
7. `Select unit for standby link (1-4):`
8. Введите номер свитча для резервной связи. Затем появится
9. `Select port for the standby link (3,6):`
10. Введите номер порта для резервной связи.

## Отображение информации о резервных связях

1. Введите:  
feature resilience detail
2. Затем появится

Index	Main Link	State	Standby Link	State	Active Link	Pair State
1	Unit 1 Port 1	Failed	Unit 2 Port 1	Failed	Standby	Operational
2	Unit 1 Port 6	Failed	Unit 2 Port 6	Active	Standby	Operational

Select menu option:

**Рис.8.** Информация о резервных связях

## Работа с портами свитча

### Отображение и изменение настроек порта

- Вы можете просматривать и изменять настройки портов при помощи команд Ethernet меню. Эти команды позволяют вам:
- Изменять статус порта (по умолчанию – включено)
- Задавать скорость режим дуплекса.
- Изменять режим авто определения.
- Включение или отключение контроля потоков IEEE 802.3x
- Отображать статистику портов свитча.
- Отображать краткую информацию о портах свитча. При работе со свитчем используйте команду unit.

### Включение и отключение порта

По умолчанию все порты свитча включены.

Введите:

1. ethernet portState Затем появится
2. Select Ethernet port(s) (1-24):
3. Введите номер порта
4. Затем появится
5. Enter new value (enable, disable) [enable]:
6. Введите
7. enable or disable.

## ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНУЮ РАБОТУ

Настроить виртуальные сети и резервные связи на коммутаторе, и проверить работоспособность сети. Для этого необходимо:

1. Ознакомиться с методами управления коммутатором 3Com SuperStack II 3300.
2. Проверить настройку IP протокола (при необходимости настроить).
3. Создать резервную связь HUB – Switch, используя порт 12 и проверить её работоспособность.
4. Произвести настройку отключения портов.
5. Создать VLAN с номером 2 и разместить в ней компьютеры, подключенные к портам 1 и 3. Произвести настройку сетевого окружения на этих компьютерах и убедиться в работоспособности созданной VLAN. Сделать выводы и показать преподавателю.
6. Удалить VLAN 2 и вернуть сетевые настройки компьютеров в исходное состояние. Убедиться в нормальном функционировании сети.
7. Ответить на контрольные вопросы и оформить отчет.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Опишите назначение резервных связей.
2. Раскройте значение термина управляющее ПО.
3. Дайте определение виртуальным сетям.
4. Перечислите основные задачи виртуальных сетей
5. Приведите алгоритм удаления VLAN.
6. Перечислите способы образования виртуальных сетей.
7. Опишите роль Spanning Tree Algorithm.
8. Перечислите возможные настройки стека.
9. Перечислите и опишите возможные настройки портов.
10. Сформулируете постулаты при которых устанавливаются резервные связи.
11. Приведите механизм работы виртуальных сетей.
12. Приведите алгоритм установки резервной связи.
13. Перечислите параметры настройки виртуальной сети.
14. Перечислите недостатки пользовательского фильтра.
15. Опишите роль MAC – адресов в образовании виртуальных сетей.

## **ФОРМА ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**

На выполнение лабораторной работы отводится 2 занятия (4 академических часа: 3 часа на выполнение и сдачу лабораторной работы и 1 час на подготовку отчета).

Отчет на защиту предоставляется в печатном виде.

Структура отчета (на отдельном листе(-ах)): титульный лист, формулировка задания, ответы на контрольные вопросы, описание процесса выполнения лабораторной работы, выводы.

## **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Смелянский, Р.Л. Компьютерные сети. В 2 т. Т. 1. Системы передачи данных: учебник для вузов /Р.Л. Смелянский М.: Изд. центр «Академия». 2011. -304 с.
2. Смелянский, Р.Л. Компьютерные сети. В 2 т. Т. 2. Сети ЭВМ: учебник для вузов /Р.Л. Смелянский М.: Изд. центр «Академия». 2011 -240 с.

## **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

3. Технологии коммутации и маршрутизации в локальных компьютерных сетях: учеб пособие для вузов / А.В. Пролетарский, Е.В. Смирнова [и др.]. под ред. А.В. Пролетарского.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана 2013. -389 с.ил.
4. Дейтел, Х.М. Как программировать на С++/ Х.М. Дейтел, Дж. Дейтел: пер. с англ. – М.: Бином-Пресс, 2011. -800 с.:тл

### **Электронные ресурсы:**

5. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>
6. Электронно-библиотечная система <http://e.lanbook.com>
7. Компьютерные сети и технологии <http://www.xnets.ru>