Лекция 2

Сетевые коммутаторы Ethernet. Часть 1

Ханин Андрей Геннадьевич,
консультант по обучению
компании D-Link в СФО

D-Link®
Building Networks for People

г. Новосибирск, 2016

Содержание лекции 2

- Общие сведения о сетевых коммутаторах;
- Общие принципы функционирования коммутаторов в сетях Ethernet;
- Классификации сетевых коммутаторов;
- Общее представление о внутренней архитектуре коммутатора;
- Общие принципы начальной настройки управляемого коммутатора

Общие сведения о сетевых коммутаторах

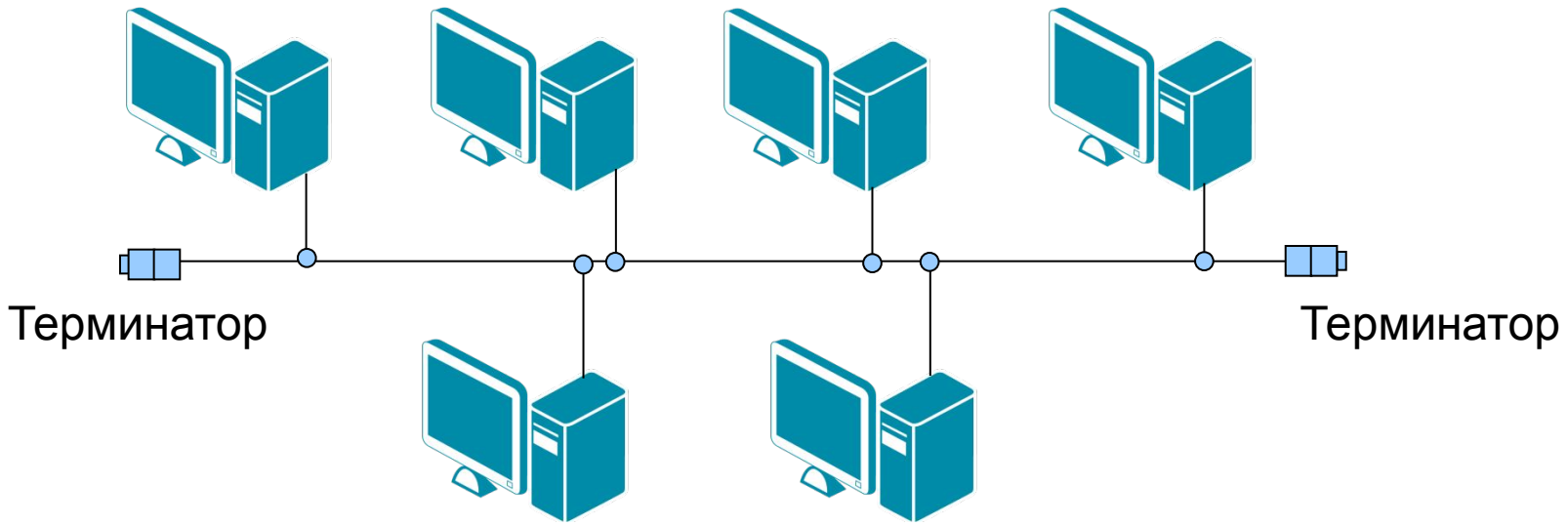
Общее понятие

Сетевой коммутатор (switch, свитч, переключатель) — устройство, предназначенное для соединения нескольких узлов компьютерной сети в один или нескольких сетевых сегментов, а также для управления имеющимися подключениями и трафиком.

Эволюция проводных сетей Ethernet

Сеть Ethernet на коаксиальном кабеле

(стандарты 10Base-5 (1983 год) и 10Base-2 (1985 год))

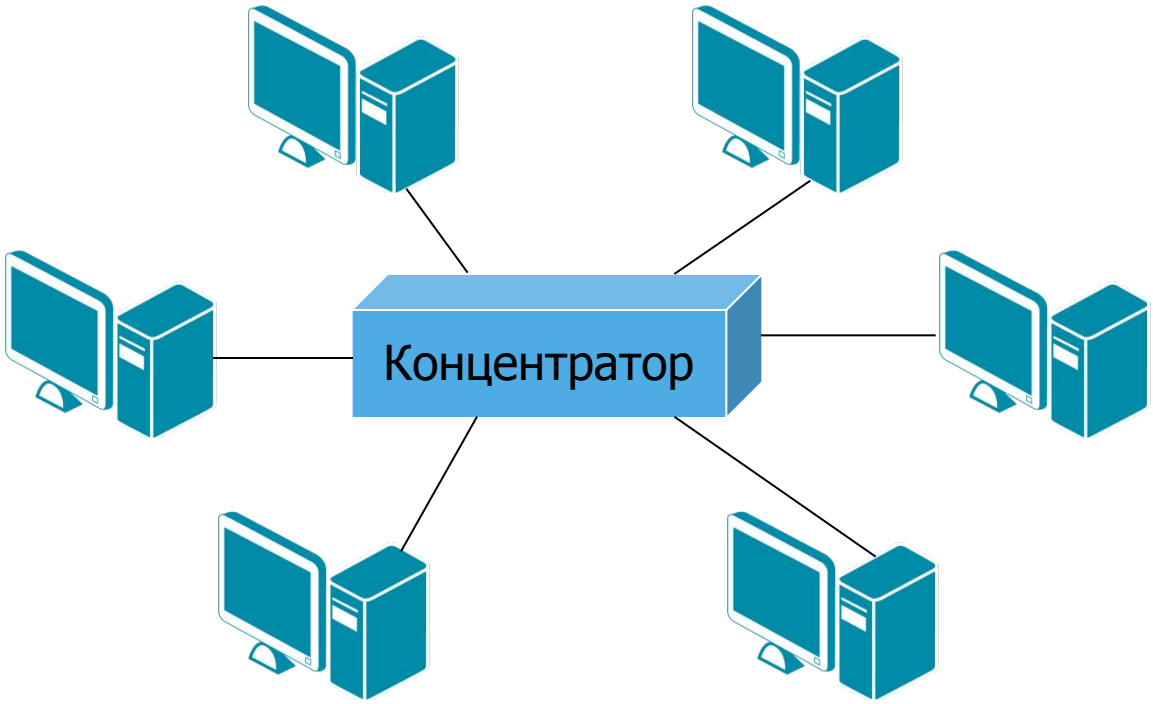


Топология «шина»

D-Link
Building Networks for People

Эволюция проводных сетей Ethernet

Первая сеть Ethernet на витой паре и концентраторе (hub), стандарт 10Base-T (1990 год)

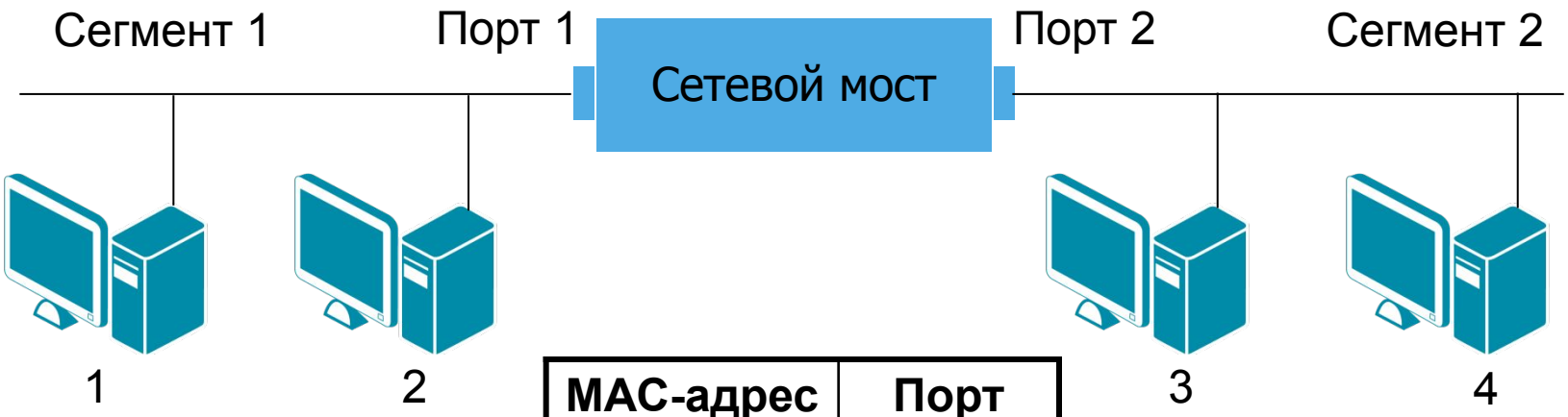


Топология «звезда»

D-Link
Building Networks for People

Эволюция проводных сетей Ethernet

Первая сегментация сети с помощью моста (bridge), 1990 год

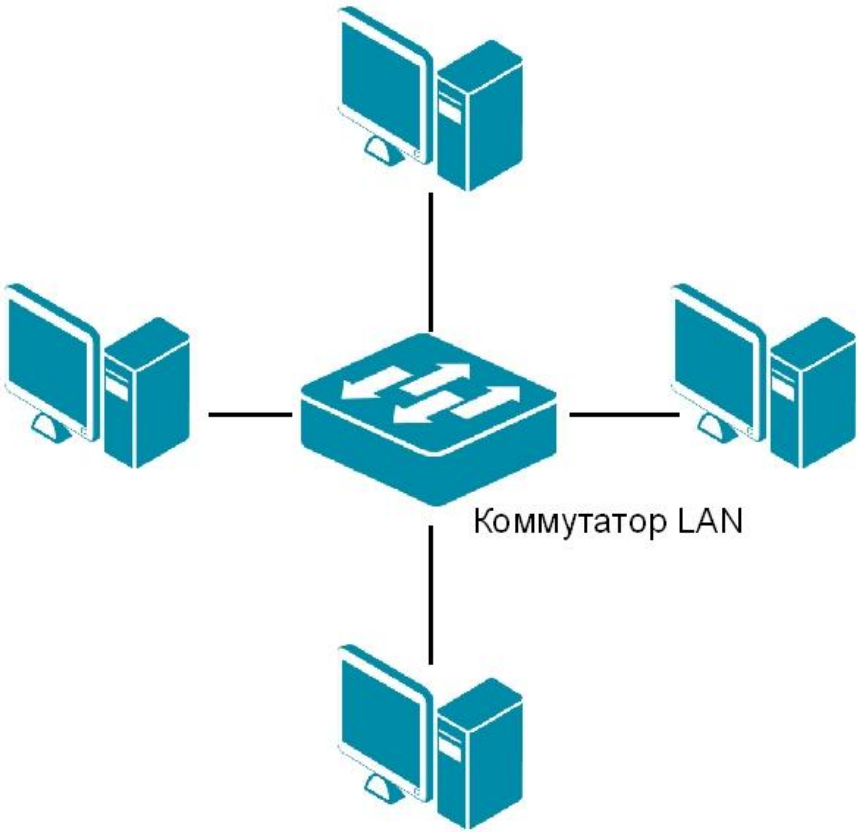


MAC-адрес	Порт
1	1
2	1
3	2
4	2

D-Link
Building Networks for People

Эволюция проводных сетей Ethernet

Сетевой коммутатор (1990 год)



Модель OSI

Уровень приложений (Application)
Уровень представлений (Presentation)
Сеансовый уровень (Session)
Транспортный уровень (Transport)
Сетевой уровень (Network)
Канальный уровень (Data Link)
Физический уровень (Physical)

D-Link
Building Networks for People

Эволюция проводных сетей Ethernet

Первый сетевой коммутатор

(Kalpana EtherSwitch EPS-700, 1990 год)

Ports	7
Forwarding method	cut-through ("on the fly") packet switching
Throughput	30 Mbit/s
Latency	40 µs
Buffer	256 packets

D-Link
Building Networks for People

Особенности современных коммутаторов Ethernet

- Работают на основе алгоритма прозрачного моста (алгоритм описан в стандарте **IEEE 802.1D**);
- Коммутируют сетевой трафик на канальном уровне, оперируя при этом заголовками Ethernet-кадров;
- Обеспечивают возможность работы сетевых соединений в режиме полного дуплекса (full duplex);
- Способны устанавливать одновременно несколько коммутируемых соединений между разными парами портов;
- В отличие от концентраторов, передают трафик (за исключением широковещательного) непосредственно на порт получателя;
- Улучшают архитектуру сети и ее администрирование;
- Повышают производительность и безопасность сети;
- Помимо коммутации обладают, как правило, дополнительным набором функциональных возможностей.

Некоторые функциональные возможности управляемых коммутаторов

- Организация VLAN на основе стандартов IEEE 802.1Q, IEEE 802.1ad;
- Сегментация трафика;
- Поддержка протоколов связующих деревьев (STP, RSTP, MSTP);
- Обеспечение качества обслуживания QoS;
- Возможность объединения портов в транк на основе IEEE 802.3ad;
- Функции защиты от несанкционированных подключений: аутентификация на основе IEEE 802.1x, ACL-списки, Port Security, IMPB;
- Контроль полосы пропускания;
- Зеркалирование портов;
- Управление Multicast-вещанием и др.

Общие принципы функционирования коммутаторов в сетях Ethernet

D-Link
Building Networks for People

Принцип функционирования сетевого коммутатора

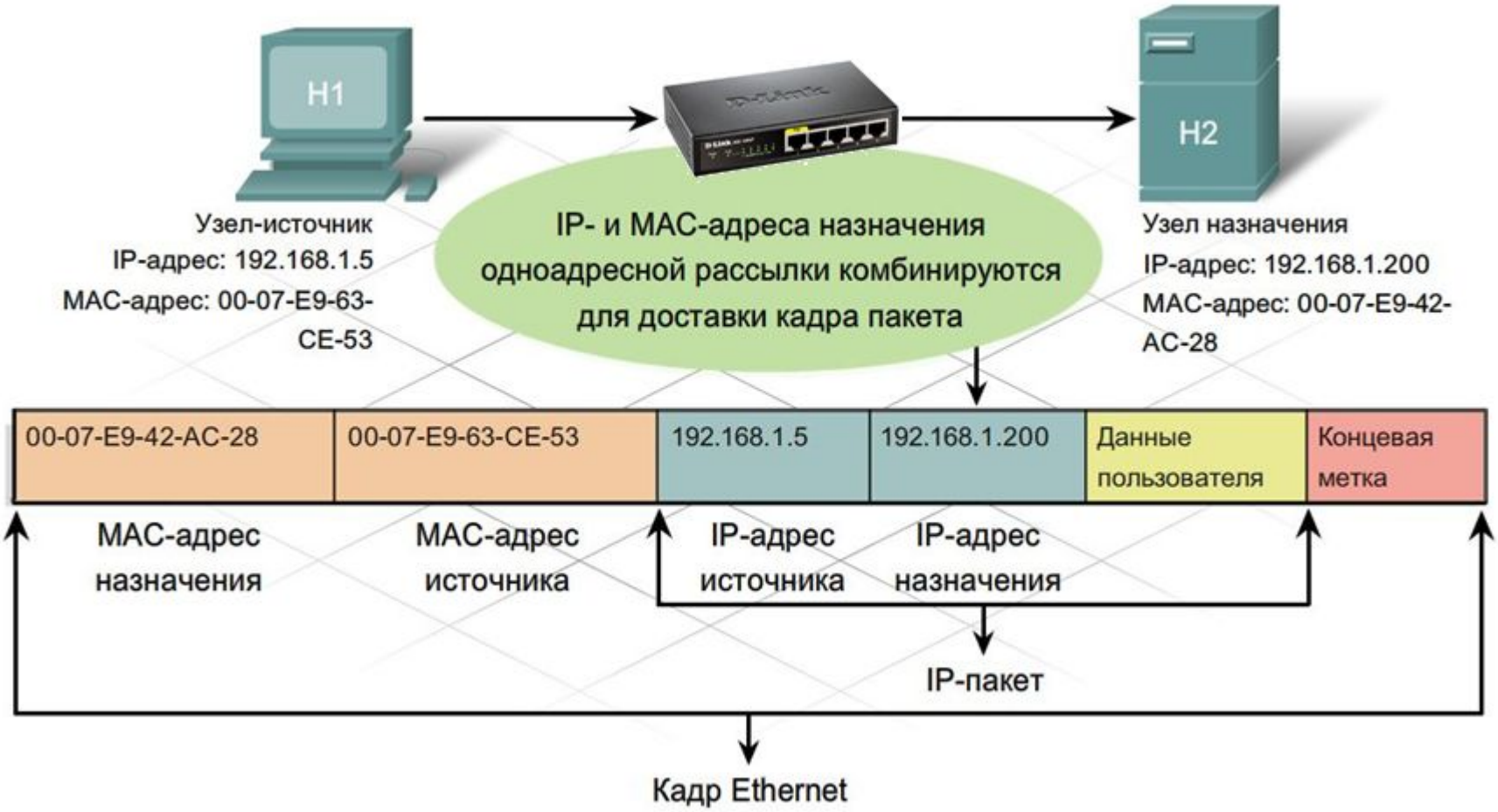
Коммутаторы для сетей Ethernet обрабатывают кадры на основе алгоритма **прозрачного моста** (*transparent bridge*), который определен стандартом **IEEE 802.1D**.

Модель работы прозрачного моста, описанная в IEEE 802.1D определяет следующие процессы:

- продвижение кадров (Forwarding);
- изучение адресов (Learning);
- фильтрация кадров (Filtering).

Процесс работы алгоритма прозрачного моста начинается с построения **таблицы коммутации** (*Forwarding DataBase, FDB*).

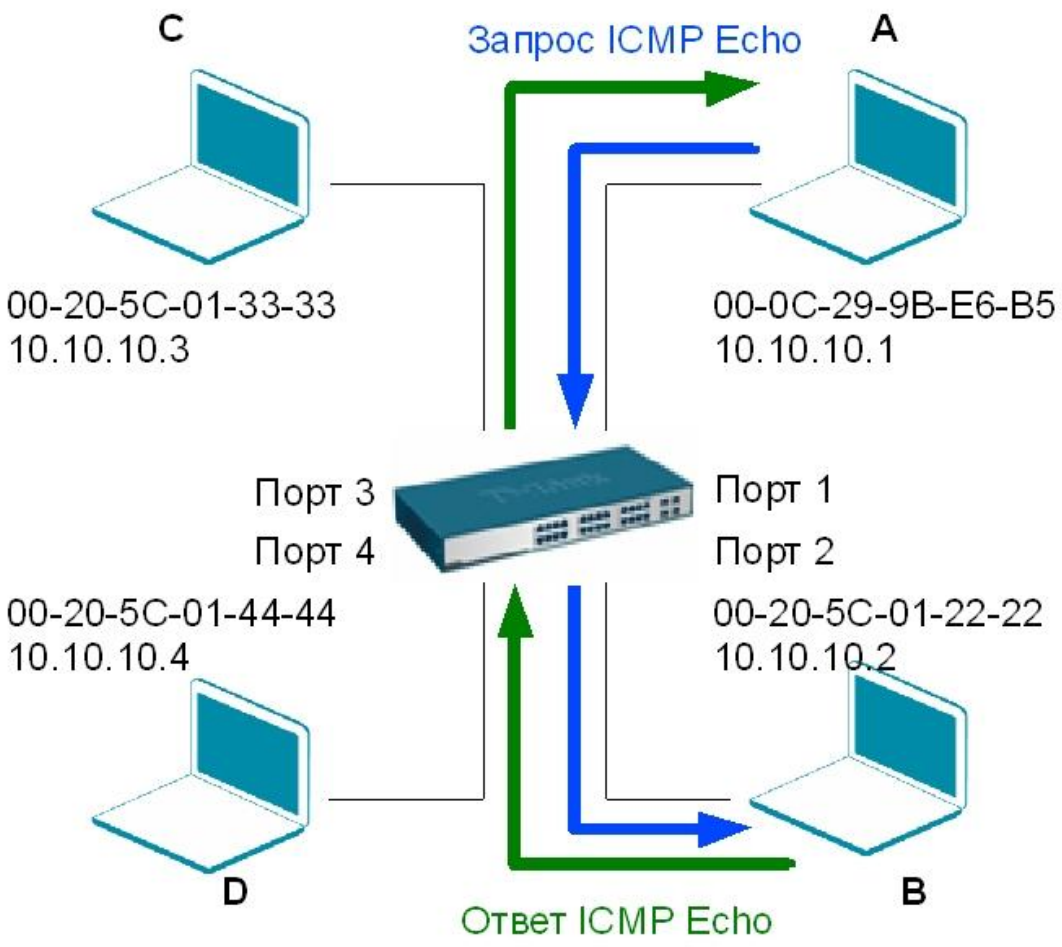
Принцип функционирования сетевого коммутатора



D-Link
Building Networks for People

Функционирование коммутаторов

Таблица коммутации	
Порт 1	00-0C-29-9B-E6-B5
Порт 2	00-20-5C-01-22-22



Как только в таблице коммутации появляется хотя бы одна запись, коммутатор начинает использовать ее для пересылки кадров.

D-Link Building Networks for People

Классификации сетевых коммутаторов

Классификация по модели OSI

Коммутаторы классифицируют в соответствии с уровнями модели OSI, на которых они функционируют.

Различают:

- коммутаторы уровня 2 (Layer 2, L2),
- коммутаторы уровня 3 (Layer 3, L3),
- коммутаторы уровня 2+ (Layer 2+, L2+)

Классификация по модели OSI

- **Коммутаторы уровня 2** поддерживают функционал, связанный с коммутацией на канальном уровне;

- **Коммутаторы уровня 3** поддерживают функционал, связанный с коммутацией на канальном уровне, а также статической и динамической маршрутизации на сетевом уровне;

- **Коммутаторы уровня 2+** поддерживают функционал, связанный с коммутацией на канальном уровне, а также некоторые функциональные возможности, связанные с «пониманием» заголовка IP-пакета (статическая маршрутизация, фильтрация трафика по IP-адресам и др.)

Классификация по конструктивному исполнению

Различают:

- настольные коммутаторы (Desktop switch);
- стоечные коммутаторы (Rack mounted switch);
- коммутаторы на основе шасси (Chassis switch)

Классификация по конструктивному исполнению

Настольные коммутаторы

Особенности:

- Используются в небольших сетях SOHO или небольших сегментах;
- Небольшие размеры;
- Небольшое число портов (4-5-8-16);
- Полное отсутствие или весьма органиченный набор функциональных возможностей;
- Полное отсутствие или ограниченные возможности программного управления

D-Link
Building Networks for People

Классификация по конструктивному исполнению

Стоечные коммутаторы

Особенности:

- Используются в средних и крупных сетях SMB, Enterprise;
- Размеры и формы для монтажа в стойку 19”;
- Число портов 10-52;
- Имеют расширенный набор функциональных возможностей;
- Имеют возможности управления посредством CLI, Web, SNMP, RMON

D-Link
Building Networks for People

Классификация по конструктивному исполнению

Коммутаторы на основе шасси (модульные коммутаторы)

Особенности:

- Используются преимущественно в ядрах крупных ЛВС сегментов Enterprise или Metro Ethernet;
- Представляют собой модульный конструктор (модули управления, модули портов, модули ИБП);
- Число портов варьируется и зависит от портовых модулей;
- Имеют относительно высокую функциональность, производительность и надежность.

D-Link
Building Networks for People

Классификация по возможности управления

Неуправляемые коммутаторы

Особенности:

- **Не имеют** возможности программного управления через CLI, Web, SNMP, RMON со стороны пользователя;
- Неуправляемыми чаще всего являются настольные коммутаторы, хотя выпускаются модели и в стоечном исполнении

Классификация по возможности управления

Управляемые коммутаторы

Особенности:

- **Имеют** возможности программного управления через CLI, Web, SNMP, RMON со стороны пользователя;
- Чаще всего выпускаются в стоечном, а также в модульном исполнениях

D-Link
Building Networks for People

Общее представление о внутренней архитектуре коммутатора

Понятие сетевого коммутатора с точки зрения электроники и схемотехники

Сетевой коммутатор – это специализированный компьютер, предназначенный:

1. Для аппаратной коммутации сетевых подключений и передачи цифровых сигналов в соответствии с определенным стандартом (например, Ethernet);
2. Для программно-аппаратного управления имеющимися подключениями, а также потоком данных, проходящим через них (при наличии функциональных возможностей).

D-Link
Building Networks for People

Архитектура коммутатора

Компоненты коммутатора:

-материнская плата,

-блок питания,

-провода,

-корпус.

На материнской плате располагаются:

-процессор;

-специализированный контроллер ASIC (один или несколько) ;

-множество портов с обслуживающими их контроллерами;

-ПЗУ и ОЗУ;

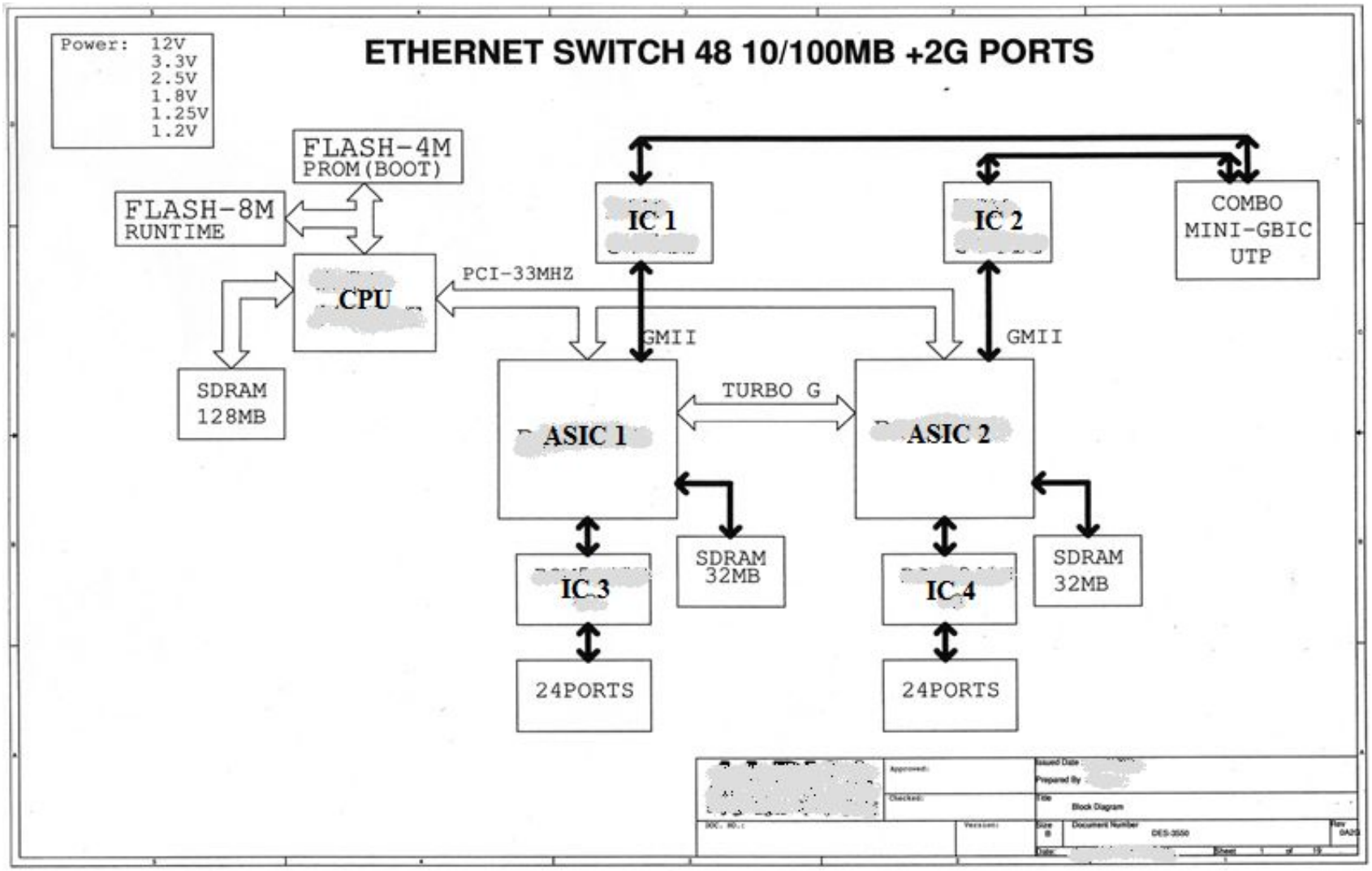
-шины и схемотехническая «обвязка».

D-Link
Building Networks for People

Общая структурная схема коммутатора

D-Link
Building Networks for People

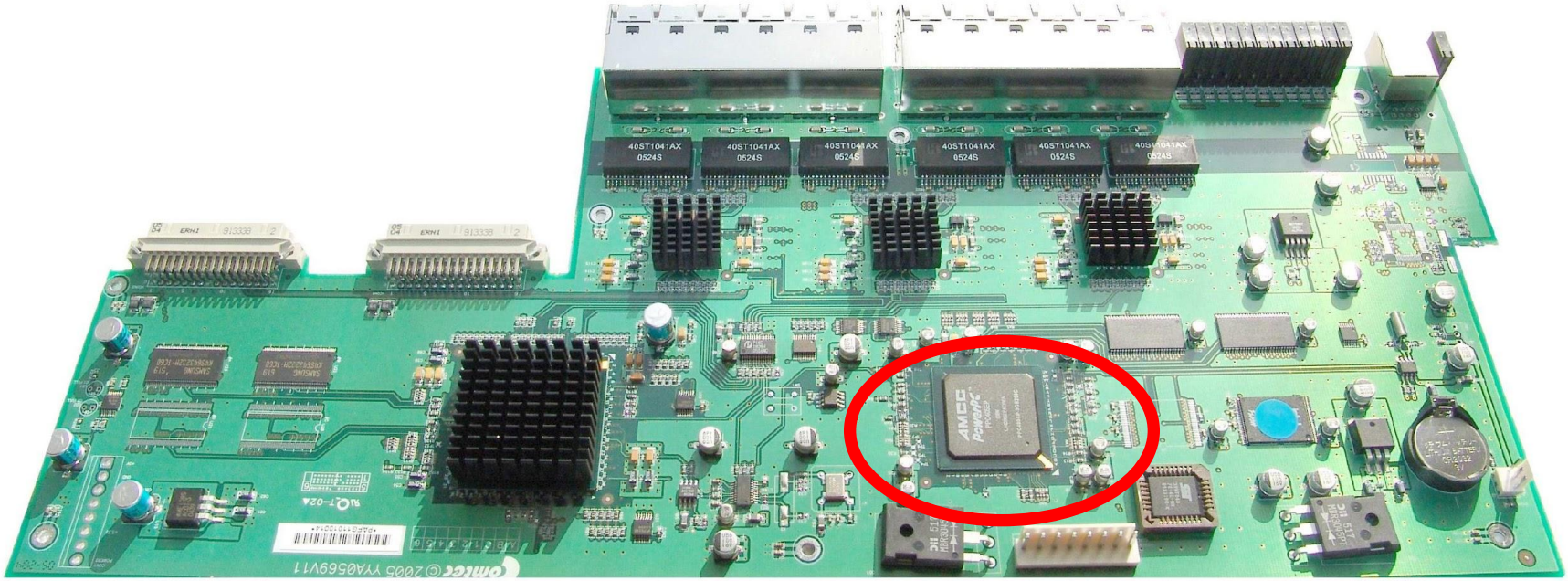
Пример схемы коммутатора D-Link DES-3550



D-Link
Building Networks for People

Элементы архитектуры коммутатора

Процессор (CPU)



Элементы архитектуры коммутатора

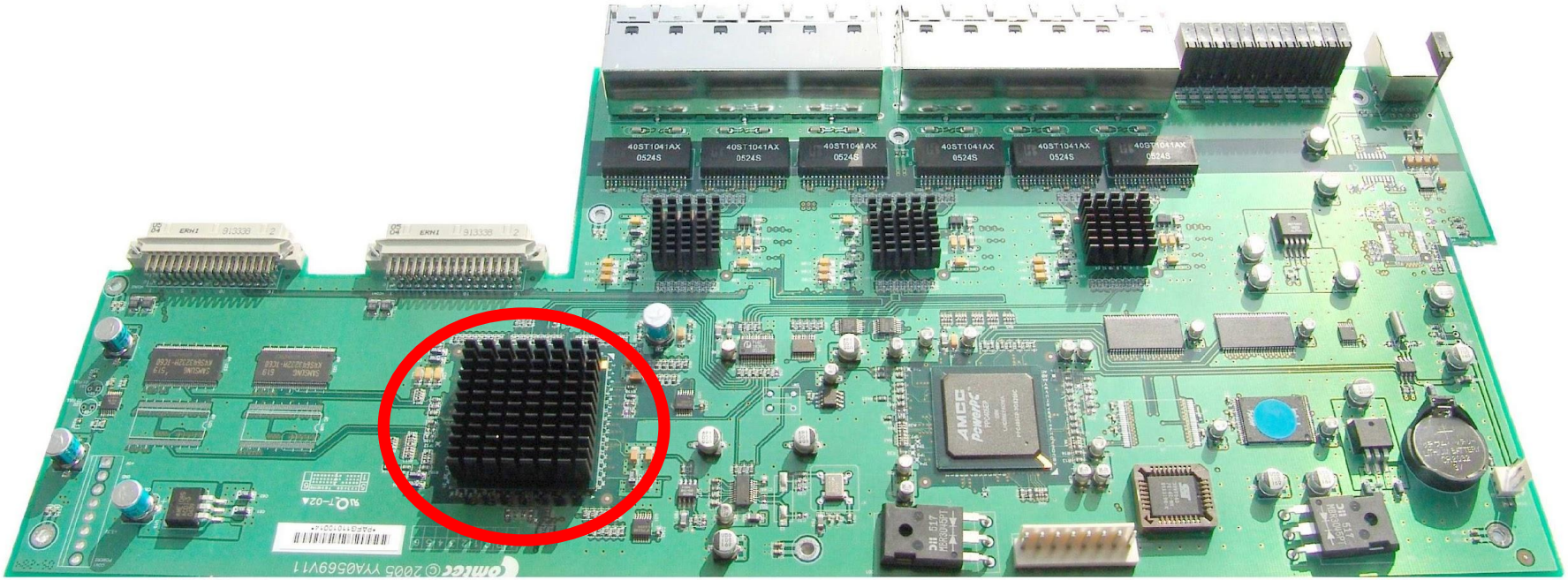
Процессор (CPU)

Особенности

- Представляет собой чипсет, реализующий определенный набор машинных команд;
- Исполняет программный код, реализованный в загрузчике и прошивке коммутатора;
- Самостоятельно выполняет обработку некоторых Ethernet-кадров и IP-пакетов, таких как широковещательные ARP-пакеты, кадры с неизвестным MAC-адресом назначения или пакеты с неизвестным IP-адресом назначения и т.д.;
- Необходим для организации интерфейсов коммутатора (CLI, Web, Telnet, SSH, SNMP и др.);
- Осуществляет прямое взаимодействие с коммутирующей матрицей.

Элементы архитектуры коммутатора

Контроллер ASIC



Элементы архитектуры коммутатора

Контроллер ASIC

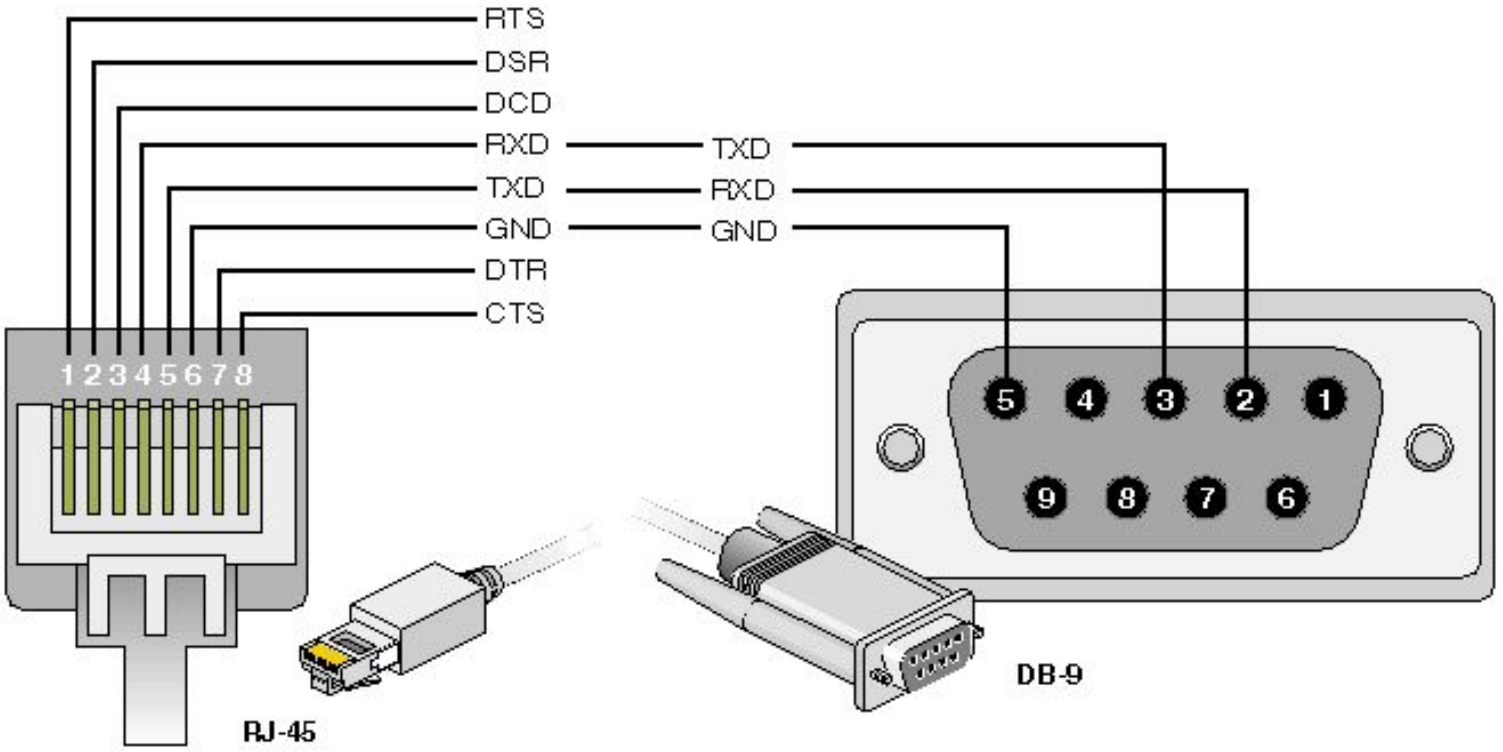
Особенности

- Представляет собой специализированный **чипсет**, реализующий набор функций по продвижению и управлению сетевым трафиком АППАРАТНО;
- Необходима, прежде всего, для аппаратной реализации переключения трафика с одного порта коммутатора на другой (коммутации Ethernet-кадров);
- Предоставляет качество обслуживания (QoS) и некоторые дополнительные функции при продвижении трафика.

Элементы архитектуры коммутатора

Виды интерфейсных разъемов коммутатора

- **Консольный порт (Consol)**



D-Link
Building Networks for People

Элементы архитектуры коммутатора

Виды интерфейсных разъемов коммутатора

- **8P8C (RJ-45)** на примере D-Link DES-3200-26

Элементы архитектуры коммутатора

Виды оптических интерфейсных разъемов коммутатора

- **SFP+** на примере D-Link DGS-3620-52T

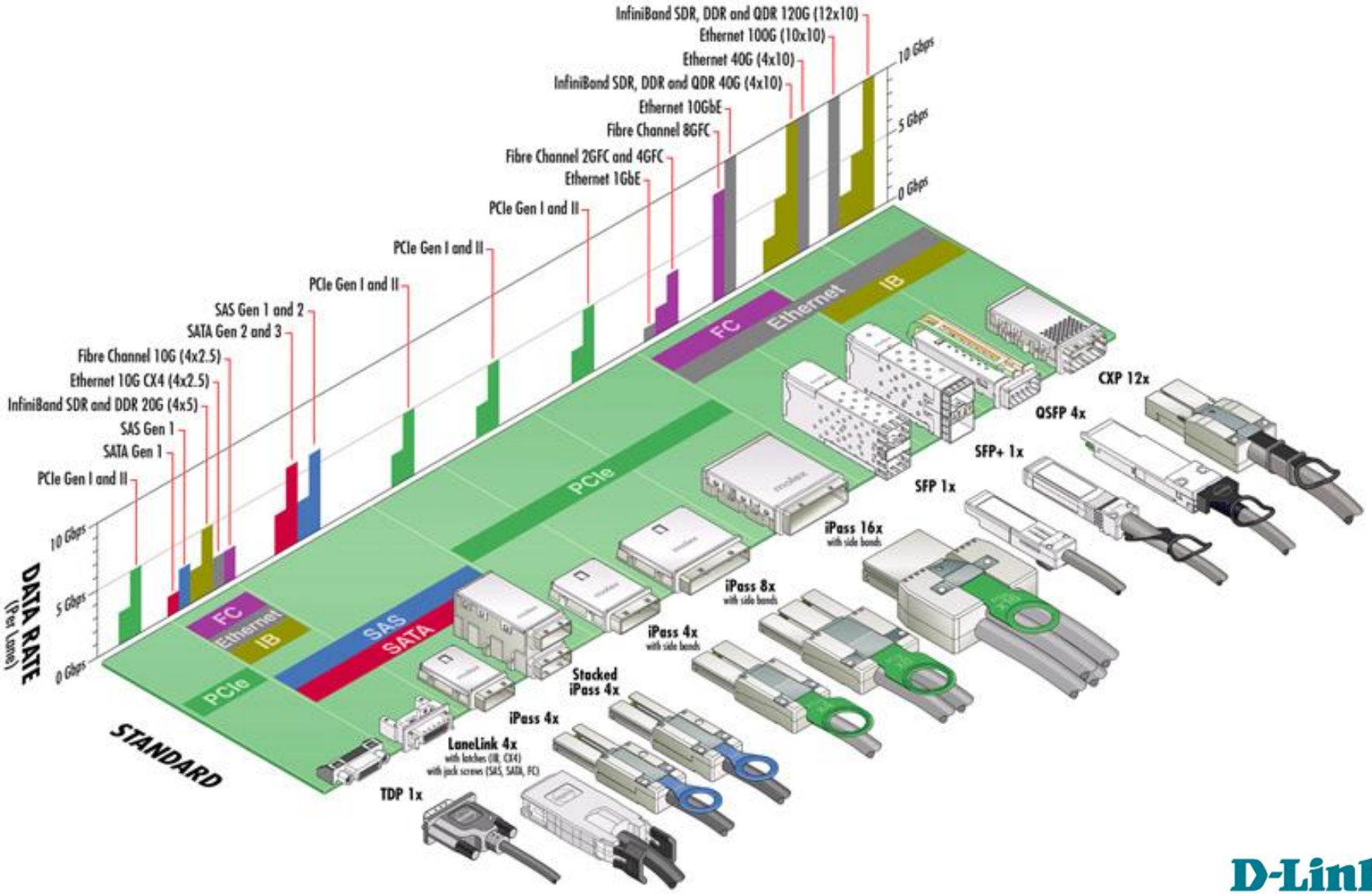
Элементы архитектуры коммутатора

Виды оптических интерфейсных разъемов коммутатора

- GBIC, SFP, SFP+, QSFP, XFP

D-Link
Building Networks for People

Виды оптических интерфейсов



D-Link
Building Networks for People

Элементы архитектуры коммутатора

Различия оптических модулей

- По формфактору;
- По поддерживаемому стандарту (тип кабеля, скорость передачи, дуплекс, мощность и др.);
- По возможности спектрального уплотнения.

Где почитать про разъемы и стандарты:

- Документация IEEE (http://ieeexplore.ieee.org);
- Википедия;
- http://habrahabr.ru/post/188224/.

Общие принципы начальной настройки управляемого коммутатора

D-Link
Building Networks for People

Сценарий начальной настройки коммутатора

1. **Предварительная подготовка.** Подключение коммутатора в сеть 220v, подключение к компьютеру через порт Console или порты Ethernet, получение доступа к CLI или Web-интерфейсу;
2. **Установка точной даты и времени.** Установка вручную или с помощью синхронизации по протоколам NTP/SNTP;
3. **Обновление прошивки**. Уточнение версии установленной на коммутаторе прошивки и её обновление при необходимости;
4. **Создание учетной записи с правами администратора.** При отсутствии учетной записи администратора её необходимо создать, а при наличии изменить пароль по умолчанию;
5. **Настройка системного IP-адреса**. Изменение IP-адреса по умолчанию на IP-адрес из сети управления коммутатором;
6. **Сохранение** изменённых параметров во внутреннюю память **и перезагрузка** коммутатора для активации всех настроек.

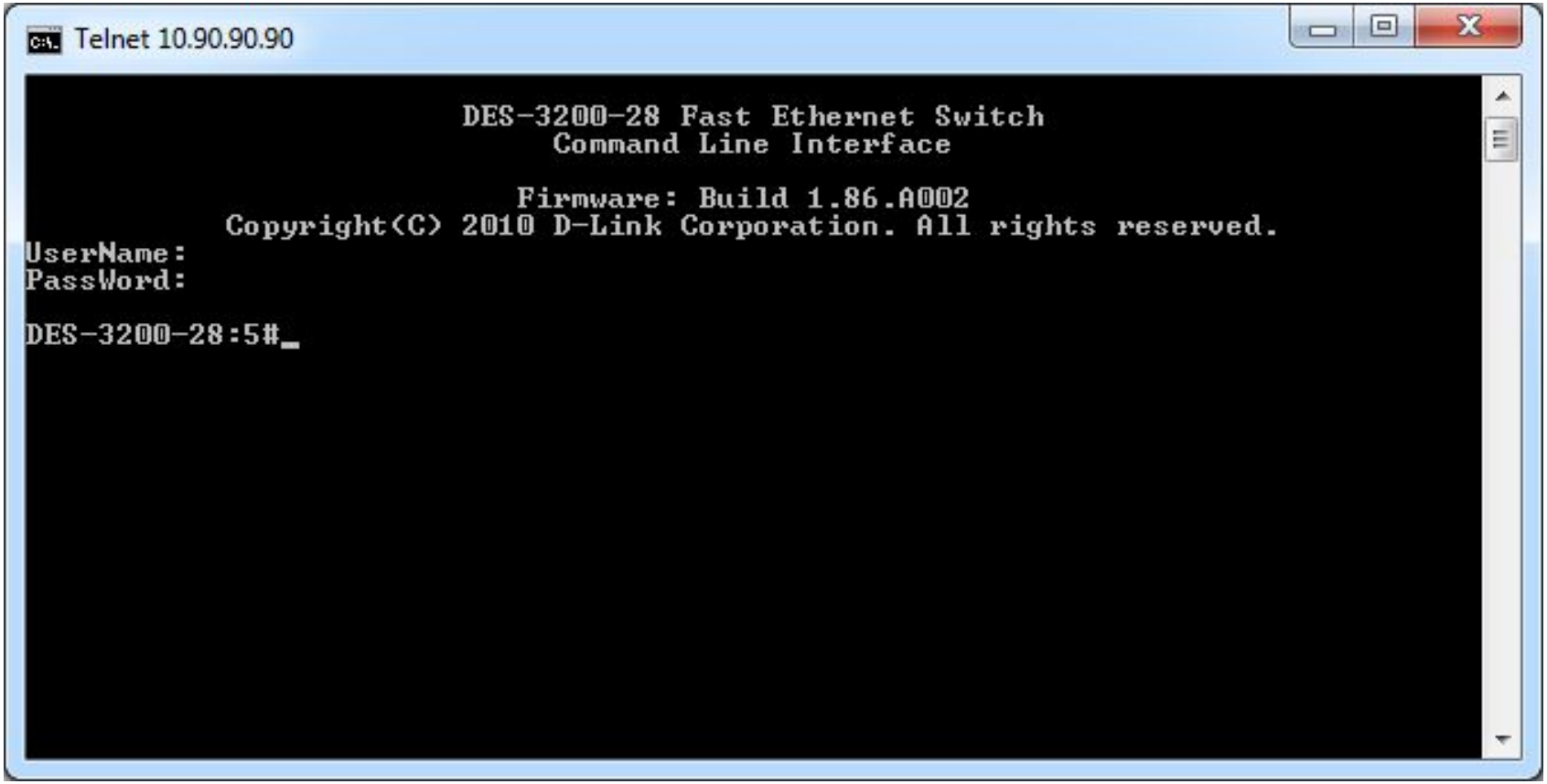
Начальная настройка коммутатора. Шаг 1. Предварительная подготовка

1. Подключение в сеть 220V;
2. Подключение к компьютеру через физический интерфейс (порт Console или порты Ethernet) ;
3. Подключение к одному из программных интерфейсов Web, CLI, SNMP и др. (по умолчанию на коммутатора D-Link IP-адрес: 10.90.90.90/8).

Начальная настройка коммутатора. Средства доступа к программным интерфейсам

1. **CLI**. Встроенные в ОС средства доступа к консоли, а также её эмуляции по Telnet или SSH. Сторонние программы типа Putty, TerraTerm и др.;
2. **Web-интерфейс**. Браузеры IE, Mozilla Firefox, Google Chrome и др. Не рекомендуется использовать Opera;
3. **SNMP/RMON**. Софт типа Net-snmp, WinAgents MIB Browser, OidView Pro MIB Browser и др.

Начальная настройка коммутатора. Пример интерфейса командной строки (Command Line Interface, CLI)*



* Здесь и далее приводятся примеры консольного интерфейса управляемого коммутатора **D-Link DES-3200-28** (ревизия A1)

D-Link Building Networks for People

Начальная настройка коммутатора. Особенности интерфейса командной строки

1. Консольный интерфейс коммутаторов имеет много общего с консолью ОС Linux/UNIX;
2. При написании консольных команд используются латинские буквы, арабские цифры, спец. символы;
3. Консоль чувствительна к регистру букв;
4. Большинство команд являются составными по принципу от общего к частному, например “**create account admin user1**”;
5. Почти каждая команда имеет укороченный вариант записи, например “**show – sh**”, **“create – cr”** и др.;
6. Продолжение команд добавляется по клавише “**Tab**”;
7. После успешного выполнения консольной команды, как правило, выдается надпись **“Success.”**.

Начальная настройка коммутатора. Основные команды консоли

- **“show”** - что-то посмотреть;
- **“create”** - что-то создать;
- **“config”** - что-то сконфигурировать, изменить настройки;
- **“enable”** и **“disable”** - что-то разрешить и запретить (соответственно);
- **“save”** - сохранение настроек;
- **“reset”** - сброс настроек;
- **“reboot”** - перезагрузка устройства;
- **“download”** и **“upload”** - соответственно загрузка и выгрузка прошивок, кофигураций, логов.

Начальная настройка коммутатора. Пример вариации команды “show”

Команда «show» - средство просмотра состояния и параметров коммутатора при настройке, мониторинге и поиске неисправностей в работе коммутатора.

show config	используется для отображения текущей конфигурации
show fdb	используется для отображения текущей таблицы коммутации
show switch	используется для отображения общей информации о коммутаторе
show device_status	используется для отображения состояния внутреннего и внешнего питания коммутатора
show error ports	используется для отображения статистики об ошибках для заданного диапазона портов

D-Link
Building Networks for People

Начальная настройка коммутатора. Пример вариации команды “show”

show packet ports	эта команда используется для отображения статистики о переданных и полученных портом пакетах
show log	эта команда используется для просмотра Log-файла коммутатора
show firmware information	эта команда используется для отображения информации о программном обеспечении коммутатора (прошивке)
show ipif	эта команда используется для отображения информации о настройках IP-интерфейса на коммутаторе

D-Link
Building Networks for People

Начальная настройка коммутатора. Особенности интерфейса командной строки

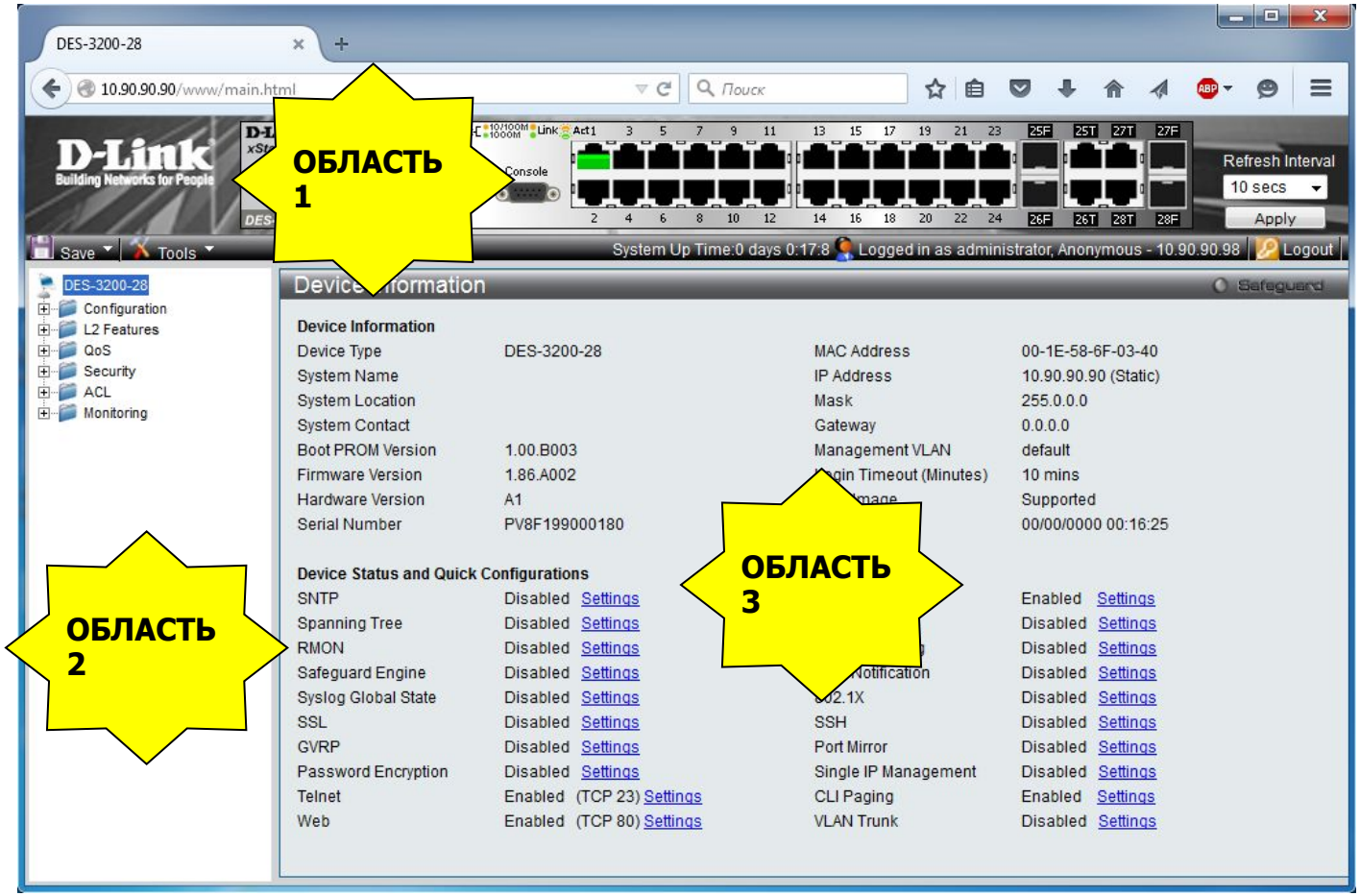
ПЛЮСЫ

1. Самый удобный, простой и быстрый вид интерфейса для опытных администраторов, знакомых с консолью ОС Linux;
2. Обладает самым полным набором команд управления;
3. Доступен в вариантах непосредственной консоли, а также в режиме эмуляции через Telnet или SSH.

МИНУСЫ

1. Требует определенных навыков работы с консолью;
2. Некоторые команды имеют довольно большие «выкладки»;
3. Могут быть различия системы команд даже в рамках одной модели коммутаторов разных аппаратных ревизий.

Начальная настройка коммутатора. Пример web-интерфейса*



* Здесь и далее приводятся примеры web-интерфейса управляемого коммутатора **D-Link DES-3200-28** (ревизия A1)

D-Link Building Networks for People

Начальная настройка коммутатора. Особенности web-интерфейса

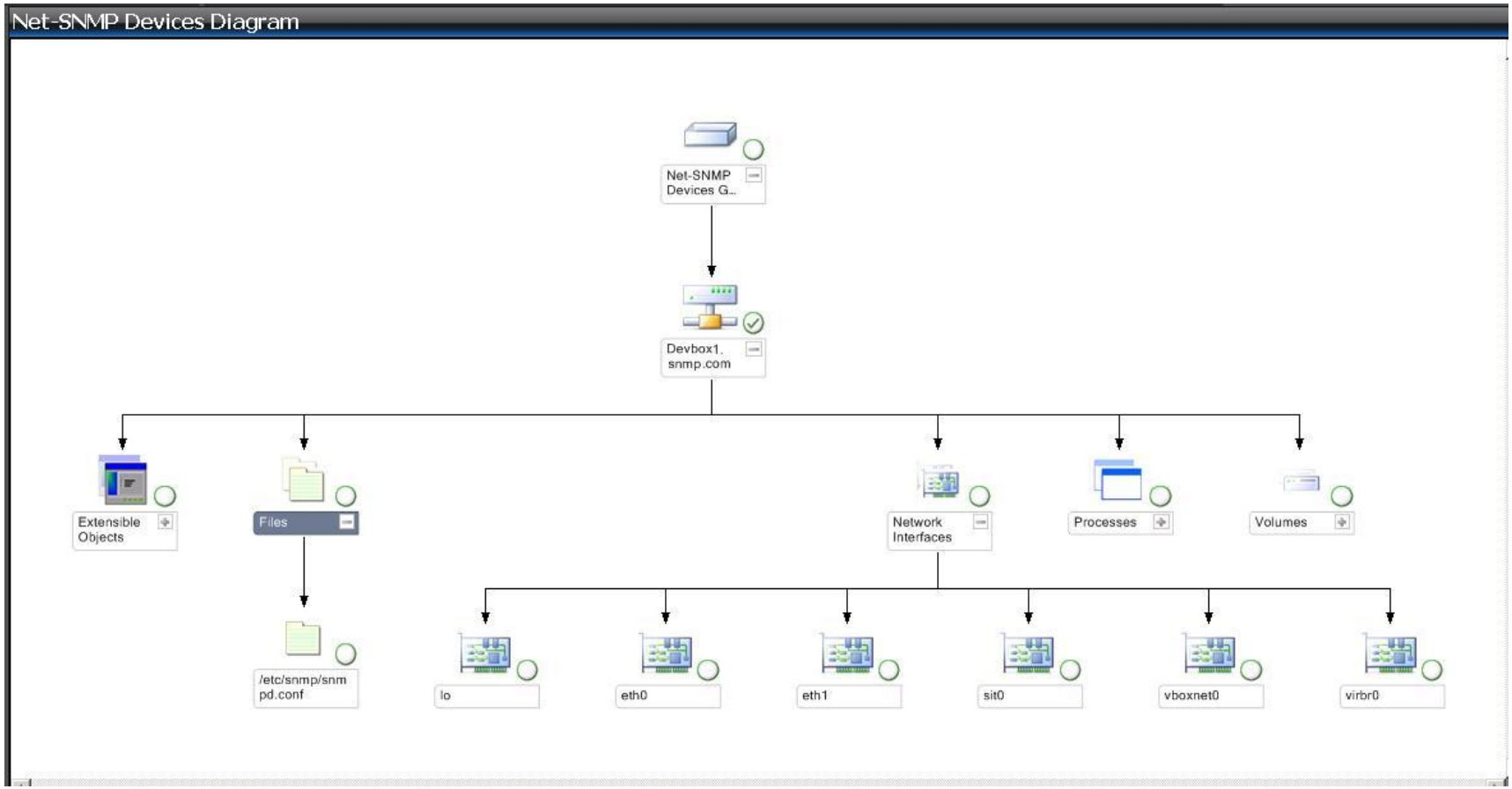
ПЛЮСЫ

1. Относительно наглядный и удобный вид интерфейса;
2. Часть настроек коммутатора осуществляется относительно удобнее и быстрее, чем в консоли.

МИНУСЫ

1. «Тяжеловесный» по сравнению с консолью;
2. Далеко не всегда оперативно находятся нужные вкладки с настройками;
3. Позволяет реализовать далеко не все «выкладки» консольных команд.

Начальная настройка коммутатора. Пример управления сетью по протоколу SNMP (скриншот программы Net-SNMP)



D-Link
Building Networks for People

Начальная настройка коммутатора. Особенности интерфейса SNMP

ПЛЮСЫ

1. Удобный вид интерфейса для опытных администраторов, знакомых с консолью ОС Linux;
2. Обладает единым и стандартизированным форматом взаимодействия с оборудованием разных производителей;
3. Имеет расширенные средства взаимодействия (консоль + GUI).

МИНУСЫ

1. Требует определенных навыков работы с протоколами и софтом;
2. Не всегда и во всех ЛВС удобен.

Начальная настройка коммутатора

Шаг 2. Настройка даты и времени

- Настройка системной даты и времени необходима для правильного отображения информации в журналах регистрации сетевого оборудования (Log-файлах), а также для корректной работы устройств по расписанию;
- По-хорошему, сетевому администратору необходимо организовать в ЛВС автоматическую синхронизацию времени на всех сетевых устройствах с внутреннего или внешнего сервера;
- Для синхронизации даты и времени посредством сетей TCP/IP предусмотрены протоколы NTP и SNTP;
- В сети Интернет существует множество серверов времени как в свободном доступе, так и на платной основе;
- Доп. информация на сайтах http://www.ntp.org/, http://www.pool.ntp.org/ru/, https://www.ntp-servers.net/, а также GOOGLE.RU ☺

Начальная настройка коммутатора

Шаг 2. Настройка даты и времени

- На управляемых коммутаторах D-Link есть возможность настройки даты/времени как вручную, так и по протоколу SNTP;
- Проверить время можно при помощи команды

show time

- Ввести новую дата и время можно при помощи команды

config time DDMMMYYYY HH:MM:SS

- Установить часовой пояс (UTC +HH:MM) можно при помощи команды:

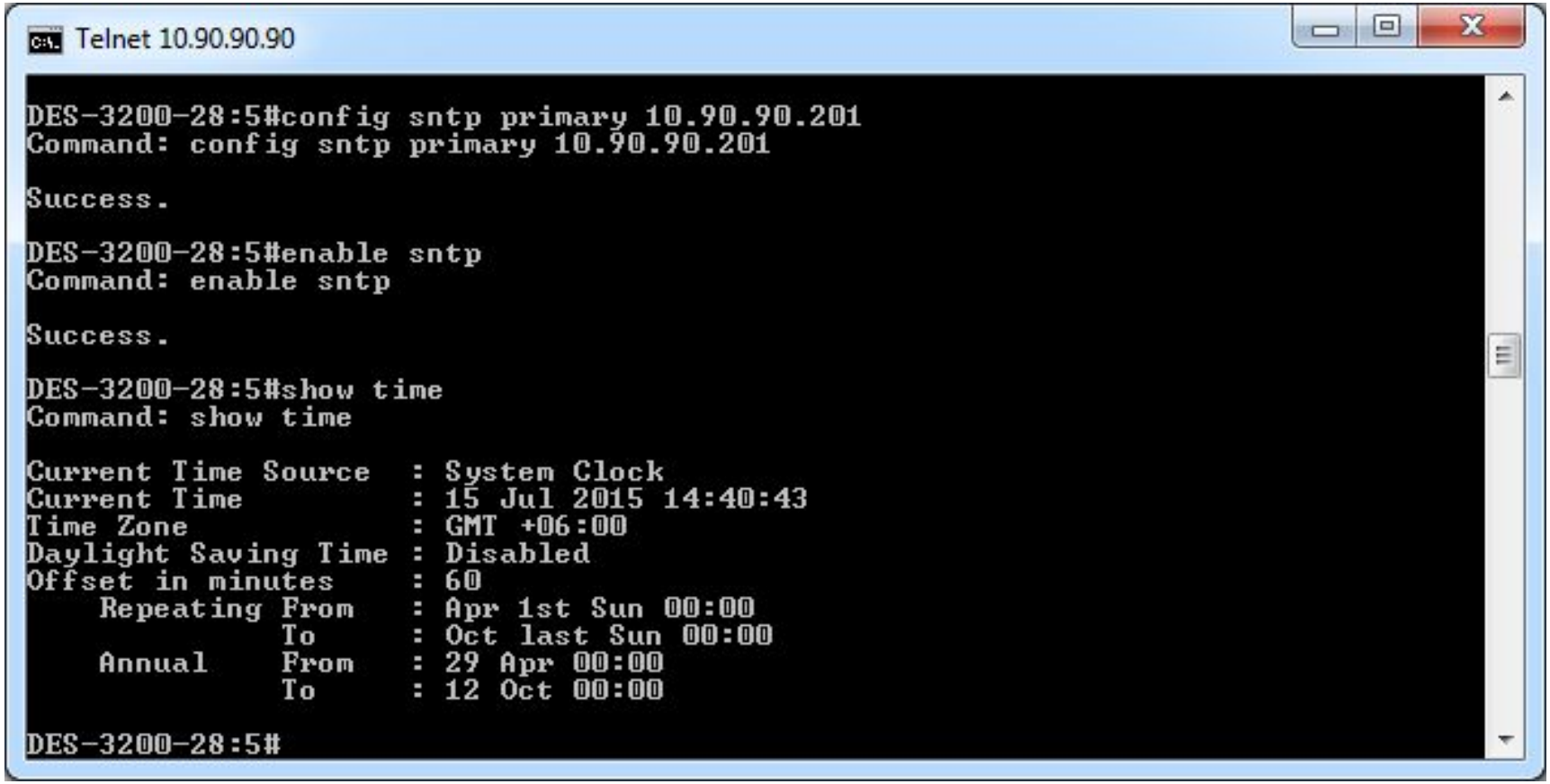
config time_zone operator + hour <H> min <M>

- Настроить первичный сервер sntp и включить автоматическую синхронизацию

config sntp primary <ipaddr>
enable sntp

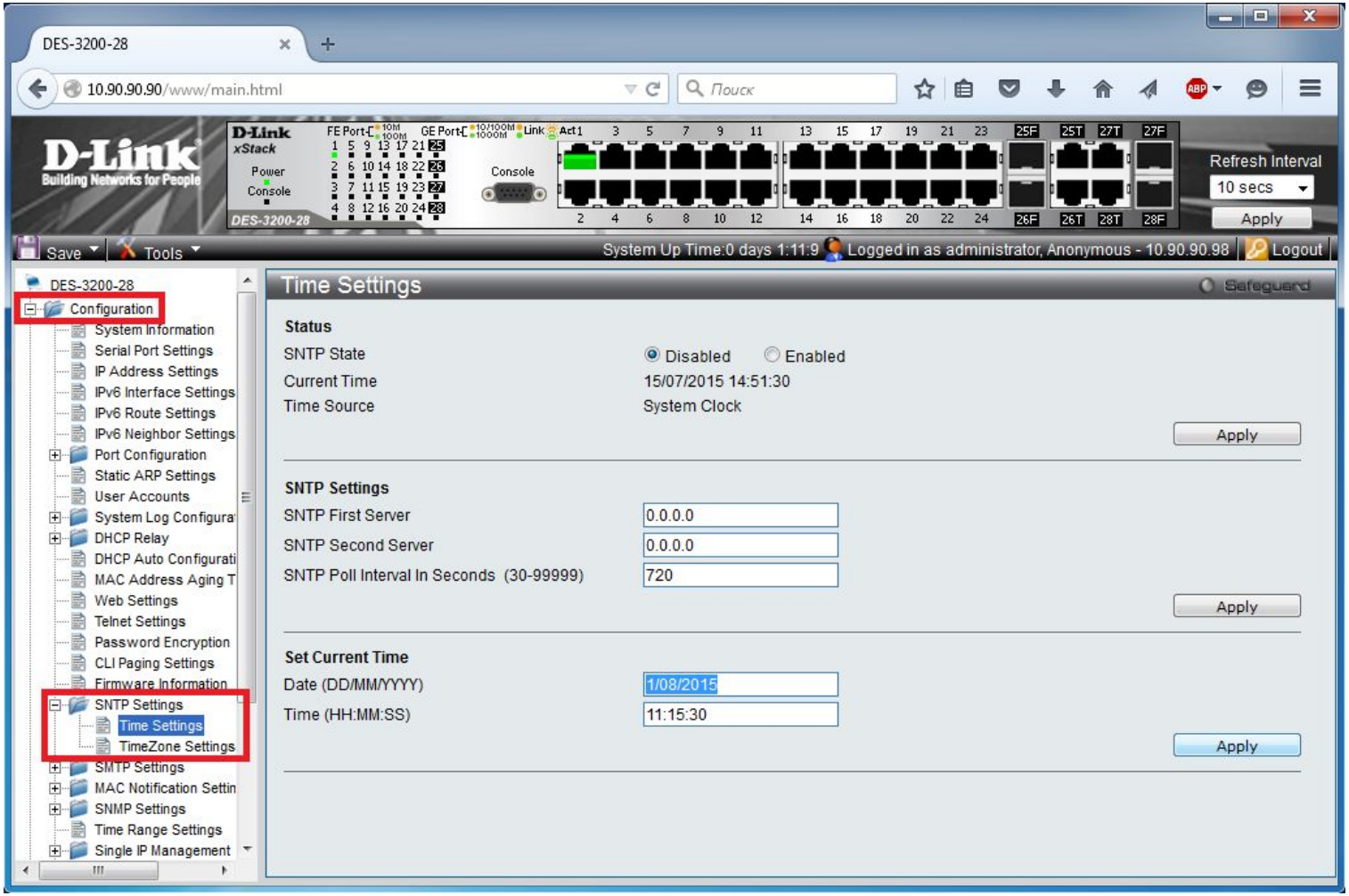
Начальная настройка коммутатора

Пример настройки даты и времени в консоли



Начальная настройка коммутатора

Пример настройки даты и времени через web-интерфейс



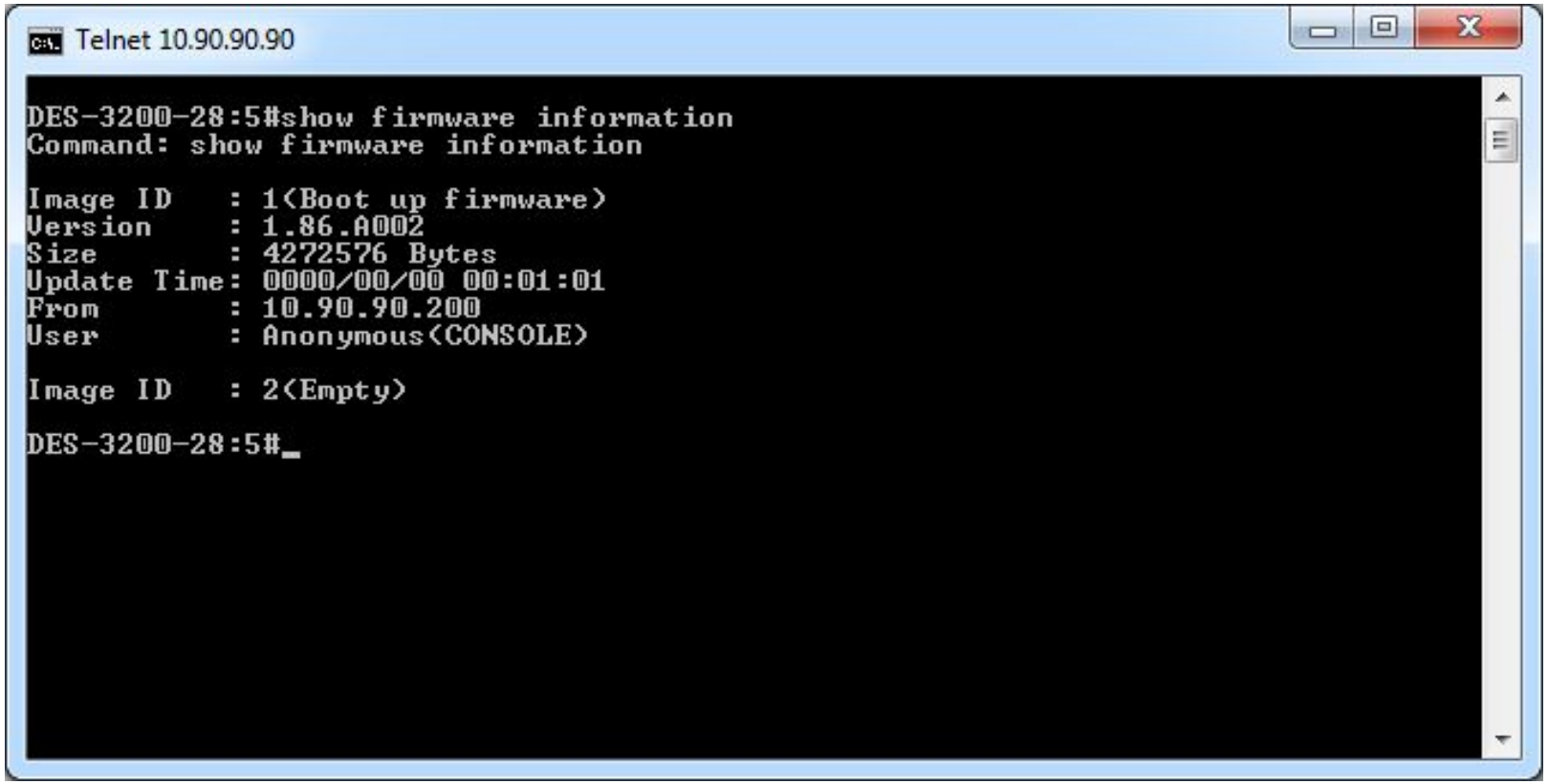
Начальная настройка коммутатора. Шаг 3. Обновление ПО («прошивки»)

- Как правило, сетевое оборудование продаётся далеко не с самыми актуальными версиями прошивок;
- Производители рекомендуют обновление ПО, так как в большинстве случаев это позволяет избавиться от найденных в старых версиях и исправленных ошибок;
- Для большинства коммутаторов D-Link прошивка загружается с помощью файлового сервера по протоколу TFTP (протокол TFTP не совместим с FTP!).
- Для организации TFTP-сервера в ЛВС используют ПО WinAgents TFTP Server, Tftpd32, tftpd и др.
- **ВАЖНО! В процессе обновления прошивки нельзя выключать питание коммутатора.**

Начальная настройка коммутатора. Команды CLI, связанные с прошивкой

- Просмотр информации о хранимых в памяти коммутатора прошивках:

show firmware information



Начальная настройка коммутатора. Команды CLI, связанные с прошивкой

- **Команда download** - команда для загрузки прошивки на коммутатор

  download firmware_fromTFTP <*ipaddr*> <*path_filename 64*> {image_id <*int 1-2*>},

  где **<*ipaddr*>** – IP-адрес TFTP-сервера,

  <*path_filename 64*> – путь к загружаемому файлу и его имя,

  {image_id <*int 1-2*>} – идентификатор загружаемой при старте прошивки.

- Некоторые модели управляемых коммутаторов D-Link могут хранить в памяти две версии прошивки, что позволяет сохранить работоспособность устройства в случае проблем с одной из прошивок.

- **Пример команды**:

  download firmware_fromTFTP *10.48.74.121 DES-3200R_1.85.B008.had* **image_id** *1*

D-Link
Building Networks for People

Начальная настройка коммутатора. Команды CLI, связанные с прошивкой

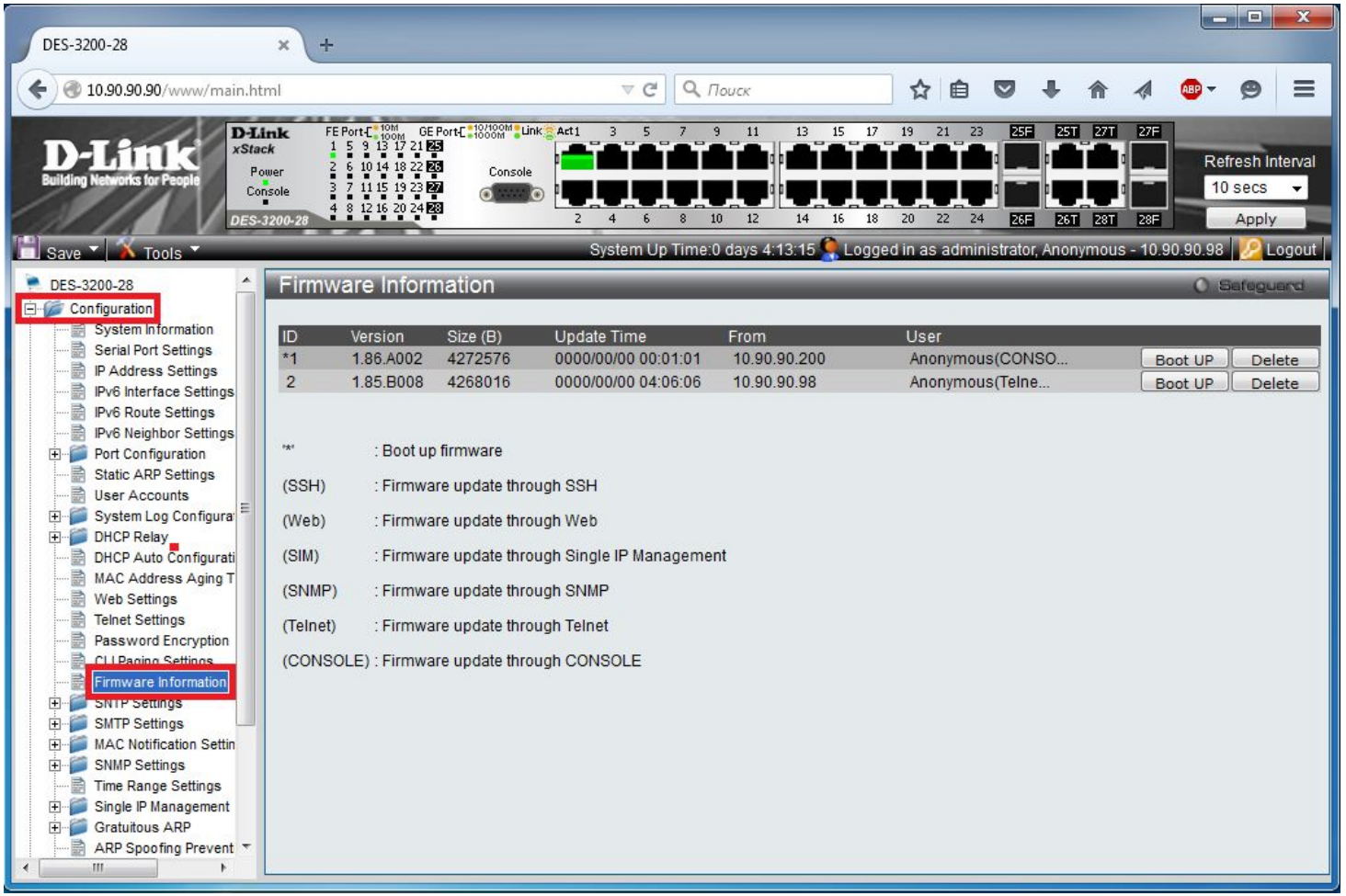
- Изменение номера загружаемой при старте прошивки:

config firmware image_id <*int 1-2*> **boot_up**

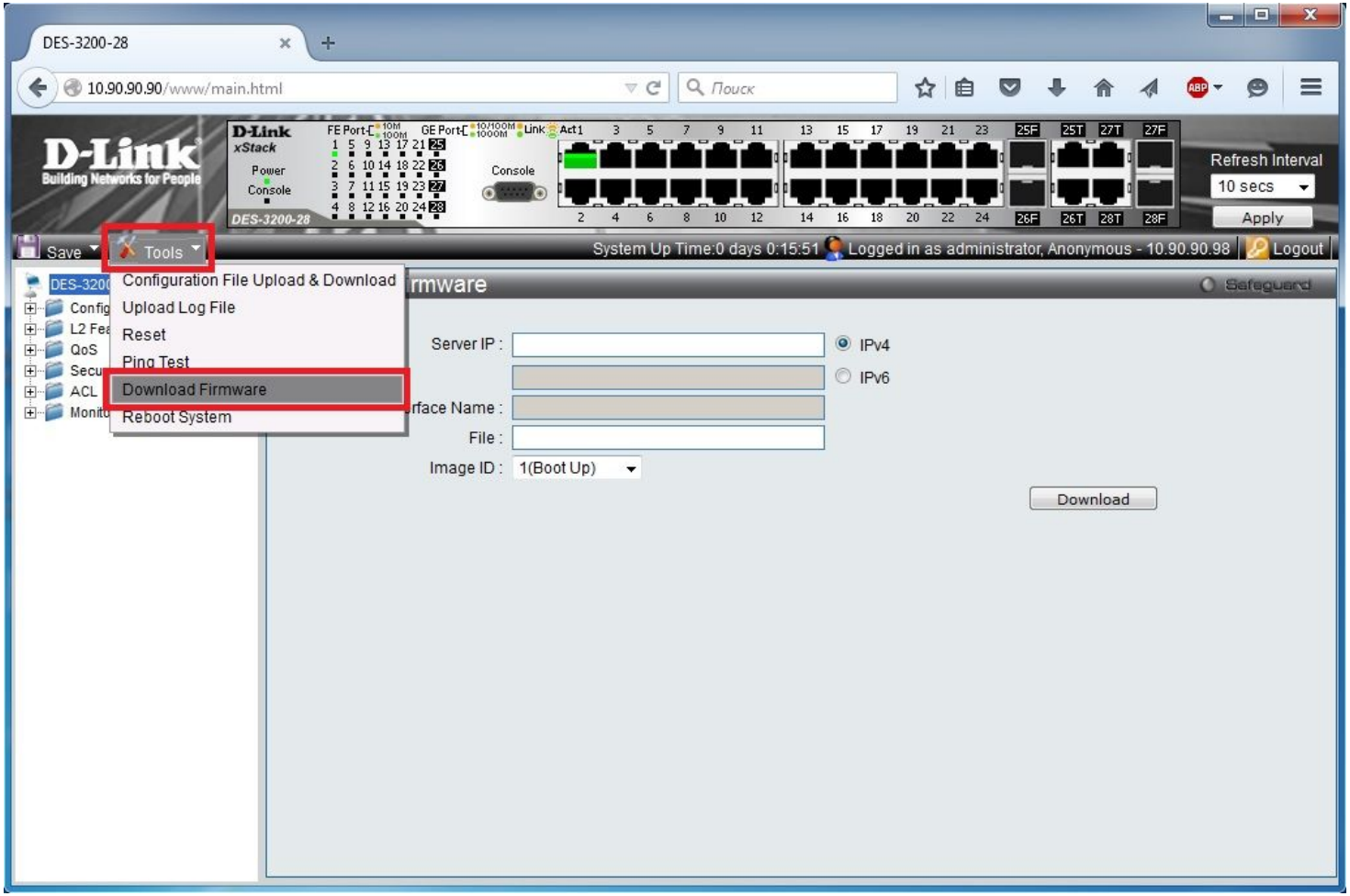
- Удаление файла прошивки из внутренней памяти:

config firmware image_id <*int 1-2*> **delete**

Начальная настройка коммутатора. Пример информации о прошивках в web-интерфейсе



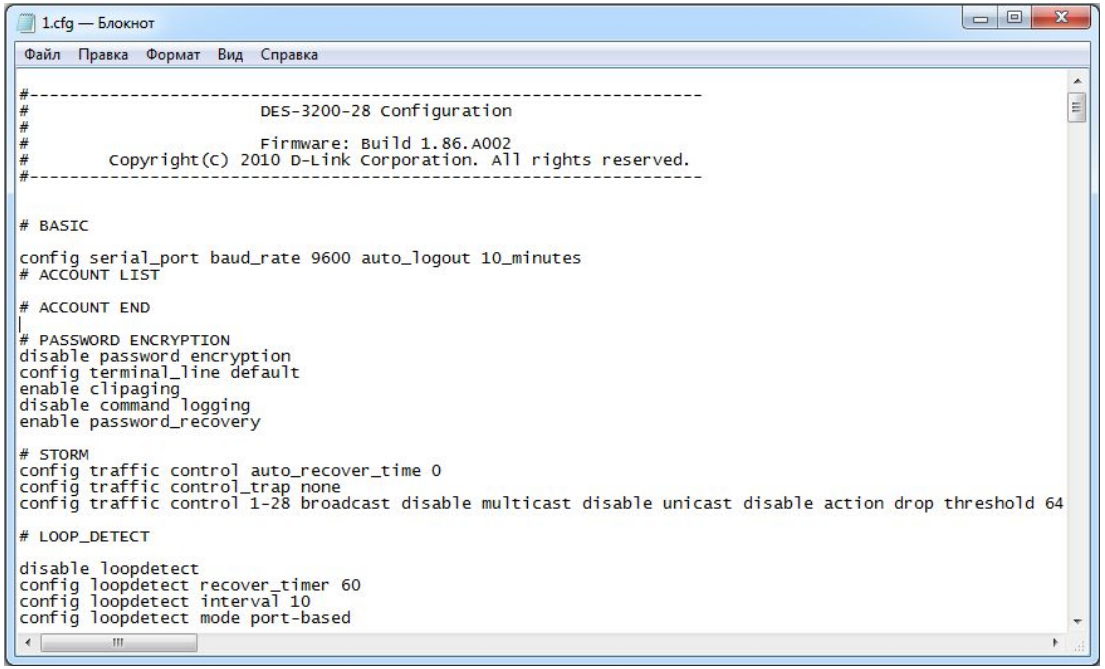
Начальная настройка коммутатора. Пример обновления прошивки в web-интерфейсе



Дополнительные возможности при начальной настройке коммутатора

Резервное копирование конфигурации и её загрузка на коммутатор

- Параметры и настройки хранятся на коммутаторе в текстовом файле формата *.cfg;
- Грамотное сетевое администрирование предполагает резервное копирование конфигурационных файлов.
- Загрузка и выгрузка конфигурационных файлов производится с помощью сервера TFTP



Дополнительные возможности при начальной настройке коммутатора

Резервное копирование конфигурации и её загрузка на коммутатор

- **Команда upload** - выгрузка файла конфигурации с коммутатора на компьютер

upload cfg_toTFTP <*ipaddr*> <*path_filename 64*>**,**

где ***<ipaddr>*** **–** IP-адрес TFTP-сервера,

<path_filename 64> **– имя файла для выгрузки с указанием пути к нему.**

- **Команда download** - загрузка файла конфигурации с коммутатора на компьютер

download cfg_fromTFTP <*ipaddr*> <*path_filename 64*>

где ***<ipaddr>*** **–** IP-адрес TFTP-сервера,

<path_filename 64> **– имя файла для загрузки с указанием пути к нему.**

D-Link
Building Networks for People

Начальная настройка коммутатора

Шаг 4. Создание учетных записей для пользователей

- В коммутаторах D-Link с заводскими настройками не создано ни одной учетной записи;
- Наличие учетной записи с правами администратора крайне необходимо в целях закрытия несанкционированного доступа к настройкам коммутатора;
- Помимо учетных записей с правами администратора возможны аккаунты с правами оператора, пользователя и продвинутого пользователя (количеств прав определяется моделью коммутатора)
- Учетная запись *администратора* имеет наивысший уровень привилегий. Остальные уровни привелегий имеют ограниченные возможности.

Начальная настройка коммутатора

- **Создание учетной записи**

  create account [admin | operator | user] <*username*>

- **Удаление учетной записи**

  delete account <*username*>

- **Изменение пароля учетной записи**

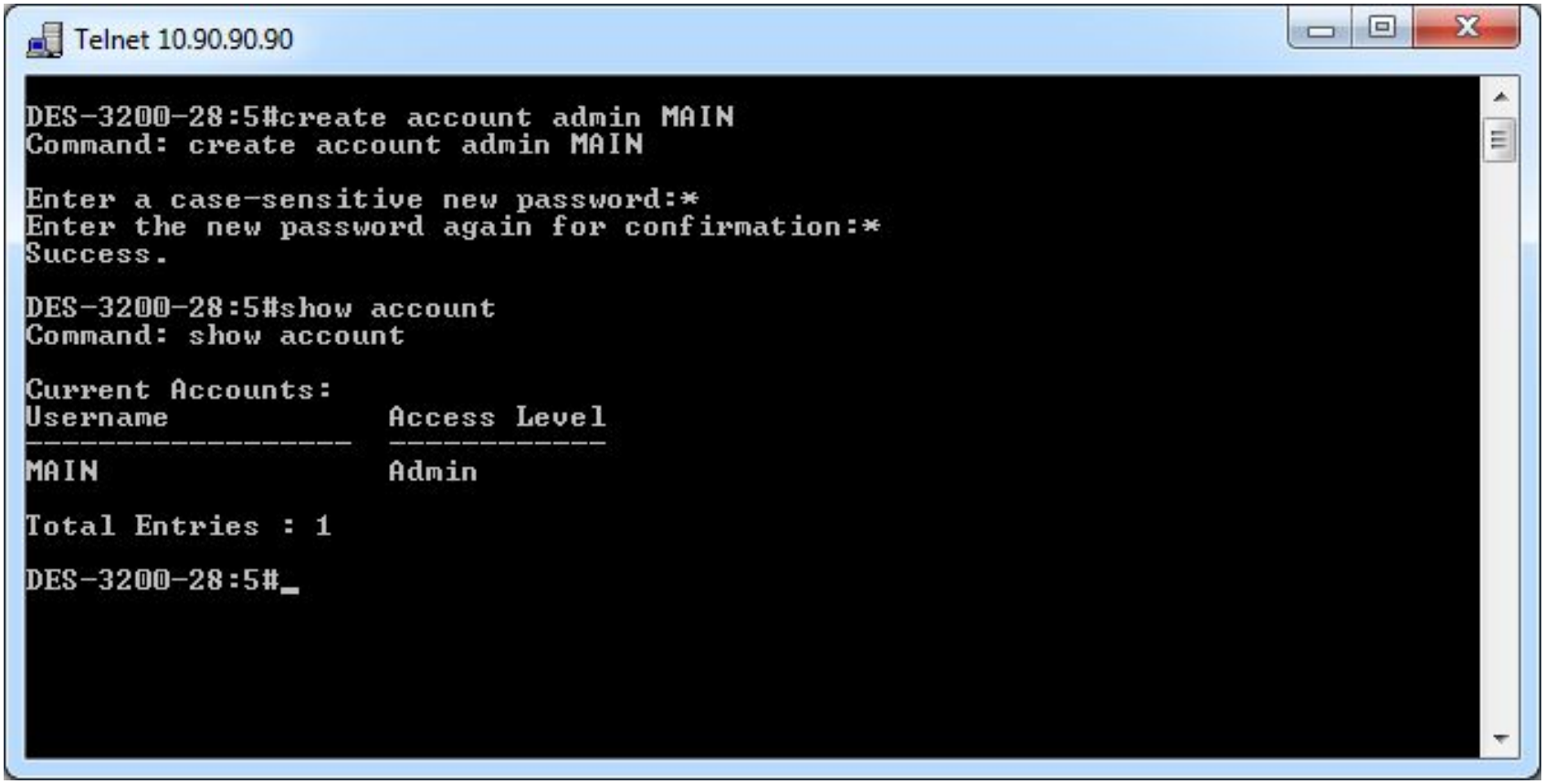
  config account <*username*>

- **Просмотр учетных записей**

  show account

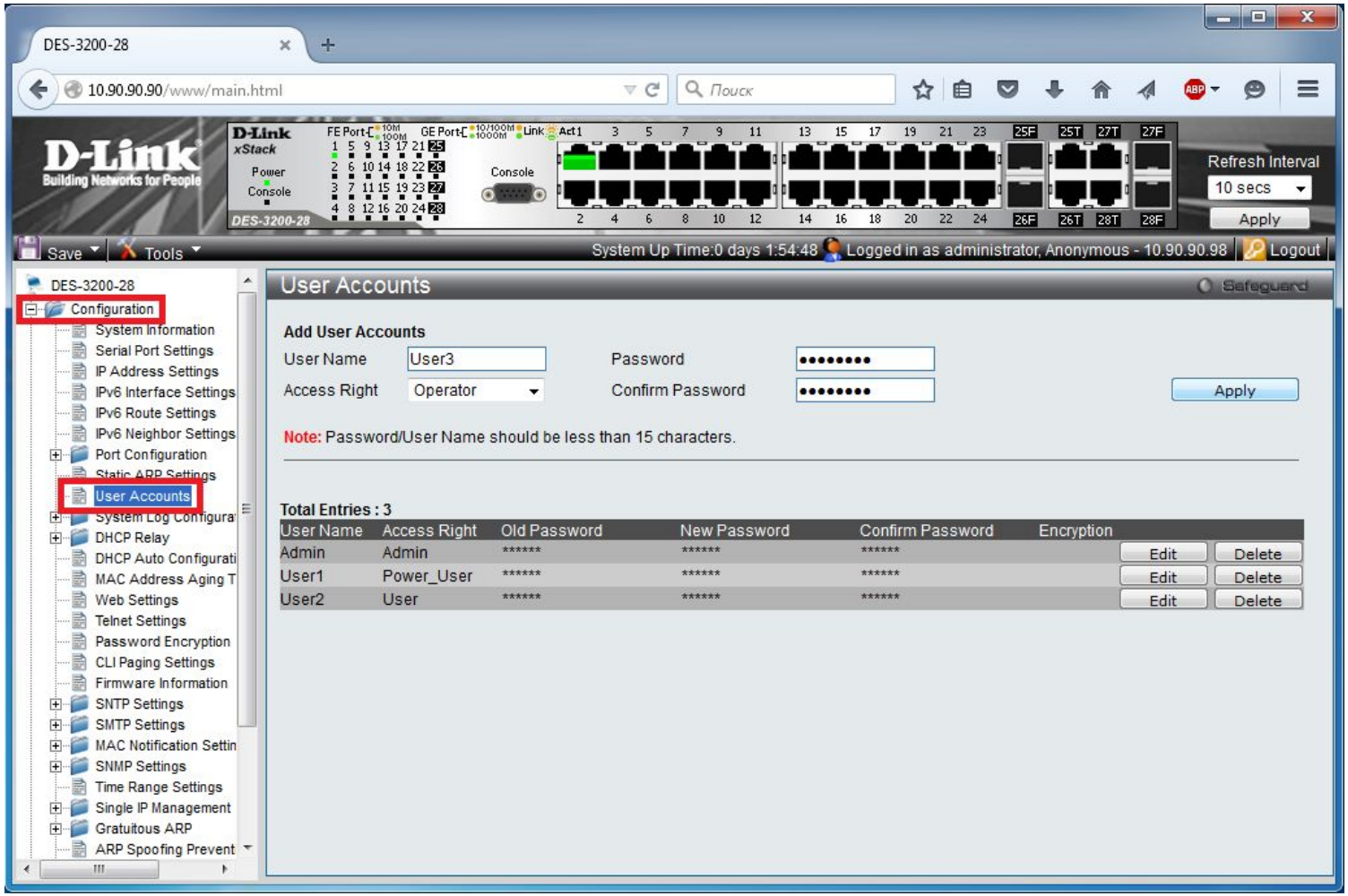
Начальная настройка коммутатора

Пример работы с учётными записями в консоли



Начальная настройка коммутатора

Пример работы с учётными записями в web-интерфейсе



Начальная настройка коммутатора

Шаг 5. Настройка IP-адреса

- Настройка системного IP-адреса на коммутаторе необходима для возможности управлять устройством по сети через Web-интерфейс, эмуляцию консоли или SNMP/RMON;
- Системный IP-адрес коммутатора должен принадлежать той сети, из которой осуществляется управление;
- Возможна как ручная, так и автоматическая настройка IP-адреса (по DHCP)

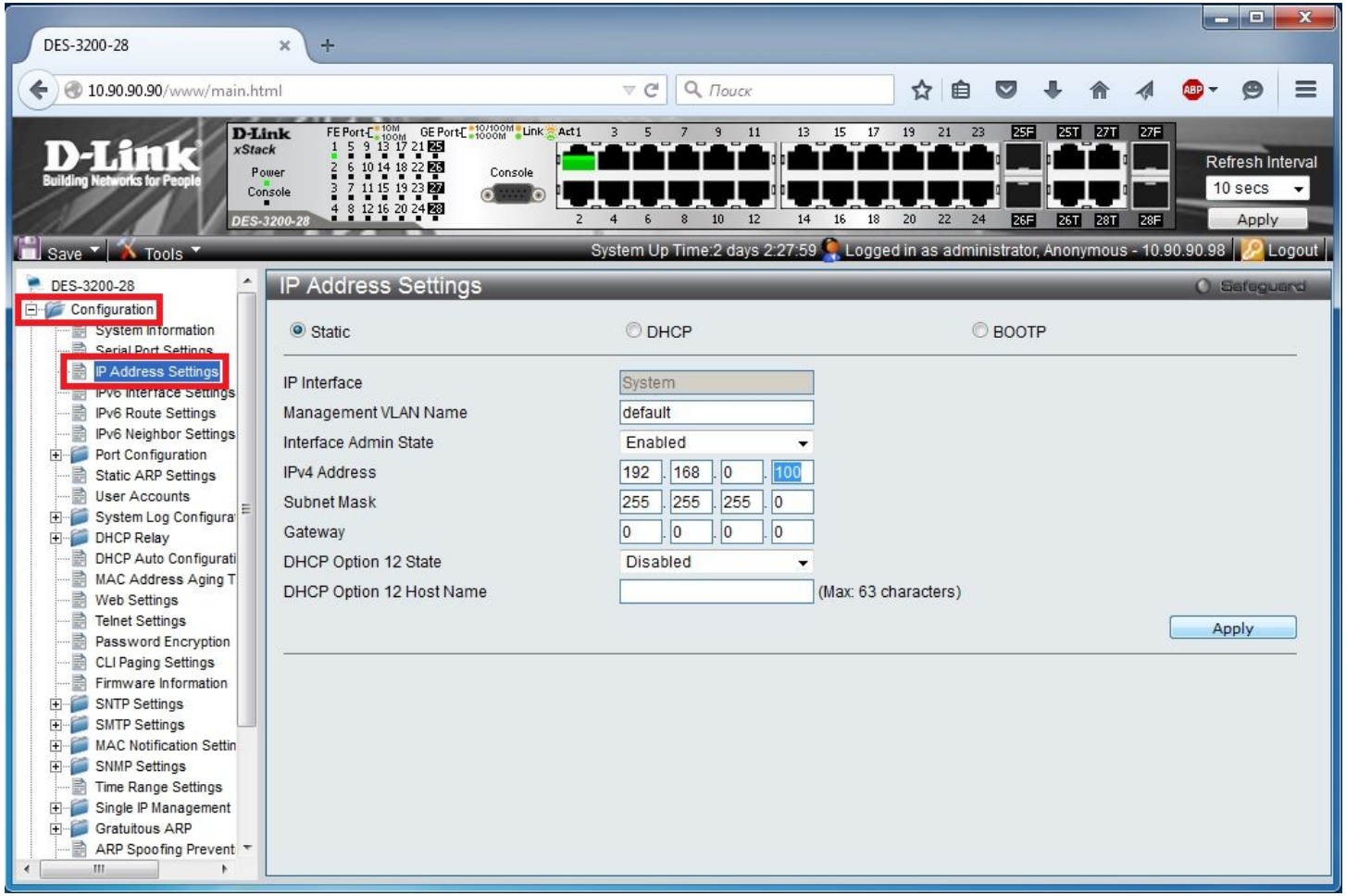
config ipif System dhcp

config ipif System ipaddress xxx.xxx.xxx.xxx/yyy.yyy.yyy.yyy

- где xxx.xxx.xxx.xxx – IP-адрес, yyy.yyy.yyy.yyy – маска подсети,
- System – имя управляющего интерфейса коммутатора.

Начальная настройка коммутатора

Пример настройки системного IP-адреса в web-интерфейсе



Начальная настройка коммутатора

Шаг 6. Сохранение текущей конфигурации коммутатора

Активная конфигурация хранится в оперативной памяти SDRAM. При отключении питания, конфигурация, хранимая в этой памяти, будет потеряна.

- Для того чтобы сохранить конфигурацию в энергонезависимой памяти NVRAM, необходимо выполнить команду

save

```
DES-3528#save
Command: save
Saving all settings to NV-RAM……Done
```

Начальная настройка коммутатора

Базовая конфигурация коммутатора

Перезагрузка коммутатора с помощью команды **reboot**.

```
DES-3528#reboot
Command: reboot
Are you sure you want to proceed with the system reboot? (y/n)
Please wait, the switch is rebooting...
```

- Сброс настроек коммутатора к заводским установкам выполняется с помощью команды **reset {[config | system]} {force_agree}**

- Если в команде не будет указано никаких ключевых слов, то все параметры, за исключением IP-адреса, учетных записей пользователей и Log-файла, будут возвращены к заводским параметрам по умолчанию.

Благодарю за внимание!