

ДОДАТОК ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ 5

Принципи роботи та конфігурування роутерів

Маршрутизатор конфігурується в командній строці операційної системи Cisco IOS. Підсоединення до маршрутизатору здійснюється через Telnet на IP-адрес будь-якого з його інтерфейсів або з допомогою будь-якої термінальної програми через послідовальний порт комп'ютера, зв'язаний з консольним портом маршрутизатора. Останній спосіб переважніше, тому що процес конфігурування маршрутизатора може змінювати параметри IP-інтерфейсів, що призведе до втрати зв'язу, встановленого через Telnet. Крім того, з огляду на загрози безпеки доступ до маршрутизатора через Telnet слід заборонити.

Зверніть увагу, що аварійне відключення оператора від консолі не реєструється маршрутизатором і сесія залишається в тому ж стані. При повторному підключенні оператор опиниться в тому ж контексті (якщо тільки не спрацював автоматичний вихід з контексту користувача за таймером неактивності). Навпаки, при розриві Telnet-зв'язу маршрутизатор закриває сесію роботи оператора.

При роботі в командній строці Cisco IOS існує декілька контекстів (режимів введення команд).

Контекст користувача

відкривається при підсоединенні до маршрутизатору; зазвичай при підключенні через мережу вимагається пароль, а при підключенні через консольний порт пароль не потрібен. В цьому ж контексті командна строка автоматично переходить при тривалому відсутстві введення в контекст адміністратора. В контексті користувача доступні тільки прості команди, не впливаючі на конфігурацію маршрутизатора. Вид запрошення командної строки:

```
router>
```

Замість слова `router` виводиться ім'я маршрутизатора, якщо воно встановлено.

Контекст адміністратора (контекст "exec")

відкривається командою `enable`, поданою в контексті користувача; при цьому зазвичай вимагається пароль адміністратора. В контексті адміністратора доступні команди, що дозволяють отримати повну інформацію про конфігурацію маршрутизатора і його стан, команди переходу в режим конфігурування, команди збереження і завантаження конфігурації. Вид запрошення командної строки:

```
router#
```

Зворотний перехід в контекст користувача здійснюється за командою `disable` або за истеченням встановленого часу неактивності. Закінчення сесії роботи - команда `exit`.

Глобальный контекст конфигурирования открывается командой `config terminal` ("конфигурировать через терминал"), поданной в контексте администратора. Глобальный контекст конфигурирования содержит как непосредственно команды конфигурирования маршрутизатора, так и команды перехода в контексты конфигурирования подсистем маршрутизатора, например:

контекст конфигурирования интерфейса открывается командой `interface имя_интерфейса` (например, `interface serial0`), поданной в глобальном контексте конфигурирования;

контекст конфигурирования процесса динамической маршрутизации открывается командой `router протокол номер_процесса` (например, `router ospf 1`), поданной в глобальном контексте конфигурирования;

контекст конфигурирования параметров терминальной линии открывается командой `line con 0` (для настройки консоли) или `line vty 0 4` (для настройки сеансов Telnet), или `line номер_линии` (для линий, связанных с асинхронными интерфейсами) поданной в глобальном контексте конфигурирования.

Существует множество других контекстов конфигурирования. Некоторые контексты конфигурирования находятся внутри других контекстов конфигурирования.

Вид приглашения командной строки в контекстах конфигурирования, которые будут встречаться наиболее часто:

<code>router(config)#</code>	/глобальный/
<code>router(config-if)#</code>	/интерфейса/
<code>router(config-router)#</code>	/динамической маршрутизации/
<code>router(config-line)#</code>	/терминальной линии/

Выход из глобального контекста конфигурирования в контекст администратора, а также выход из любого подконтекста конфигурирования в контекст верхнего уровня производится командой `exit` или `Ctrl-Z`. Кроме того, команда `end`, поданная в любом из контекстов конфигурирования немедленно завершает процесс конфигурирования и возвращает оператора в контекст администратора.

Любая команда конфигурации вступает в действие немедленно после ввода (а не после возврата в контекст администратора). Все команды и параметры могут быть сокращены (например, "enable" - "en", "configure terminal" - "conf t"); если сокращение окажется неоднозначным, маршрутизатор сообщит об этом, а по нажатию табуляции выдаст варианты, соответствующие введенному фрагменту. В любом месте командной строки для получения помощи может быть использован вопросительный знак:

router#? /список всех команд данного контекста с комментариями/

router#co? /список всех слов в этом контексте ввода, начинающихся на "co" - нет пробела перед "?"/

router#conf ? /список всех параметров, которые могут следовать за командой config - перед "?" есть пробел/

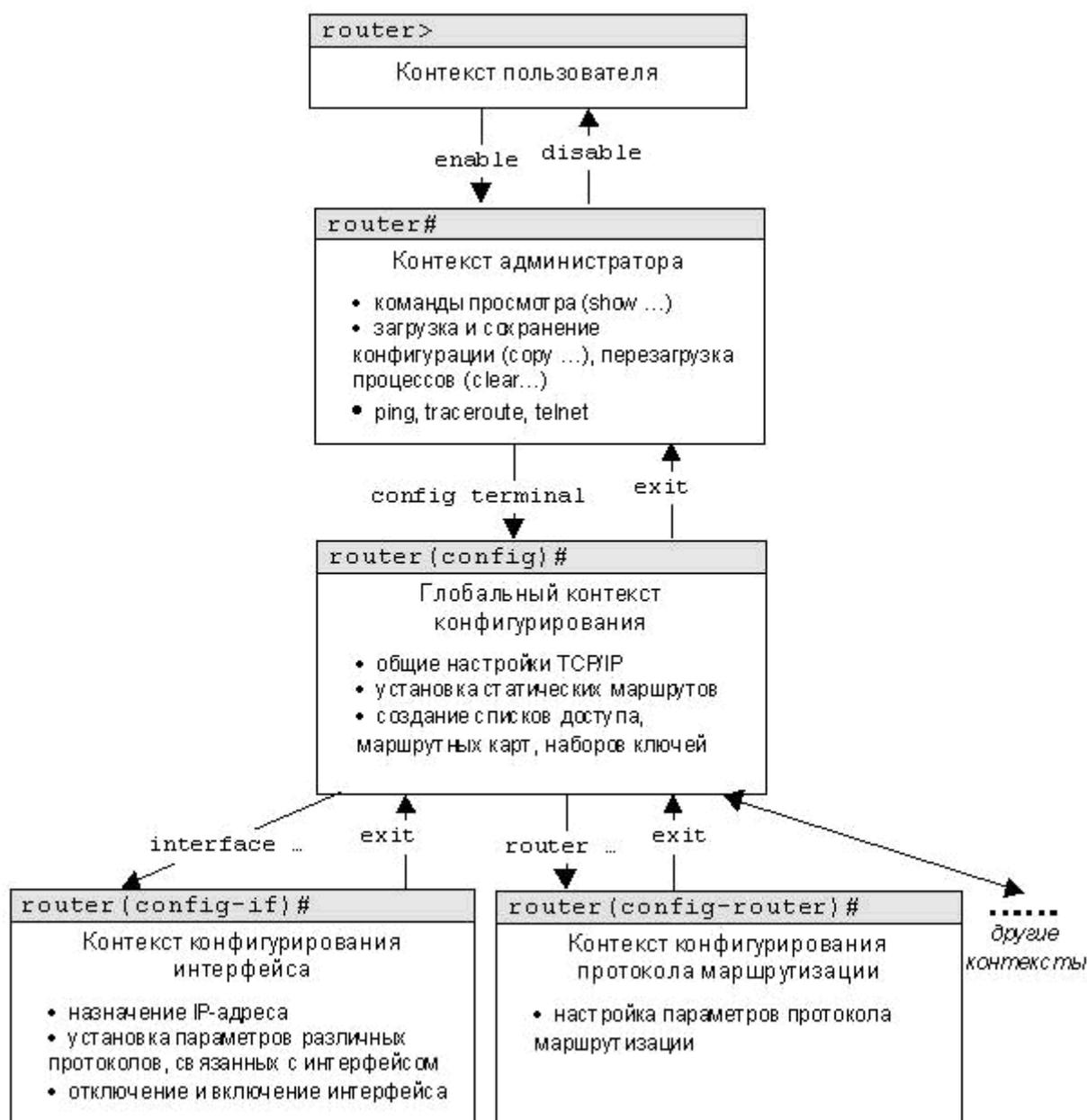


Рисунок - Схема контекстов Cisco IOS

Имена сетевых интерфейсов также могут быть сокращены, например, вместо "ethernet0/1" достаточно написать "e0/1".

Отмена любой команды (отключение опции или режима, включаемых командой, снятие или удаление параметров, назначаемых командой) производится подачей этой же команды с префиксом "no", например:

```
router(config-if) #shutdown           /отключить интерфейс/  
router(config-if) #no shutdown       /включить интерфейс/
```

Любая команда X, введенная в контекстах пользователя или администратора и не опознанная маршрутизатором, трактуется как telnet X. Это не очень удобно, поскольку любой ошибочный ввод приводит к тому, что маршрутизатор начинает опрашивать сервер DNS для преобразования введенной строки в IP-адрес, что вызывает неприятные задержки в работе оператора. Избежать этого можно, подав команду в режиме конфигурации терминальной линии:

```
router(config-line) #transport preferred none
```

Перезагрузка маршрутизатора, если таковая необходима, выполняется по команде reload, поданной в контексте администратора.

В процессе работы маршрутизатора администратор может вводить дополнительные конфигурационные команды, в результате чего рабочая конфигурация становится отличной от начальной.

Просмотр начальной и рабочей конфигураций маршрутизатора производится в контексте администратора:

```
router#show startup-config  
router#show running-config
```

Вывод последней команды полностью описывает текущую конфигурацию маршрутизатора. Однако многие параметры маршрутизатора имеют значения по умолчанию. Если администратор не менял эти значения, они в конфигурации не отображаются. Например, если бесклассовая маршрутизация по умолчанию отключена, то это факт никак не будет упомянут в выводимой конфигурации. Если же администратор включил бесклассовую маршрутизацию, то в выводимой конфигурации будет указано ip classless. Поскольку установки по умолчанию могут меняться от версии к версии, следует обращаться к документации своей версии для определения значений параметров, не указанных в выводимой конфигурации. При копировании одной конфигурации поверх другой возможны два варианта: перезапись и слияние. При перезаписи старая конфигурация предварительно удаляется. При слиянии команды новой конфигурации добавляются к командам старой, как если бы они вводились вручную.

При слиянии могут возникать побочные эффекты. Например, если в старой конфигурации имеется команда с параметром А (например, `ip name-server 1.1.1.1`), а в новой - та же команда с параметром В (например, `ip name-server 2.2.2.2`), и сама по себе команда допускает указание нескольких значений, то в результате слияния в конфигурации окажутся оба варианта команды: `ip name-server 1.1.1.1; ip name-server 2.2.2.2`. Особенное значение слияние конфигураций имеет для списков доступа, потому что порядок следования строк в списках имеет большое значение. Слияние может этот порядок изменить и существенно исказить конфигурацию маршрутизатора.

Ниже приведен список команд копирования конфигурации с указанием того, выполняется слияние или перезапись. Все команды подаются в контексте администратора.

Откуда	Куда	Команда	Режим
Рабочая	Начальная	copy running-config startup-config	перезапись
TFTP	Начальная	config overwrite-network или copy tftp startup-config	перезапись
Рабочая	TFTP	copy running-config tftp	перезапись
Начальная	TFTP	copy startup-config tftp	перезапись
Начальная	Рабочая	config memory или copy startup-config running-config	слияние
TFTP	Рабочая	config network или copy tftp running-config	слияние

Просмотр информации о маршрутизаторе (модель, объемы памяти, версия IOS, число и тип интерфейсов) выполняется по команде (ниже приведен пример вывода команды):

```
router#show version
```

Просмотр содержимого флэш-памяти:

```
router#show flash:
```

Мониторинг загрузки процессора:

```
router#show processes  
router#show processes cpu  
router#show processes memory
```

Установить имя маршрутизатора:

```
router (config) #hostname имя_маршрутизатора
```

Установить пароль администратора (пароль будет требоваться для выполнения команды enable):

```
router (config) #enable secret secret
```

Отключить обращения в DNS (DNS-сервер не используется в лабораторной сети):

```
router (config) #no ip domain-lookup
```

Минимальная конфигурация протокола IP состоит из настройки интерфейсов и задания статических маршрутов.

Перед настройкой протокола IP на интерфейсе необходимо сконфигурировать работу уровней 1 и 2. На интерфейсах Ethernet обычно ничего делать не нужно (однако, на интерфейсах FastEthernet может потребоваться принудительная настройка режима дуплекса и установление жестко заданной скорости - по умолчанию эти параметры определяются путем переговоров, но в некоторых случаях переговоры могут не привести к нужному результату).

По умолчанию все интерфейсы выключены. Интерфейс включается командой

```
router (config-if) #no shutdown
```

Работоспособность настроек уровней 1 и 2 можно проверить командой в контексте администратора:

```
router#show interface интерфейс
```

Работоспособность интерфейса определяется двумя состояниями, оба должны находиться в положении "up":

- "interface up/down" - функционирует ли физический уровень. Если интерфейс находится в состоянии "down", то наиболее вероятная причина - не подсоединенный или поврежденный кабель. Кроме того, интерфейс может находиться в состоянии "administratively down", в которое он переходит по команде shutdown.

- "line protocol up/down" - определяет, функционирует ли протокол второго уровня. Если наблюдается состояние "line protocol down", то наиболее вероятные причины следующие:

- отсутствие сквозной коннективности, если связь осуществляется через модемы (линия разорвана, удаленный модем или маршрутизатор не работают) или связь работает только в одном направлении;

- несоответствие протоколов на разных концах линии;

- при использовании нефирменных кабелей - неверно спаянный кабель (например, если перепутать провода в паре Tx кабеля V.35, то

физический уровень будет в состоянии "up", но удаленный конец линии будет получать данные в инвертированном виде (нули и единицы поменяются местами), из-за чего протокол второго уровня не сможет установить соединение).

Сообщения об изменении состояния уровней 1 и 2 любого интерфейса выводятся маршрутизатором на консоль.

Команда `show interface` также выводит сведения об используемом протоколе уровня 2, IP-адресе и статистику отправленных и полученных данных и ошибок.

Если физического доступа к маршрутизатору нет, но нужно выяснить, какой кабель подключен к интерфейсу, используйте команду

```
router#show controller интерфейс
```

Примечание - В этой команде имя и номер интерфейса должны быть разделены пробелом (`serial 0`). Во всех остальных командах это не обязательно.

Информация о кабеле и режиме DCE/DTE выводится в самом начале.

Настройка IP-адреса интерфейса производится командой

```
router(config-if)#ip address адрес маска
```

Подробная информация о параметрах протокола IP доступна в контексте администратора по команде:

```
router#show ip interface имя_интерфейса
```

Краткая сводная таблица состояний IP-интерфейсов:

```
router#show ip interface brief
```

Назначение статических маршрутов

Маршруты, ведущие в сети, к которым маршрутизатор подключен непосредственно, автоматически добавляются в маршрутную таблицу после конфигурирования интерфейса, при условии, что интерфейс работоспособен ("line protocol up").

Для назначения дополнительных статических маршрутов в контексте глобальной конфигурации вводится команда:

```
router(config)#ip route префикс маска след_маршрутизатор  
[адм.приоритет]
```

Статический маршрут активен только тогда, когда следующий маршрутизатор достижим - то есть, существует маршрут в сеть, где находится следующий маршрутизатор (и соответствующий интерфейс активен).

Адм.приоритет - administrative distance - необязательный параметр, устанавливающий относительный приоритет маршрута среди прочих маршрутов ведущих к указанному префиксу (с одной и той же маской). В таблицу маршрутов устанавливается маршрут с наименьшим административным приоритетом из всех **активных** маршрутов, ведущих к данному префиксу. Чем больше числовое значение, тем ниже приоритет. Статические маршруты по умолчанию имеют приоритет 1. Маршрутам, получаемым от протоколов маршрутизации, тоже присваиваются административные приоритеты.

Значения административных приоритетов, используемые маршрутизатором по умолчанию, приведены в таблице.

Источник информации о маршруте	Административный приоритет (Administrative distance)
IP-адрес интерфейса (маршруты в непосредственно присоединенные сети)	0
Статические маршруты	1
Защитные маршруты протокола EIGRP (EIGRP summary)	5
Внешние маршруты протокола BGP (eBGP)	20
Протокол EIGRP	90
Протокол IGRP	100
Протокол OSPF	110
Протокол IS-IS	115
Протокол RIP	120
Внешние маршруты протокола EIGRP	170
Внутренние маршруты протокола BGP (iBGP)	200

Маршруты с приоритетом 255 не устанавливаются в таблицу маршрутов.

Общий порядок заполнения таблицы маршрутов следующий:

- менеджер таблицы маршрутов, по мере настройки интерфейсов, автоматически устанавливает маршруты к непосредственно подсоединенным сетям с приоритетом 0;
- администратор конфигурирует статические маршруты к тем или иным префиксам;
- каждый протокол маршрутизации выбирает наилучший маршрут до каждого из известных ему префиксов (возможно к одному префиксу будут выбраны несколько равнозначных параллельных маршрутов);

- менеджер таблицы маршрутов рассматривает маршруты, поступившие от администратора и от протоколов маршрутизации; для каждого префикса выбирается маршрут с лучшим (арифметически наименьшим) приоритетом и устанавливается в таблицу маршрутов;
- может оказаться, что к одному префиксу ведут несколько маршрутов с одинаковым административным приоритетом; в этом случае в таблицу устанавливаются все такие маршруты (но не более шести) и маршрутизатор отправляет дейтаграммы, распределяя их равномерно между маршрутами (load balancing).

Примечание - Префиксы с одинаковым значением адреса, но разными масками считаются разными префиксами. Впоследствии, при выборе маршрута к адресу, который принадлежит сразу нескольким префиксам, установленным в таблицу маршрутов, маршрутизатор будет руководствоваться правилом наидлиннейшей маски.

Маршрут по умолчанию назначается как

```
router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0  
след_маршрутизатор [адм.приоритет]
```

Просмотреть таблицу маршрутов можно в контексте администратора по команде

```
router#show ip route
```

Коннективность проверяется в этом же контексте командами ping (посылается 5 эхо-запросов) и traceroute (прервать выполнение ping или traceroute можно вводом Ctrl-Shift-6).