

Содержание

Об авторе	18
О соавторе	18
Технические рецензенты	18
Посвящение	19
Благодарности	19
Ждем ваших отзывов!	20
Введение	21
Об экзаменах	21
Экзамены на получение сертификатов CCENT и CCNA R&S	21
Типы экзаменационных вопросов	22
Как проводится экзамен CCNA	22
Экзаменационные темы, публикуемые компанией Cisco	23
Об экзаменационных темах в этой книге	23
Особенности книги	23
Особенности использования глав	24
Особенности использования обзоров частей	25
Заключительный обзор	26
Другие особенности	26
Новое большое средство: приложения для обзоров	27
Как получить электронные элементы этой книги	28
Структура книги, главы и приложения	28
Структура книги, главы и приложения	28
Главы по ICND1 в этой книге	32
Дополнительное содержимое в приложениях на образе DVD	33
Справочная информация	33
Установка процессора Pearson IT Certification Practice Test и вопросов	34
Экзаменационные базы данных PCPT этой книги	36
Как просмотреть вопросы только обзоров частей	37
О диаграммах связей	37
О приобретении практических навыков	38
Упражнения Config Lab	38
Коротко о Pearson Network Simulator Lite	39
Эмулятор Pearson Network Simulator	40
Больше лабораторных работ	41
Дополнительная информация	41
Условные обозначения сетевых устройств	42
Соглашения по синтаксису команд	42

План изучения	43
Коротко о сертификационных экзаменах Cisco	43
Пять этапов учебного плана	44
Что сделать, прежде чем приступить к главе 1	48
Найдите задачи обзора в Интернете и на образе DVD	49
Дополнительные задачи перед началом	51
Итак, приступим	51
Часть I. Локальные сети Ethernet	53
<hr/>	
Глава 1. Реализация виртуальных локальных сетей Ethernet	54
Основные темы	55
Концепции виртуальных локальных сетей	55
Конфигурация сетей и магистралей VLAN	64
Обзор	80
Резюме	80
Контрольные вопросы	80
Обзор главы	82
Ключевые темы	82
Ключевые термины	83
Таблицы команд	83
Глава 2. Концепции протокола распределенного связующего дерева	85
Основные темы	87
Протокол распределенного связующего дерева (IEEE 802.1D)	87
Концепции протокола Rapid STP (IEEE 802.1w)	103
Состояния и процессы RSTP	107
Опциональные средства протокола STP	110
Обзор	113
Резюме	113
Контрольные вопросы	114
Обзор главы	115
Ключевые темы	116
Ключевые термины	116
Глава 3. Реализация протокола распределенного связующего дерева	117
Основные темы	119
Реализация протокола STP	119
Реализация опциональных средств протокола STP	130
Реализация протокола RSTP	136
Обзор	143
Резюме	143
Контрольные вопросы	143
Обзор главы	145
Ключевые темы	146

Ключевые термины	146
Таблицы команд	146
Глава 4. Поиск и устранение неисправностей в локальных сетях	149
Основные темы	151
Поиск и устранение неисправностей протокола STP	151
Поиск и устранение неисправностей канала EtherChannel уровня 2	158
Анализ уровня данных коммутатора	162
Поиск и устранение неисправностей сетей VLAN и магистральных каналов VLAN	166
Обзор	173
Резюме	173
Обзор главы	174
Ключевые темы	174
Таблицы команд	175
Глава 5. Протокол создания магистралей VLAN	176
Основные темы	177
Концепции протокола создания магистралей VLAN (VTP)	177
Настройка и проверка протокола VTP	184
Поиск и устранение неисправностей VTP	191
Обзор	196
Резюме	196
Контрольные вопросы	196
Обзор главы	198
Ключевые темы	198
Ключевые термины	199
Таблицы команд	199
Глава 6. Другие темы по локальным сетям	200
Основные темы	202
Защита доступа с использованием IEEE 802.1x	202
Аутентификация AAA	204
Отслеживание DHCP	208
Стекирование коммутаторов и агрегирование шасси	213
Обзор	221
Резюме	221
Контрольные вопросы	222
Обзор главы	223
Ключевые темы	223
Ключевые термины	224
Обзор части I	225
Повторите вопросы из обзора глав	225
Ответы на вопросы обзора части	225
Повторите ключевые темы	225
Создайте диаграмму связей концепций протокола STP	225

Создайте диаграмму связей терминов	226
Создайте диаграммы связей команд	226
Выполните лабораторные работы	227

Часть II. Протоколы маршрутизации IPv4 **229**

Глава 7. Концепции протокола OSPF 230

Основные темы	231
Сравнение средств протокола динамической маршрутизации	231
Концепции и работа протокола OSPF	238
Проект областей OSPF	249
Обзор	254
Резюме	254
Контрольные вопросы	255
Обзор главы	257
Ключевые темы	257
Ключевые термины	257

Глава 8. Реализация протокола OSPF для IPv4 259

Основные темы	260
Реализация протокола OSPFv2 для одиночной области	260
Реализация протокола OSPFv2 для многих областей	271
Дополнительные средства OSPF	278
Обзор	287
Резюме	287
Контрольные вопросы	288
Обзор главы	289
Ключевые темы	290
Ключевые термины	290
Таблицы команд	290

Глава 9. Концепции протокола EIGRP 293

Основные темы	294
EIGRP и дистанционно-векторные протоколы маршрутизации	294
Концепции и принцип работы протокола EIGRP	303
Обзор	315
Резюме	315
Контрольные вопросы	316
Обзор главы	317
Ключевые темы	317
Ключевые термины	318

Глава 10. Реализация протокола EIGRP для IPv4 319

Основные темы	320
Базовая настройка и проверка протокола EIGRP	320
Метрики EIGRP, оптимальные и резервные маршруты	328
Другие параметры конфигурации EIGRP	337

Обзор	345
Резюме	345
Контрольные вопросы	345
Обзор главы	347
Ключевые темы	348
Ключевые термины	348
Таблицы команд	348
Глава 11. Поиск и устранение неисправностей протоколов маршрутизации IPv4	351
Основные темы	352
Методы поиска и устранения проблем в протоколах маршрутизации	352
Интерфейсы, участвующие в маршрутизации	354
Соседские отношения	363
Обзор	378
Резюме	378
Обзор главы	378
Ключевые темы	379
Таблицы команд	379
Глава 12. Реализация протокола External BGP	381
Основные темы	382
Концепции протокола BGP	382
Настройка и проверка протокола eBGP	390
Обзор	404
Резюме	404
Контрольные вопросы	404
Обзор главы	406
Ключевые темы	406
Ключевые термины	406
Таблицы команд	407
Обзор части II	408
Повторите вопросы из обзоров глав	408
Ответьте на вопросы обзора части	408
Повторите ключевые темы	408
Создайте диаграмму связей первопричин OSPF и EIGRP	408
Создайте диаграмму связей команд OSPF, EIGRP и BGP	409
Выполните лабораторные работы	409
Часть III. Глобальные сети	411
Глава 13. Реализация двухточечных сетей WAN	412
Основные темы	413
Протокол HDLC в сети WAN на базе выделенных линий	413
Протокол PPP в сети WAN на базе выделенных линий	424
Поиск и устранение неисправностей в последовательных каналах	438

Обзор	445
Резюме	445
Контрольные вопросы	446
Обзор главы	448
Ключевые темы	448
Ключевые термины	449
Таблицы команд	449
Глава 14. Частные глобальные сети с Ethernet и MPLS	451
Основные темы	453
Metro Ethernet	453
Мультипротокольная коммутация по меткам (MPLS)	465
Обзор	474
Резюме	474
Контрольные вопросы	474
Обзор главы	475
Ключевые темы	476
Ключевые термины	476
Глава 15. Частные глобальные сети с VPN через Интернет	477
Основные темы	478
Доступ к Интернету и основные принципы VPN	478
Туннели GRE и DMVPN	487
PPP поверх Ethernet	503
Обзор	523
Резюме	523
Контрольные вопросы	524
Обзор главы	526
Ключевые темы	526
Ключевые термины	527
Таблицы команд	527
Обзор части III	530
Повторите вопросы из обзоров глав	530
Ответьте на вопросы из обзора части	530
Повторите ключевые темы	530
Создайте диаграммы связей терминов	530
Создайте диаграммы связей команд	531
Выполните лабораторные работы	531
Часть IV. Службы IPv4: ACL и QoS	533
Глава 16. Простые списки управления доступом IPv4	534
Основные темы	535
Основы списков управления доступом IPv4	535

Стандартные нумерованные списки ACL IPv4	538
Практические задания на применение стандартных списков ACL	550
Обзор	553
Резюме	553
Контрольные вопросы	553
Обзор главы	555
Ключевые темы	555
Ключевые термины	555
Дополнительные практические задания	555
Таблицы команд	556
Ответы к практическим заданиям	556
Глава 17. Расширенные списки управления доступом	558
Основные темы	560
Расширенные нумерованные списки управления доступом IP	560
Именованные списки ACL и их редактирование	569
Поиск и устранение неисправностей списков ACL IPv4	577
Обзор	587
Резюме	587
Контрольные вопросы	587
Обзор главы	589
Ключевые темы	589
Ключевые термины	590
Таблицы команд	590
Ответы к практическим заданиям	592
Глава 18. Качество обслуживания (QoS)	593
Основные темы	594
Введение в QoS	594
Классификация и маркировка	599
Управление трафиком в условиях затора (организация очереди)	608
Ограничение исходящего и входящего трафиков	613
Предотвращение перегрузки	618
Обзор	621
Резюме	621
Контрольные вопросы	622
Обзор главы	623
Ключевые темы	623
Ключевые термины	624
Обзор части IV	625
Повторите вопросы из обзоров глав	625
Ответьте на вопросы из обзора части	625
Повторите ключевые темы	625
Создайте диаграммы связей команд	625
Создайте диаграммы связей терминов QoS	626
Выполните лабораторные работы	627

Часть V. Маршрутизация IPv4, поиск и устранение неисправностей 629

Глава 19. Маршрутизация IPv4 в локальных сетях	630
Основные темы	632
Маршрутизация VLAN по магистральным каналам 802.1Q	632
Маршрутизация VLAN с использованием SVI коммутатора уровня 3	639
Маршрутизация VLAN с использованием маршрутизирующих портов коммутатора уровня 3	644
Обзор	653
Резюме	653
Контрольные вопросы	654
Обзор главы	655
Ключевые темы	656
Ключевые термины	656
Таблицы команд	657
Глава 20. Реализация протокола HSRP для маршрутизации первого транзитного участка	659
Основные темы	660
Концепции протоколов FHRP и HSRP	660
Реализация протокола HSRP	668
Поиск и устранение неисправностей HSRP	675
Обзор	679
Резюме	679
Контрольные вопросы	680
Обзор главы	682
Ключевые темы	682
Ключевые термины	683
Таблицы команд	683
Глава 21. Поиск и устранение неисправностей маршрутизации IPv4	685
Основные темы	686
Проблемы между хостом и стандартным маршрутизатором	686
Проблемы перенаправления пакетов между маршрутизаторами	696
Обзор	707
Резюме	707
Обзор главы	707
Ключевые темы	708
Обзор части V	709
Повторите вопросы из обзоров глав	709
Ответьте на вопросы обзора части	709
Повторите ключевые темы	709
Создайте диаграмму связей первопричин неисправностей	709
Создайте диаграммы связей команд	710
Выполните лабораторные работы	711

Часть VI. Протокол IPv6 713

Глава 22. Осуществление, поиск и устранение неисправностей маршрутизации IPv6	714
Основные темы	715
Нормальная работа протокола IPv6	715
Поиск и устранение неисправностей IPv6	727
Обзор	737
Резюме	737
Обзор главы	738
Ключевые темы	739
Ключевые термины	739
Таблицы команд	739
Глава 23. Реализация протокола OSPF для IPv6	741
Основные темы	742
Концепции протокола OSPFv3 для IPv6	742
Настройка протокола OSPFv3	745
Проверка, поиск и устранение неисправностей OSPFv3	752
Обзор	768
Резюме	768
Контрольные вопросы	769
Обзор главы	771
Ключевые темы	771
Ключевые термины	772
Таблицы команд	772
Глава 24. Реализация протокола EIGRP для IPv6	774
Основные темы	775
Конфигурация протокола EIGRP для IPv6	775
Проверка, поиск и устранение неисправностей протокола EIGRP для IPv6	782
Обзор	791
Резюме	791
Контрольные вопросы	791
Обзор главы	793
Ключевые темы	794
Ключевые термины	794
Таблицы команд	794
Глава 25. Списки управления доступом IPv6	797
Основные темы	798
Основы списков управления доступом IPv6	798
Настройка стандартных списков ACL IPv6	803
Настройка расширенных списков ACL IPv6	807
Другие темы списков ACL IPv6	812

Обзор	820
Резюме	820
Контрольные вопросы	820
Обзор главы	821
Ключевые темы	822
Ключевые термины	822
Таблицы команд	822
Ответы к практическим заданиям	823
Обзор части VI	824
Повторите вопросы из обзоров глав	824
Ответьте на вопросы из обзора части	824
Повторите ключевые темы	824
Создайте диаграмму связей первопричин неисправностей	824
Создайте диаграммы связей команд	825
Выполните лабораторные работы	825
Часть VII. Разное	827
<hr/>	
Глава 26. Управление сетью	828
Основные темы	829
Простой протокол управления сетью	829
Соглашение об уровне услуг IP	847
Анализатор коммутируемого порта	853
Обзор	862
Резюме	862
Контрольные вопросы	863
Обзор главы	865
Ключевые темы	865
Ключевые термины	866
Таблицы команд	866
Глава 27. Сетевая вычислительная среда	870
Основные темы	871
Концепции сетевой вычислительной среды	871
Пути трафика WAN для доступа к службе сетевой среды	884
Функции и службы виртуальной сети	893
Обзор	900
Резюме	900
Контрольные вопросы	900
Обзор главы	901
Ключевые темы	902
Ключевые термины	902
Глава 28. Программируемость сети и SDN	903
Основные темы	904
Основы программируемости сети и SDN	904

Примеры сетевой программируемости и SDN	913
Приложение Cisco APIC-EM Path Trace ACL Analysis	920
Обзор	922
Резюме	922
Контрольные вопросы	923
Обзор главы	924
Ключевые темы	924
Ключевые термины	925
Обзор части VII	926
Повторите вопросы из обзоров глав	926
Ответьте на вопросы обзора части	926
Повторите ключевые темы	926
Создайте диаграммы связей команд	926
Создайте диаграммы связей терминов	926
Выполните лабораторные работы	927
Часть VIII. Финальный обзор	929

Глава 29. Подготовка к экзамену	930
Советы о самом экзамене	930
Обзор экзамена	935

Часть IX. Приложения (в книге)	947
---------------------------------------	------------

Приложение А. Справочные числовые таблицы	948
Приложение Б. Обновление экзамена CCNA ICND2 200-105	952
Получите самые свежие материалы на веб-сайте	952
Техническая информация	953
Инструменты APIC-EM Path Trace и ACL Analysis	953
Функции и применение APIC-EM	953
Приложение Path Trace APIC-EM	954
Средство анализа ACL приложения APIC-EM Path Trace (ACL Trace)	957
Словарь терминов	963
Предметный указатель	998

Часть X. Приложения (на веб-сайте)	1009
---	-------------

Реализация протокола EIGRP для IPv4

Принимая во внимание, что приведенная выше глава посвящена исключительно концепциям расширенного протокола маршрутизации внутреннего шлюза (EIGRP), данная глава рассматривает детали его работы на маршрутизаторе Cisco.

Здесь рассматривается множество параметров настройки протокола EIGRP, начиная с фундаментальных, а затем — более конкретные задачи, например настройка балансировки нагрузки неравной метрики, а также автоматическое суммирование, которое, имея громкое название, является сегодня по большей части областью потенциальных проблем.

В этой главе чередуются описание команд конфигурации и соответствующих команд проверки работы настроенного средства. В частности, здесь затрагивается тема поиска оптимального и анонсируемого расстояний, а также резервного и оптимального маршрутов.

В этой главе рассматриваются следующие экзаменационные темы

2.0. Технологии маршрутизации

- 2.6. Настройка, проверка, поиск и устранение неисправностей протокола EIGRP для IPv4 (исключая аутентификацию, фильтрацию, ручное суммирование, перераспределение и тупики)

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ

Базовая настройка и проверка протокола EIGRP

Данный раздел начинается с обсуждения наиболее популярных элементов конфигурации протокола EIGRP. Как обычно в этой книге, раздел начинается с тем по настройке и продолжается темами по проверке.

Настройка протокола EIGRP

Настройка протокола EIGRP очень похожа на настройку протокола OSPF. Команда `router eigrp` разрешает его применение и переводит пользователя в режим конфигурации EIGRP, где настраивается одна или несколько команд `network`. Для каждого соответствующего команде `network` интерфейса протокол EIGRP пытается обнаруживать соседей и анонсировать подсеть, подключенную к данному интерфейсу.

Ниже перечислены основные этапы настройки маршрутизатора.

Настройка

Последовательность настройки протокола EIGRP

- Этап 1** Используйте глобальную команду `router eigrp номер_автономной_системы` для перехода в режим конфигурации EIGRP и задания номера автономной системы EIGRP (номера ASN)
- Этап 2** Укажите одну или несколько команд `network IP-адрес [шаблон_маски]` в режиме конфигурирования маршрутизатора. Эти команды включают протокол EIGRP на интерфейсах, адреса которых попадают в указанный ими диапазон, и добавляют соответствующие сети в обновления маршрутной информации
- Этап 3** (Необязательно.) Используя подкоманду маршрутизатора `eigrp router-id значение` непосредственно установите идентификатор маршрутизатора EIGRP (RID)
- Этап 4** (Необязательный.) Используя подкоманды интерфейса `ip interval hello eigrp номер_автономной_системы таймер` и `ip hold-time eigrp номер_автономной_системы таймер`, измените таймеры Hello и Hold интерфейса
- Этап 5** (Необязательно.) Используя подкоманды интерфейса `bandwidth значение` и `delay значение`, можно задать ширину полосы пропускания и задержку, чтобы повлиять на результат вычисления метрики
- Этап 6** (Необязательно.) Используя подкоманды маршрутизатора `maximum-paths число` и `variance множитель`, можно задать поддержку нескольких маршрутов равной стоимости
- Этап 7** (Необязательно.) Используя подкоманду маршрутизатора `auto-summary`, разрешите автоматическое суммирование маршрутов в границах классовых сетей IPv4

С примера 10.1 начинается обсуждение конфигурации с самой простой из возможных конфигураций протокола EIGRP. В этой конфигурации используется максимум стандартных значений, но она действительно разрешает протокол EIGRP на каждом

интерфейсе всех маршрутизаторов, представленных на рис. 10.1. Все три маршрутизатора могут использовать одинаковую конфигурацию только при двух обязательных командах на каждом маршрутизаторе.

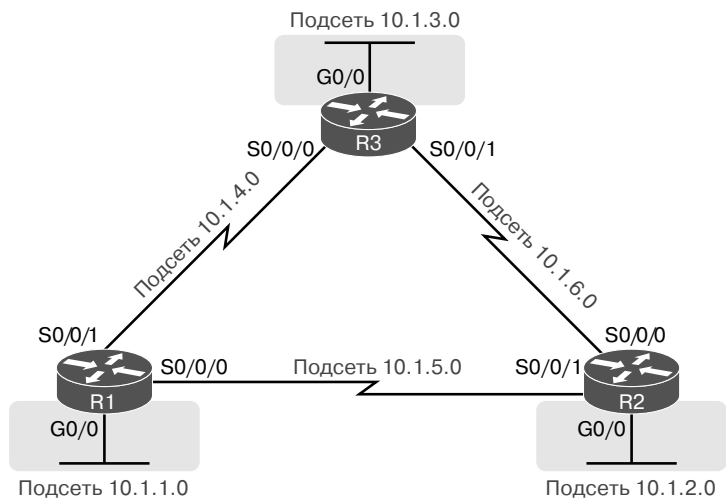


Рис. 10.1. Схема сети для примеров настройки протокола EIGRP

Пример 10.1. Настройка конфигурации EIGRP на всех трех маршрутизаторах рис. 10.1

```
router eigrp 1
 network 10.0.0.0
```

В этой простой конфигурации используются только два параметра, выбираемых сетевым инженером: номер автономной системы и номер классовой сети в команде `network`.

Фактический номер ASN не имеет значения, но все маршрутизаторы должны использовать в команде `router eigrp` одинаковое значение номера ASN. В данном примере все они используют команду `router eigrp 1`. (Маршрутизаторы, использующие разные номера ASN, не станут соседями EIGRP.) Диапазон допустимых номеров ASN, от 1 до 65 535, совпадает с диапазоном допустимых идентификаторов процесса в команде `router ospf`.

Команды EIGRP `network` допускают две разновидности синтаксиса: один с шаблоном маски в конце и один без него, как показано в примере 10.1 (команда `network 10.0.0.0`). Без шаблона маски эта команда должна вывести классовую сеть (номер сети класса A, B или C). Будучи веденной, эта команда указывает маршрутизатору сделать следующее:

- найти собственные интерфейсы с адресами в этой классовой сети;
- разрешить протокол EIGRP на этих интерфейсах.

Будучи разрешенным, протокол EIGRP начинает анонсировать подсети, подключенные к интерфейсам. Он начинает также рассылать сообщения “Hello” и прослушивать их, пытаясь установить соседские отношения с другими маршрутизаторами EIGRP.

ВНИМАНИЕ!

Интересно, но на реальных маршрутизаторах можно ввести команду EIGRP `network номер` и использовать разделяемое точками десятичное число, не являющееся номером классовой сети. В этом случае операционная система IOS не выдаст сообщения об ошибке, однако изменит введенный номер так, чтобы он стал номером используемой классовой сети. Например, операционная система IOS изменит команду `network 10.1.1.1` на `network 10.0.0.0`.

Настройка протокола EIGRP с использованием шаблона маски

Команда EIGRP `network` без шаблона маски, как показано в примере 10.1, может делать именно то, что хочет инженер, но этого может оказаться недостаточно. Например, инженер хочет разрешить протокол EIGRP на интерфейсе G0/0, но не на интерфейсе G0/1. IP-адреса обоих интерфейсов принадлежат сети класса A 10.0.0.0, а подкоманда EIGRP `network 10.0.0.0` распространилась бы на оба интерфейса, а не только на интерфейс G0/0.

Операционная система IOS предоставляет вторую версию команды EIGRP `network`, позволяющую использовать шаблон маски, чтобы инженер мог точно установить правильное значение IP-адреса интерфейса. В данном случае команда `network` должна использовать не номер классовой сети, а IP-адрес и шаблон маски, как в списке управления доступом (ACL). Логика та же, что и у адреса с шаблоном маски в списке ACL или у адреса и маски в команде OSPF `network`, обсуждаемой в главе 8. (Если вы не знаете подробностей о шаблонах маски списков ACL, обратитесь к главе 16.)

Вернемся к рис. 10.1. У маршрутизатора R3 есть IP-адреса в трех подсетях: 10.1.3.0/24, 10.1.4.0/24 и 10.1.6.0/24. Пример 10.2 демонстрирует дополнительную конфигурацию EIGRP для маршрутизатора R3, использующую команду `network` для диапазона адресов в каждой из трех подключенных к нему подсетей. При маске подсети /24 каждая из команд `network` использует шаблон маски 0.0.0.255 с параметром адреса идентификатора подсети одного из интерфейсов маршрутизатора R3.

Пример 10.2. Использование шаблона маски в конфигурации EIGRP

```
R3(config)# router eigrp 1
R3(config-router)# network 10.1.3.0 0.0.0.255
R3(config-router)# network 10.1.4.0 0.0.0.255
R3(config-router)# network 10.1.6.0 0.0.0.255
```

В качестве альтернативы маршрутизатор R3 мог бы снабдить каждый интерфейс командами, использующими шаблон маски 0.0.0.0 и конкретный IP-адрес каждого интерфейса. Например, команда `network 10.1.3.3 0.0.0.0` соответствовала бы адресу 10.1.3.3 интерфейса LAN маршрутизатора R3, разрешая протокол EIGRP на этом одном интерфейсе.

ВНИМАНИЕ!

Протокол EIGRP для IPv4 поддерживает два разных стиля настройки: *классический режим* (classic mode), он же *режим автономной системы* (autonomous system mode), и *именованный режим* (named mode). В классическом режиме, который появился первым, команда `router eigrp` использует номер ASN. В именованном режиме команда `router eigrp` ссылается на имя, а не на номер ASN, отсюда и термин *именованный режим* EIGRP. В данной главе обсуждается только классический режим.

Проверка основных средств протокола EIGRP

Подобно протоколу OSPF, протокол EIGRP использует три таблицы, соответствующие трем его главным логическим блокам: *таблицу соседних устройств* (neighbor table), *таблицу топологии* (topology table) и *таблицу маршрутизации IPv4* (IPv4 routing table). Однако прежде, чем протокол EIGRP даже попытается построить эти таблицы, операционная система IOS должна соединить логику конфигурации с локальными интерфейсами. Когда протокол разрешен на интерфейсе, маршрутизатор может начать создавать свои три таблицы.

Далее рассматриваются этапы проверки рабочей объединенной сети, использующей протокол EIGRP. На рис. 10.2, *слева*, представлен набор концепций (сверху вниз) со ссылками на различные команды `show` справа. Дальнейшие темы следуют той же последовательности.

ВНИМАНИЕ!

Все последующие примеры проверки содержат вывод, полученный на маршрутизаторах рис. 10.1. На этом рисунке маршрутизаторы R1 и R2 используют конфигурацию EIGRP из примера 10.1, а маршрутизатор R3 использует конфигурацию, представленную в примере 10.2. Кроме того, обратите внимание, что все маршрутизаторы используют гигабитовые интерфейсы LAN, работающие на скорости 100 Мбит/с, поскольку они соединены с коммутаторами; этот факт влияет на метрики в немалой степени.

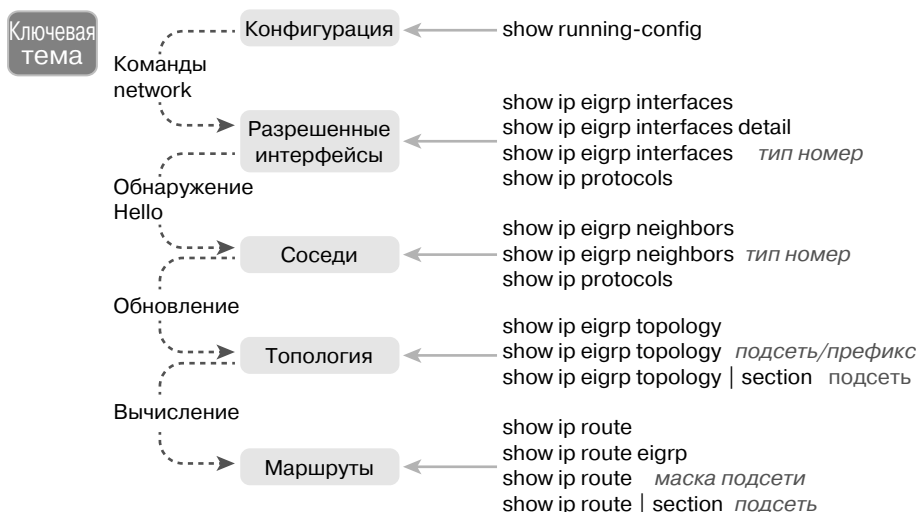


Рис. 10.2. Путеводитель по темам (слева) и командам проверки (справа)

Поиск интерфейсов с разрешенным протоколом EIGRP

В первую очередь, каждый маршрутизатор должен разрешить протокол EIGRP на соответствующих интерфейсах. Пример 10.3 начинает процесс проверки конфигурации с интерфейсов маршрутизатора, на которых разрешен протокол EIGRP. Операционная система IOS предоставляет три способа составления списка таких интерфейсов.

- Команда `show running-config` позволяет просмотреть конфигурацию протокола EIGRP и интерфейсов. Она применяет ту же логику для создания списка интерфейсов, на которых должен быть разрешен протокол EIGRP.
- Команда `show ip protocols` выводит краткую версию информации о конфигурации протокола EIGRP, для создания списка интерфейсов применяется та же логика.
- Команда `show ip eigrp interfaces` выводит интерфейсы маршрутизатора, на которых фактически разрешен протокол EIGRP.

Из этих трех возможностей только команда `show ip eigrp interfaces` позволяет создать истинный список интерфейсов, фактически выбранных маршрутизатором. Две другие команды демонстрируют конфигурацию и позволяют сделать обоснованное предположение. (Обе важны!)

Команда `show ip eigrp interfaces` выводит поддерживающие протокол EIGRP интерфейсы непосредственно и кратко, по одной строке на интерфейс. Списки команды `show ip eigrp interfaces detail`, напротив, очень подробны, информация об интерфейсе включает интервалы Hello и Hold, а также о том, разрешено ли разделение диапазона. Пример 10.3 демонстрирует вывод обеих команд на маршрутизаторе R1.

Пример 10.3. Поиск интерфейсов с разрешенным протоколом EIGRP на маршрутизаторе R1

```
R1# show ip eigrp interfaces
EIGRP-IPv4 Interfaces for AS(1)

```

Interfac	Peers	Xmit Queue Un/Reliable	PeerQ Un/Reliable	Mean SRTT	Pacing Un/Reliable	Time Flow	Multicast Timer	Pending Routes
Gi0/0	0	0/0	0/0	0	0/0	0		0
Se0/0/0	1	0/0	0/0	2	0/16	50		0
Se0/0/1	1	0/0	0/0	1	0/15	50		0

```
R1# show ip eigrp interfaces detail S0/0/0
EIGRP-IPv4 Interfaces for AS(1)

```

Interfac	Peers	Xmit Queue Un/Reliable	PeerQ Un/Reliable	Mean SRTT	Pacing Un/Reliable	Time Flow	Multicast Timer	Pending Routes
Se0/0/0	1	0/0	0/0	2	0/16	50	0	

Hello-interval is 5, Hold-time is 15
Split-horizon is enabled

! Строки пропущены для краткости

Обратите внимание, что первая команда, `show ip eigrp interfaces`, выводит все интерфейсы с разрешенным протоколом EIGRP, на которые маршрутизатор в настоящее время посылает сообщения “Hello”, пытаясь найти новых соседей EIGRP. Маршрутизатор R1 с одной подкомандой `EIGRP network 10.0.0.0` разрешает протокол EIGRP на всех трех своих интерфейсах (согласно рис. 10.1). Вторая команда выводит больше подробностей об интерфейсе, включая параметры интервала Hello локального маршрутизатора, времени задержки и разделения горизонта.

Обратите также внимание на отсутствие информации об интерфейсах, на которых не разрешен протокол EIGRP. Например, если протокол EIGRP не разрешен на интерфейсе S0/0/0, команда `show ip eigrp interfaces detail S0/0/0` просто не

выведет о нем информацию под строкой заголовков. Короче говоря, вывод команды `show ip eigrp interface` опускает интерфейсы, на которых не разрешен протокол EIGRP.

Кроме того, обратите внимание, что команда `show ip eigrp interfaces...` не выводит информацию для пассивных интерфейсов. Как и открытый протокол поиска первого кратчайшего маршрута (OSPF), протокол EIGRP поддерживает подкоманду `passive-interface` *тип номер*. Эта команда указывает протоколу EIGRP не обнаруживать и не формировать соседские отношения на указанном интерфейсе. Но протокол EIGRP все еще анонсирует подсети, подключенные к интерфейсу.

Таким образом, команда `show ip eigrp interfaces` выводит информацию об интерфейсах с разрешенным протоколом EIGRP, но не о пассивных интерфейсах EIGRP.

Два других метода поиска интерфейсов с разрешенным протоколом EIGRP требуют исследования конфигурации и размышления о правилах EIGRP. В реальности начинают с команды `show ip eigrp interfaces`, но на экзамене может быть дана только конфигурация, или даже она не дана. В качестве альтернативы команда `show ip protocols` выводит много подробностей о протоколе EIGRP, включая краткое повторение команд конфигурации EIGRP `network`. Пример 10.4 демонстрирует вывод этих команд на маршрутизаторе R1.

Пример 10.4. Использование команды `show ip protocols` для получения списка интерфейсов с разрешенным протоколом EIGRP на маршрутизаторе R1

```
R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***

Routing Protocol is "eigrp 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  EIGRP-IPv4 Protocol for AS(1)
    Metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
    NSF-aware route hold timer is 240
    Router-ID: 10.1.5.1
      Topology : 0 (base)
        Active Timer: 3 min
        Distance: internal 90 external 170
        Maximum path: 4
        Maximum hopcount 100
        Maximum metric variance 1
    Automatic Summarization: disabled
    Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    10.0.0.0
  Routing Information Sources:
    Gateway      Distance    Last Update
    10.1.4.3     90         00:22:32
    10.1.5.2     90         00:22:32
  Distance: internal 90 external 170
```

Для просмотра краткого повторения конфигурации EIGRP обратитесь к концу примера, ниже заголовка *Routing for Networks*. В данном случае следующая строка указывает адрес 10.0.0.0 — это прямая ссылка на команду конфигурации `network 10.0.0.0`, представленную в примере 10.1. Для конфигураций, использующих параметр шаблона маски, формат немного иной, чем показано в примере 10.5, где демонстрируется фрагмент вывода команды `show ip protocols` на маршрутизаторе R3. Маршрутизатор R3 использует три команды `network`, приведенные в примере 10.2.

Ключевая
тема

Пример 10.5. Просмотр заданных команд `network` с помощью команды `show ip protocols`

```
R3# show ip protocols
```

! Строки пропущены для краткости

```
Automatic Summarization: disabled
Maximum path: 4
Routing for Networks:
 10.1.3.0/24
 10.1.4.0/24
 10.1.6.0/24
```

! Строки пропущены для краткости

Для интерпретации значения выделенных строк вывода команды `show ip protocols` следует выполнить несколько математических вычислений. Числа в выводе имеют формат `/x` (в данном случае — `/24`). Это шаблон маски с `x` двоичных 0, или в данном случае — `0.0.0.255`.

Завершая рассмотрение команды `show ip protocols`, уделим минуту некоторым деталям ее вывода в примере 10.5. Например, она выводит идентификатор маршрутизатора EIGRP (RID), которым у маршрутизатора R1 является 10.1.5.1. Протокол EIGRP резервирует свой RID точно так же, как и протокол OSPF, на основании следующего.

Ключевая
тема

Правила выбора протоколом EIGRP идентификатора маршрутизатора

1. Значение, заданное подкомандой EIGRP `eigrp router-id номер`.
2. Наибольший IP-адрес работающего петлевого интерфейса на момент начала процесса EIGRP.
3. Наибольший IP-адрес не петлевого интерфейса на момент начала процесса EIGRP.

Единственное различие по сравнению с протоколом OSPF в том, что идентификатор RID EIGRP задается подкомандой маршрутизатора `eigrp router-id значение`, тогда как протокол OSPF использует подкоманду `router-id значение`.

Отображение состояния соседей EIGRP

Как только маршрутизатор разрешает протокол EIGRP на интерфейсе, он пытается обнаружить соседние маршрутизаторы, прослушивая сообщения EIGRP “Hello”. Если два соседних маршрутизатора слышат сообщения “Hello” один от другого и соответствуют обязательным параметрам, они становятся соседями.

Наилучшая и наиболее очевидная команда вывода соседей EIGRP — это `show ip eigrp neighbors`. Она выводит список соседей на основании IP-адресов интерфейсов (а не идентификаторов их маршрутизаторов, как в соглашении OSPF). Вывод указывает также интерфейс локального маршрутизатора, доступного соседу.

Пример 10.6 демонстрирует соседей маршрутизатора R1, выводя их по IP-адресу 10.1.4.3 (R3). Он доступен маршрутизатору R1 через интерфейс S0/0/1, согласно первой выделенной строке в примере.

Пример 10.6. Отображение соседей EIGRP для маршрутизатора R1

```
R1# show ip eigrp neighbors
EIGRP-IPv4 Neighbors for AS(1)
H Address      Interface    Hold Uptime    SRTT  RTO  Q      Seq
          (sec)          (ms)          Cnt   Num
1 10.1.4.3     Se0/0/1     13 00:05:49    2     100  0     29
0 10.1.5.2     Se0/0/0     12 00:05:49    2     100  0     39
```

Правая часть вывода также содержит немного интересной статистики. Четыре столбца справа имеют отношение к протоколу RTP, обсуждавшемуся в главе 9. Столбец `Uptime` отображает время, прошедшее с момента установления соседских отношений. И наконец в столбце `Hold` указан обратный отсчет текущего времени задержки от 15 с, в данном случае — до 0. В данном случае при интервале Hello 5 и интервале Hold 15 этот счетчик изменится от 15 до 10, а затем сбрасывается до 15, когда поступает следующее сообщение “Hello”.

Другой, менее очевидный способ создания списка соседей EIGRP подразумевает использование команды `show ip protocols`. Вернемся в примере 10.4 к концу вывода команды `show ip protocols` на маршрутизаторе R1. В списке ниже заголовка `Routing Information Sources` перечислены IP-адреса тех же двух соседних маршрутизаторов, что и в выводе команды `show ip eigrp neighbors` в примере 10.6.

Отображение таблиц маршрутизации IPv4

Как только маршрутизаторы EIGRP становятся соседями, они начинают обмениваться информацией о маршрутизации и сохранять ее в своих таблицах топологии. Затем они вычисляют свои наилучшие маршруты IPv4. В этом разделе пропускается множество этапов проверки для занесения в таблицы топологии EIGRP — автор оставил эту тему для второго раздела данной главы. Тем не менее на настоящий момент этапы проверки таблиц маршрутизации IP должны быть вам уже знакомы в общих чертах. В примере 10.7 приведено несколько моментов для маршрутизатора R1 на рис. 10.1: сначала показана вся таблица маршрутизации IPv4, а затем, в выводе команды `show ip route eigrp`, только маршруты, изученные по протоколу EIGRP.

Пример 10.7. Таблица маршрутизации IP на маршрутизаторе R1 (согласно рис. 10.1)

```
R1# show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1
       L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area, * - candidate default,
       U - per-user static route, o - ODR
```

P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
 + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
C    10.1.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    10.1.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
D    10.1.2.0/24 [90/2172416] via 10.1.5.2, 00:06:39, Serial0/0/0
D    10.1.3.0/24 [90/2172416] via 10.1.4.3, 00:00:06, Serial0/0/1
C    10.1.4.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
L    10.1.4.1/32 is directly connected, Serial0/0/1
C    10.1.5.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
L    10.1.5.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
D    10.1.6.0/24 [90/2681856] via 10.1.5.2, 00:12:20, Serial0/0/0
      [90/2681856] via 10.1.4.3, 00:12:20, Serial0/0/1

```

R1# **show ip route eigrp**

! Легенда пропущена для краткости

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 9 subnets, 2 masks
D    10.1.2.0/24 [90/2172416] via 10.1.5.2, 00:06:43, Serial0/0/0
D    10.1.3.0/24 [90/2172416] via 10.1.4.3, 00:00:10, Serial0/0/1
D    10.1.6.0/24 [90/2681856] via 10.1.5.2, 00:12:24, Serial0/0/0
      [90/2681856] via 10.1.4.3, 00:12:24, Serial0/0/1

```

Обе команды, `show ip route` и `show ip route eigrp`, выводят перед изученными по протоколу EIGRP маршрутами символ D. Компания Cisco решила использовать для обозначения протокола EIGRP символ D, поскольку, когда он был создан, символ E уже использовался для ныне устаревшего *протокола маршрутизации внешнего шлюза* (Exterior Gateway Protocol — EGP). Поэтому для обозначения маршрутов, изученных по протоколу EIGRP, компания Cisco выбрала следующий ближайший неиспользованный символ — D.

Теперь уделите минуту обдумыванию маршрутов EIGRP, полученных маршрутизатором R1 по подключенным к нему маршрутам. В проекте на рис. 10.1 шесть подсетей: три — в локальных сетях и три — в глобальных. Первая команда примера выводит три из этих подсетей как подключенные маршруты (10.1.1.0/24, 10.1.4.0/24 и 10.1.5.0/24). Другие три подсети выглядят как изученные маршруты EIGRP.

И наконец обратите внимание, что два числа в скобках для каждого маршрута представляют собой административное расстояние и составную метрику соответственно. Операционная система IOS использует административное расстояние для выбора наилучшего маршрута, когда она изучает несколько маршрутов к той же подсети, но из двух разных источников информации о маршрутизации. Более подробно об административном расстоянии читайте в главе 7.

Метрики EIGRP, оптимальные и резервные маршруты

Протоколы OSPF и EIGRP используют в основном подобные идеи: разрешение протокола на интерфейсах маршрутизаторов, формирование соседских отношений, создание таблиц топологии и добавление маршрутов IPv4 в таблицу маршрутизации.

Эти протоколы маршрутизации различаются главным образом топологическими данными, которые они создают и используют. Подобно протоколу состояния канала, протокол OSPF создает и сохраняет много топологических данных, достаточно много, чтобы смоделировать всю топологию сети в области. Протокол EIGRP сохраняет разные виды данных с меньшим количеством подробностей и использует совершенно иной алгоритм анализа данных.

Во втором разделе этой главы основное внимание уделено топологической базе данных EIGRP и, в частности, ключевым идеям хранения в базе данных. Как упоминалось в главе 9, *оптимальный маршрут* (successor) EIGRP — это оптимальный маршрут маршрутизатора для доступа к подсети. Любой из других возможных маршрутов без петель, применимый при отказе оптимального маршрута, называется *резервным маршрутом* (Feasible Successor — FS). Вся информация, необходимая для определения, какой маршрут является оптимальным, а какой резервным (или не является ни тем, ни другим), приведена в таблице топологии EIGRP.

В этом разделе продемонстрировано использование команды `show` для идентификации оптимального и резервного маршрутов согласно таблице топологии EIGRP. Чтобы обсуждение было более интересным, в примерах этого раздела используется расширенная топология сети (рис. 10.3).

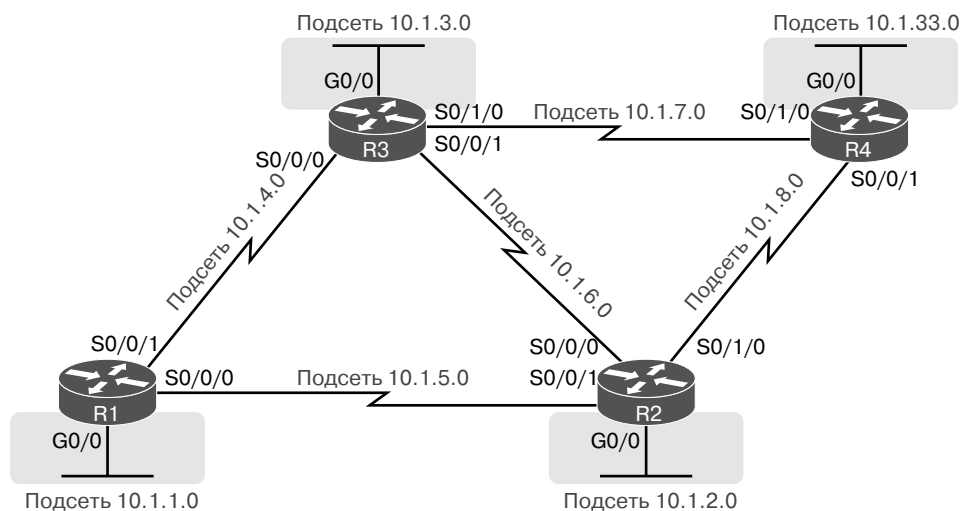


Рис. 10.3. Расширенная объединенная сеть

Просмотр таблицы топологии EIGRP

Для начала рассмотрим таблицу топологии EIGRP на маршрутизаторе R1 для расширенной сети, показанной на рис. 10.3. У новой сети пять сетей WAN и четыре подсети LAN с несколькими маршрутами для доступа к каждой подсети. Все каналы связи используют стандартные параметры ширины полосы пропускания и задержки. (Обратите внимание: как и в предыдущих примерах, все гигабитовые интерфейсы маршрутизаторов применяют автопереговоры для использования скорости 100 Мбит/с, что изменяет параметры задержки интерфейса, а следовательно, и вычисление метрик EIGRP.)

Пример 10.8 начинается с обсуждения вывода команды `show ip eigrp topology` на маршрутизаторе R1. Эта команда выводит несколько строк информации о каждой известной маршрутизатору R1 подсети в таблице топологии EIGRP.

Пример 10.8. Таблица топологии EIGRP на маршрутизаторе R1

```
R1# show ip eigrp topology
EIGRP-IPv4 Topology Table for AS(1)/ID(10.1.5.1)
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - reply Status, s - sia Status

P 10.1.5.0/24, 1 successors, FD is 2169856
   via Connected, Serial0/0/0
P 10.1.7.0/24, 1 successors, FD is 2681856
   via 10.1.4.3 (2681856/2169856), Serial0/0/1
P 10.1.3.0/24, 1 successors, FD is 2172416
   via 10.1.4.3 (2172416/28160), Serial0/0/1
P 10.1.2.0/24, 1 successors, FD is 2172416
   via 10.1.5.2 (2172416/28160), Serial0/0/0
P 10.1.6.0/24, 2 successors, FD is 2681856
   via 10.1.4.3 (2681856/2169856), Serial0/0/1
   via 10.1.5.2 (2681856/2169856), Serial0/0/0
P 10.1.4.0/24, 1 successors, FD is 2169856
   via Connected, Serial0/0/1
P 10.1.33.0/24, 2 successors, FD is 2684416
   via 10.1.4.3 (2684416/2172416), Serial0/0/1
   via 10.1.5.2 (2684416/2172416), Serial0/0/0
P 10.1.1.0/24, 1 successors, FD is 28160
   via Connected, GigabitEthernet0/0
P 10.1.8.0/24, 1 successors, FD is 2681856
   via 10.1.5.2 (2681856/2169856), Serial0/0/0
```

Сначала просмотрите весь вывод и подсчитайте подсети на каналах в левой части примера. Обратите внимание на то, что маршрутизатор R1 выводит группу сообщений для всех девяти подсетей, включая подключенные подсети от маршрутизатора R1. Протокол EIGRP хранит свою топологическую информацию обо всех подсетях, включая подключенные подсети.

Теперь внимательно рассмотрите первую выделенную строку для подсети 10.1.3.0/24 от интерфейса LAN маршрутизатора R3. В первой строке для данной подсети выводятся идентификатор подсети и маска, а также количество оптимальных маршрутов и оптимальное расстояние (FD). (Напомним, FD — это метрика оптимального маршрута, являющегося наилучшим маршрутом для доступа к определенной подсети.)

Чтобы вам было понятно, элементы на рис. 10.4 приведены с теми же подробностями о подсети 10.1.3.0/24 в таблице топологии EIGRP маршрутизатора R1.

Уделим подсети 10.1.3.0/24 еще несколько минут. Вывод содержит по одной строке на подсеть получателя и по одной строке ниже для маршрута, начиная со слова *via*. На рис. 10.4 в первой строке (как обычно) выводятся подсеть, префиксная маска, количество оптимальных маршрутов и FD. Во второй строке (с отступом) выводится информация о маршруте, включая следующий транзитный маршрутизатор

(после слова *via*) и исходящий интерфейс. Если бы маршрутизатор поместил данный конкретный маршрут в таблицу маршрутизации IP, то в этом маршруте IP использовался бы данный IP-адрес следующей транзитной точки перехода и локальный исходящий интерфейс. Обратите внимание: если протокол EIGRP выводит несколько таких строк, начинающихся со слова *via*, то есть несколько возможных маршрутов к данной подсети.

Ключевая
тема

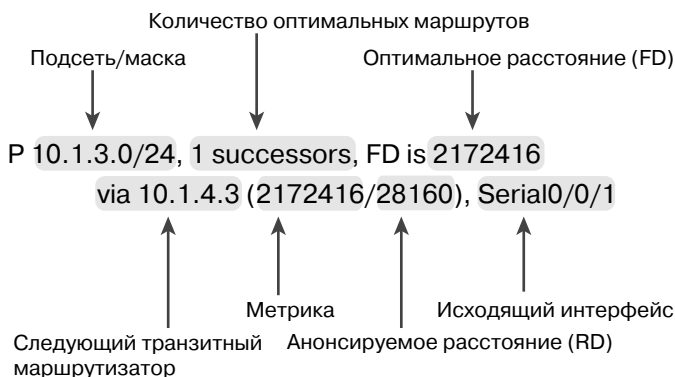


Рис. 10.4. Поля в выводе команды `show ip eigrp topology`

И наконец обратите внимание, что команда `show ip eigrp topology` также выводит в круглых скобках две вычисляемые метрики EIGRP. Первая метрика вычисляется локальным маршрутизатором для данного маршрута. Вторая — это анонсируемое расстояние (RD): метрика, вычисляемая с точки зрения следующего транзитного маршрутизатора. В представленном на рис. 10.4 примере RD 28160 является анонсируемым расстоянием маршрутизатора R1 для этого маршрута, что будет метрикой на следующем транзитном маршрутизаторе 10.1.4.3 (R3).

Поиск оптимального маршрута

К сожалению, команда `show ip eigrp topology` не свидетельствует со всей очевидностью, какие маршруты являются оптимальными (другими словами, наилучшими), а какие резервными (т.е. быстро используемыми для замены). Ниже показано, как в выводе этой команды найти резервные и оптимальные маршруты.

В первую очередь, обратите внимание, что вывод в примере 10.8 отображает только оптимальные маршруты, без резервных маршрутов. При всех стандартных параметрах ширины полосы пропускания и задержки ни один из маршрутов в этой сети не станет резервным маршрутом. В примере 10.11 часть параметров изменена так, что некоторые маршруты стали резервными, а пока обратите внимание на то, что все выведенные в примере 10.8 маршруты являются оптимальными.

Проще всего распознать оптимальный маршрут по тому, что у него одинаковые значения метрики и FD. Первая строка вывода топологии для подсети отображает FD (т.е. наилучшую метрику из всех маршрутов для доступа к подсети). У оптимального маршрута по определению наилучшая метрика, поэтому она должна равняться FD (оптимальному расстоянию). Как показано на рис. 10.5, достаточно найти FD в первой строке, а затем найти среди маршрутов тот, у которого та же метрика (первое число в круглых скобках).

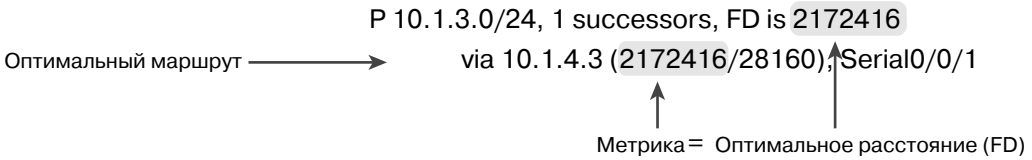


Рис. 10.5. Идентификация оптимального маршрута:
FD (первая строка) равняется метрике (вторая строка)

Когда протокол EIGRP вычисляет метрики для всех возможных маршрутов, победитель иногда очевиден, поэтому протокол EIGRP выбирает один оптимальный маршрут (см. рис. 10.5). Но в других случаях метрики для параллельных маршрутов к той же подсети равнозначны. В этом случае, при стандартных параметрах конфигурации, протокол EIGRP предоставляет такое средство, как *распределение нагрузки с учетом равной стоимости* (equal-cost load balancing), позволяющее рассматривать все эти маршруты как оптимальные.

В примере 10.9 демонстрируются два оптимальных маршрута. Это фрагмент таблицы топологии EIGRP для маршрута R1 к подсети 10.1.33.0/24, доступной на интерфейсе LAN маршрутизатора R4. В данном случае маршрутизатор R1 имеет два разных маршрута через два разных интерфейса к двум разным соседним следующим транзитным маршрутизаторам. Оба маршрута имеют одинаковую метрику, равную FD (2684416), поэтому они являются оптимальными.

Пример 10.9. Отображение двух оптимальных маршрутов на маршрутизаторе R1 для подсети 10.1.33.0/24

```
R1# show ip eigrp topology | section 10.1.33.0
P 10.1.33.0/24, 2 successors, FD is 2684416
  via 10.1.4.3 (2684416/2172416), Serial0/0/1
  via 10.1.5.2 (2684416/2172416), Serial0/0/0
```

В данном случае, при стандартных настройках, маршрутизатор R1 добавил бы оба маршрута в свою таблицу маршрутизации IP. Далее в главе логика работы маршрутизатора с несколькими маршрутами равной стоимости к одной и той же подсети обсуждается немного подробнее, а также обсуждаются возможности балансировки нагрузки на маршрутах равной стоимости.

ВНИМАНИЕ!

В примере 10.9 команда `show ip eigrp topology` связана с командой `section`. Она требует от операционной системы IOS найти раздел или группу сообщений с выводимым текстом (в данном случае — 10.1.33.0) и представить только эту группу сообщений. Это способ получения только желаемой части, а не всего вывода команды.

Поиск резервного маршрута

В соответствии с соглашением команда `show ip eigrp topology` выводит и оптимальный, и резервный маршруты, если они есть. До сих пор в этой главе использовались стандартные параметры ширины полосы пропускания и задержки, что предотвращало образование резервных маршрутов. Теперь изменим конфигурацию так, чтобы создать резервные маршруты и продемонстрировать их распознавание в топологической базе данных.

Сначала рассмотрим пример 10.9, выводящий топологические данные маршрутизатора R1 для подсети 10.1.33.0/24 — подсети LAN на маршрутизаторе R4. С точки зрения маршрутизатора R1 при всех стандартных параметрах ширины полосы пропускания и задержки оба маршрута идентичны. Маршрут от маршрутизатора R1 до маршрутизатора R3 использует два последовательных канала со стандартными настройками ширины полосы пропускания в 1544 Кбит/с и задержкой в 20000 мкс на всех последовательных каналах. Маршрут от маршрутизатора R1 до маршрутизатора R2 также использует два последовательных канала, также со стандартной шириной полосы пропускания и задержкой. В результате у маршрутизатора R1 есть два маршрута равной стоимости для подсети 10.1.33.0/24, как показано на рис. 10.6, *слева*.

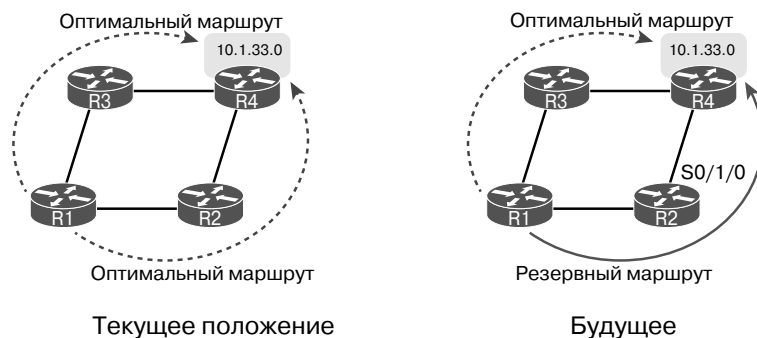


Рис. 10.6. Сравнение двух оптимальных маршрутов для получения одного оптимального и одного резервного маршрутов

В следующем примере маршрут через маршрутизатор R2 сделан хуже, чем маршрут через маршрутизатор R3, у него теперь ниже ширина полосы пропускания на последовательном канале маршрутизатора R2, соединенного с маршрутизатором R4. В настоящее время путь R1-R2-R4 имеет с точки зрения маршрутизатора R1 ширину полосы пропускания меньше 1544 Кбит/с. При снижении ширины полосы пропускания до значения менее 1544 Кбит/с метрики этих двух маршрутов больше не будут совпадать. В результате верхний маршрут, R1-R3-R4, останется единственным оптимальным маршрутом, а маршрут R1-R2-R4 станет резервным.

Для начала, чтобы изменить конфигурацию, ухудшив ширину полосы пропускания, в примере 10.10 показана команда `bandwidth 1400` для интерфейса S0/1/0 маршрутизатора R2.

Пример 10.10. Изменение ширины полосы пропускания интерфейса при настройке маршрутов EIGRP

```
R2# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)# interface s0/1/0
R2(config-if)# bandwidth 1400
```

Как только маршрутизатор R2 изменяет свою ширину полосы пропускания, он посылает частичное обновление EIGRP (см. главу 9). Другие маршрутизаторы получают новую информацию и повторно вычисляют свои метрики и значения анонсируемого расстояния (RD). Для демонстрации различий в примере 10.11 повторяется команда `show ip eigrp topology | section 10.1.33.0` на маршрутизаторе R1, как

в предыдущем примере 10.9. В примере 10.9 эта команда показала на маршрутизаторе R1 два оптимальных маршрута к этой подсети. Теперь, в примере 10.11, у маршрутизатора R1 есть только один оптимальный маршрут, но резервный маршрут (FS) в выводе фактически скрыт, а причина объясняется после примера.

Пример 10.11. Просмотр резервного маршрута на маршрутизаторе R1 к подсети 10.1.33.0/24

```
R1# show ip eigrp topology | section 10.1.33.0
P 10.1.33.0/24, 1 successors, FD is 2684416
   via 10.1.4.3 (2684416/2172416), Serial0/0/1
   via 10.1.5.2 (2854912/2342912), Serial0/0/0
```

Чтобы увидеть резервный маршрут и выяснить, почему он резервный, рассмотрим числа в выводе примера 10.11. Или рассмотрим тот же вывод, повторенный на рис. 10.7 с комментариями. В любом случае логика следующая.

- Согласно первой строке существует один оптимальный маршрут.
- Оптимальное расстояние (FD) составляет 2684416.
- В двух строках, начинающихся на *via* (два возможных маршрута), метрика первого маршрута составляет 2684416 и равняется оптимальному расстоянию (FD). В результате первая строка выводит подробности одного оптимального маршрута.
- Вторая начинающаяся на *via* строка имеет метрику (первое число в круглых скобках) 2854912, что отличается от значения FD 2684416. В результате этот маршрут не является оптимальным.
- Во второй начинающейся на *via* строке указано анонсируемое расстояние (RD, второе число) 2342912, которое меньше оптимального расстояния (FD) 2684416. Таким образом, второй маршрут соответствует условию резервного, что и делает его резервным маршрутом.

Ключевая
тема



Рис. 10.7. Идентификация резервного маршрута

ВНИМАНИЕ!

Команда `show ip eigrp topology` выводит только оптимальные и резервные маршруты. Для просмотра других маршрутов используйте команду `show ip eigrp topology all-links`, выводящую все маршруты, даже не являющиеся ни оптимальными, ни резервными.


```

Minimum MTU is 1500
Hop count is 1
Originating router is 3.3.3.3
10.1.5.2 (Serial0/0/0), from 10.1.5.2, Send flag is 0x0
Composite metric is (2684416/2172416), route is Internal
Vector metric:
  Minimum bandwidth is 1544 Kbit
  Total delay is 40100 microseconds
  Reliability is 255/255
  Load is 1/255
  Minimum MTU is 1500
  Hop count is 2

```

Другие параметры конфигурации EIGRP

До сих пор в этой главе мы рассматривали базовые функции протокола EIGRP. Подробности конфигурации были относительно общими только в связи с природой протокола EIGRP. Тем не менее мы выделили немало времени на демонстрацию результатов разрешения протокола EIGRP на маршрутизаторах в сети, разрешения его работы на интерфейсах, формирования соседских отношений, изучения топологической информации и в конечном счете добавления маршрутов в таблицу маршрутизации IP.

Настоящий раздел посвящен уже не базовым средствам, а затронутые в нем темы либо совершенно необязательны, либо стандартны и не обсуждались до сих пор. Здесь также затрагивается небольшой ряд других тем EIGRP, включая балансировку нагрузки, настройку метрик EIGRP и автоматическое суммирование.

Балансировка нагрузки между несколькими маршрутами EIGRP

Подобно протоколу OSPF протокол EIGRP позволяет поместить в таблицу маршрутизации IPv4 несколько маршрутов с равными метриками. Как и протокол OSPF, стандартно протокол EIGRP поддерживает четыре таких маршрута для каждой подсети, но подкоманда EIGRP `maximum-paths количество` позволяет задать и другое значение. (Обратите внимание: максимальное количество путей равной стоимости зависит от версии операционной системы IOS и платформы маршрутизатора.)

Фактически в примере 10.9 продемонстрирован подобный случай с маршрутом к подсети 10.1.33.0/24 на маршрутизаторе R1. Пример 10.14 возвращается к тому же случаю, но на сей раз с отображением таблиц топологии и маршрутизации IP. Благодаря стандартным параметрам конфигурации EIGRP, `maximum-paths 4`, маршрутизатор R1 помещает оба оптимальных маршрута в таблицу маршрутизации IP.

Пример 10.14. Таблица маршрутизации маршрутизатора R1 с несколькими маршрутами EIGRP равной стоимости

```

R1# show ip eigrp topology | section 10.1.33.0
P 10.1.33.0/24, 2 successors, FD is 2684416
  via 10.1.4.3 (2684416/2172416), Serial0/0/1
  via 10.1.5.2 (2684416/2172416), Serial0/0/0

```

```
R1# show ip route | section 10.1.33.0
D      10.1.33.0/24 [90/2684416] via 10.1.5.2, 00:02:23, Serial0/0/0
      [90/2684416] via 10.1.4.3, 00:02:23, Serial0/0/1
```

Хотя возможность добавить несколько маршрутов с одинаковыми метриками может быть полезной, протокол EIGRP зачастую вычисляет подобные значения метрик, которые близки, но все же не равны. Значения метрик EIGRP зачастую исчисляются миллионами, поэтому точное совпадение маловероятно.

Для решения этой проблемы операционная система IOS применяет концепцию *балансировки нагрузки с неодинаковыми стоимостями* (unequal-cost load balancing), использующую такой параметр EIGRP, как *вариация* (variance). Вариация позволяет считать равными маршруты с относительно близкими значениями метрики, а следовательно, добавлять в таблицу маршрутизации несколько маршрутов неравной метрики к той же подсети.

В режиме конфигурирования протокола маршрутизации EIGRP с помощью команды `variance` *множитель* можно указать целое число в диапазоне 1–128 (параметр вариации метрики). Маршрутизатор после введения этой команды умножает метрику FD (т.е. метрику оптимального маршрута) на это число и получает диапазон метрики маршрутов, которые могут быть добавлены в таблицу маршрутизации. Строго говоря, любой резервный маршрут, метрика RD которого меньше, чем полученное число, будет считаться маршрутом с равной метрикой FD и может быть установлен в таблицу маршрутизации. Сколько таких маршрутов попадет в таблицу маршрутизации протокола EIGRP, опять же, зависит от настройки, заданной командой `maximum-paths`.

В предыдущем подразделе действительно резюмируются правила для вариации и балансировки нагрузки с неодинаковыми стоимостями, но понять концепцию на примере намного проще. Чтобы сделать числа более очевидными, в табл. 10.1 приведены небольшие значения метрики. В таблице перечислены метрики трех маршрутов к одной и той же подсети, рассчитанные маршрутизатором R4. В таблице также перечислены метрики RD для соседних маршрутизаторов и указано, какое именно решение по каждому маршруту примут устройства на основе параметра вариации.

Таблица 10.1. Пример работы параметра вариации метрики

Следующий транзитный узел	Метрика	RD	Добавляется в таблицу маршрутизации при вариации, равной 1	Добавляется в таблицу маршрутизации при вариации, равной 2	Добавляется в таблицу маршрутизации при вариации, равной 3
R1	50	30	Да	Да	Да
R2	90	40	Нет	Да	Да
R3	120	60	Нет	Нет	Нет

Прежде чем описывать параметр вариации, следует обратить внимание на то, что маршрут через маршрутизатор R1 является оптимальным, поскольку у него минимальная метрика. Следовательно, метрика этого маршрута, 50, является оптимальным расстоянием (FD). Маршрут через маршрутизатор R2 является резервным, поскольку его метрика (анонсируемое расстояние RD) 40 меньше, чем расстояние FD, равное 50. Маршрут через маршрутизатор R3 резервным не является, так как его значение RD, равное 60, больше, чем FD.

Стандартное значение вариации метрики равно 1, поэтому метрики должны быть равны одна другой, чтобы считаться совпадающими. В таком случае только один маршрут будет добавлен в таблицу маршрутизации.

При наличии команды `variance 2` значение FD (50) умножается на вариацию (2), что дает 100. Маршрут через маршрутизатор R2 с метрикой 90 хотя и меньше, чем результат уравнения вариация*FD = 100, маршрутизатор R4 также добавляет маршрут через маршрутизатор R2 в таблицу маршрутизации. Теперь маршрутизатор может направить трафик через оба эти маршрута, сбалансировав нагрузку. Метрика третьего маршрута, 120, больше, чем вариация*FD = 100, поэтому он не добавляется в таблицу маршрутизации.

При наличии команды `variance 3` произведение FD (50) на 3 дает 150, а вычисляемые метрики всех трех маршрутов меньше 150. Однако маршрут через маршрутизатор R3 не является резервным (FS), поэтому не может быть добавлен в таблицу маршрутизации во избежание образования петлевого маршрута.

Ниже перечислены ключевые моменты, связанные с параметром вариации метрики.

Ключевая
тема

Вариация метрики в протоколе EIGRP

- Текущее значение метрики FD маршрута к подсети (т.е. оптимального) умножается на параметр вариации метрики.
- Резервные маршруты, метрика которых меньше или равна произведению FD на вариацию, добавляются в таблицу маршрутизации с учетом значения, указанного в команде `maximum-paths`.
- Маршруты, не являющиеся оптимальными или резервными, не могут быть добавлены в таблицу маршрутизации независимо от значения, указанного в настройках вариации, поскольку это может создать петлевые маршруты.

После того как маршруты были установлены в таблицу маршрутизации, устройство может балансировать нагрузку по ним с помощью разных методов. Маршрутизатор может балансировать нагрузку по каналам пропорционально метрикам каналов, а это означает, что в канал с меньшей метрикой будет отправляться большее количество пакетов. Маршрутизатор может пересылать весь трафик через канал с наименьшей метрикой, а остальные маршруты будут присутствовать в таблице маршрутизации только для ускорения конвергенции протокола маршрутизации при исчезновении оптимального маршрута к подсети. Детали различных механизмов балансировки нагрузки требуют более тщательного исследования внутренних механизмов пересылки пакетов операционной системы IOS, а эти темы выходят за рамки рассмотрения данной книги.

Настройка алгоритма расчета метрики в протоколе EIGRP

Со стандартными настройками, протокол EIGRP вычисляет целочисленную метрику на основании ширины полосы пропускания и задержки интерфейса. Используя подкоманды интерфейса `bandwidth значение` и `delay значение`, можно изменить эти параметры на любом интерфейсе, что, в свою очередь, повлияет на выбор маршрутизаторами маршрутов.

Компания Cisco рекомендует устанавливать совершенно точное значение ширины полосы пропускания каждого интерфейса, а не подбирать его с целью подправить значение вычисляемой метрики EIGRP. Последовательные каналы маршрутизатора следует настраивать с помощью команды `bandwidth скорость`, со значением скорости

в килобитах в секунду, подбирая фактическую скорость интерфейса. Интерфейсы Ethernet маршрутизатор может использовать со стандартными настройками; операционная система IOS изменит параметр ширины полосы пропускания интерфейса Ethernet так, чтобы он соответствовал фактической физической скорости передачи.

Поскольку на параметр задержки интерфейса полагается и несколько других средств операционной системы IOS, компания Cisco рекомендует изменять параметр задержки интерфейса, если необходимо настроить метрику EIGRP. Для изменения параметра задержки интерфейса используйте команду `delay значение`, где *значение* — это параметр задержки с необычной единицей измерения в десятки микросекунд. Интересно, что формула метрики EIGRP также использует десятки микросекунд; однако команды `show` выводят значение задержки в микросекундах, как демонстрирует пример 10.15, включая следующие подробности.

1. Интерфейс `fa0/0` маршрутизатора имеет стандартный параметр задержки в 100 микросекунд (мкс), т.е. фактически он работает на скорости 100 Мбит/с.
2. Команда `delay 123` устанавливает на интерфейсе задержку в 123 десятка мкс.
3. Команда `show interfaces fa0/0` выводит задержку в 1230 мкс.

Пример 10.15. Настройка задержки интерфейса

```
Yosemite# show interfaces fa0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is Gt96k FE, address is 0013.197b.5026 (bia 0013.197b.5026)
  Internet address is 10.1.2.252/24
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
  ! Строки пропущены для краткости
Yosemite# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Yosemite(config)# interface fa0/0
Yosemite(config-if)# delay 123
Yosemite(config-if)# ^Z

Yosemite# show interfaces fa0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is Gt96k FE, address is 0013.197b.5026 (bia 0013.197b.5026)
  Internet address is 10.1.2.252/24
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 1230 usec,
  ! Строки пропущены для краткости
```

Автоматическое суммирование и несмежные классовые сети

Предыдущие протоколы маршрутизации, а именно RIPv1 и IGRP, были *классовыми протоколами маршрутизации*. Данный термин связан с тем фактом, что эти протоколы должны были уделить больше внимания деталям сети класса А, В или С, частично из-за простоты самого протокола маршрутизации.

Эти устаревшие классовые протоколы маршрутизации требовали также больше внимания и осторожности при проектировании подсетей, чтобы избежать проблем, связанных с несмежной классовой сетью. Когда классовая сеть становилась несмежной, упрощенные протоколы маршрутизации отказывали из-за необходимости применения *автоматического суммирования* (autosummarization).

В настоящее время большинство предприятий используют протоколы OSPF или EIGRP (или в редких случаях протокол RIPv2). Все эти протоколы маршрутизации бесклассовые. В результате эти более новые протоколы маршрутизации можно настроить так, чтобы старая проблема с несмежными классовыми сетями не возникала вообще.

Хотя современные версии операционной системы IOS используют стандартные настройки, позволяющие игнорировать эту проблему, протокол EIGRP обладает средством автоматического суммирования и требует от сетевого инженера знаний о старой проблеме несмежной сети. Просто на всякий случай на нескольких следующих страницах обсуждаются автоматическое суммирование и проблемы маршрутизации, которые могут возникнуть в результате.

ВНИМАНИЕ!

В реальных сетях использования автоматического суммирования, как правило, стараются избегать.

Автоматическое суммирование по границе классовой сети

Протокол маршрутизации, использующий автоматическое суммирование, автоматически создает суммарный маршрут при определенных условиях. В частности, когда маршрутизатор находится на границе между классовыми сетями (т.е. с одними интерфейсами в одной сети класса А, В или С и другими интерфейсами в другой сети класса А, В или С), он суммирует маршруты. В итоге все маршруты к хостам в одной классовой сети объединяются в единый маршрут ко всей сети класса А, В или С. Более формальное определение приведено ниже.

Ключевая
тема

Определение автоматического суммирования

Когда связанные с подсетями в сети X маршруты анонсирует интерфейс, IP-адрес которого не принадлежит сети X, все эти маршруты анонсируются как один маршрут ко всей сети X класса А, В или С.

Как обычно, пример сделает концепцию намного понятнее. Рассмотрим рис. 10.9, на котором представлены две рабочие сети: 10.0.0.0 и 172.16.0.0. У маршрутизатора R3 есть четыре (подключенных) маршрута к подсетям сети 10.0.0.0 справа и один интерфейс слева, подключенный к другой классовой сети — сети 172.16.0.0 класса В. В результате маршрутизатор R3 с разрешенным автоматическим суммированием будет суммировать маршрут для всей сети 10.0.0.0 класса А.

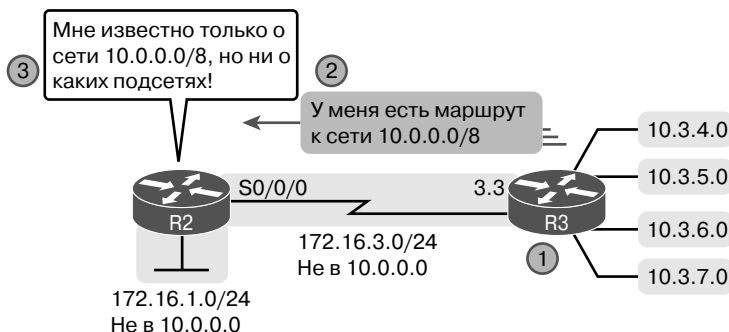


Рис. 10.9. Автоматическое суммирование

Рассмотрим этапы, приведенные на рисунке.

1. Подкоманда EIGRP `auto-summary` разрешила на маршрутизаторе R3 автоматическое суммирование.
2. Поскольку канал связи с маршрутизатором R2 подключается к другой сети (172.16.0.0), маршрутизатор R3 анонсирует маршрут для всей сети 10.0.0.0 класса A вместо набора маршрутов для каждой подсети в сети 10.0.0.0.
3. Маршрутизатор R2 изучает один маршрут, т.е. маршрут к сети 10.0.0.0/8, представляющий всю сеть 10.0.0.0, при следующем транзитном маршрутизаторе R3.

Пример 10.16 демонстрирует вывод команды `show ip route` на маршрутизаторе R2, подтверждая результат наличия параметра `auto-summary` на маршрутизаторе R3.

Пример 10.16. Маршрутизатор R2 с единым маршрутом ко всей сети 10.0.0.0

```
R2# show ip route eigrp
```

! Строки пропущены для краткости

```
D 10.0.0.0/8 [90/2297856] via 172.16.3.3, 00:12:59, Serial0/0/0
```

Обратите внимание, что сам по себе параметр `auto-summary` проблем не вызывает. В проекте на рис. 10.9 и в выводе команды в примере 10.16 никаких проблем нет. Маршрутизатор R2 способен перенаправить пакеты ко всем подсетям в сети 10.0.0.0, используя выделенный суммарный маршрут, а маршрутизатор R3 перенаправит их далее к подсетям.

Несмежные классовые сети

Автоматическое суммирование не создает проблем, пока полученная в итоге сеть является смежной (непрерывной), а не несмежной. Жители Соединенных Штатов могут оценить концепцию несмежной сети по аналогии с термином *смежные 48* (contiguous 48), обозначающем 48 американских штатов, кроме Аляски и Гавайев. Чтобы добраться до Аляски из любого другого из 48 штатов, придется проехать по другой стране (Канаде), поэтому Аляска не смежна с 48 штатами. Другими словами, она является несмежной.

Чтобы лучше понять смысл терминов *смежный* (contiguous) и *несмежный* (discontiguous) в контексте сетей, обратимся к двум следующим формальным определениям смежной и несмежной классовой сети.

Ключевая
тема

Определение смежных и несмежных сетей

- *Смежная сеть* (contiguous network). Классовая сеть, в которой передаваемые между любыми парами подсетей пакеты способны следовать только через подсети той же классовой сети без необходимости проходить через подсети любой другой классовой сети.
- *Несмежная сеть* (discontiguous network). Классовая сеть, в которой пакеты, передаваемые между по крайней мере одной парой подсетей, вынуждены проходить через подсети другой классовой сети.

На рис. 10.10 представлена расширенная версия объединенной сети, показанной на рис. 10.9, чтобы получился пример несмежной сети 10.0.0.0. В этом проекте часть подсетей сети 10.0.0.0 находится слева от маршрутизатора R1, тогда как другие все еще остаются справа от маршрутизатора R3. Пакеты, передаваемые из подсетей слева подсетям справа, должны пройти через подсети сети 172.16.0.0 класса B.

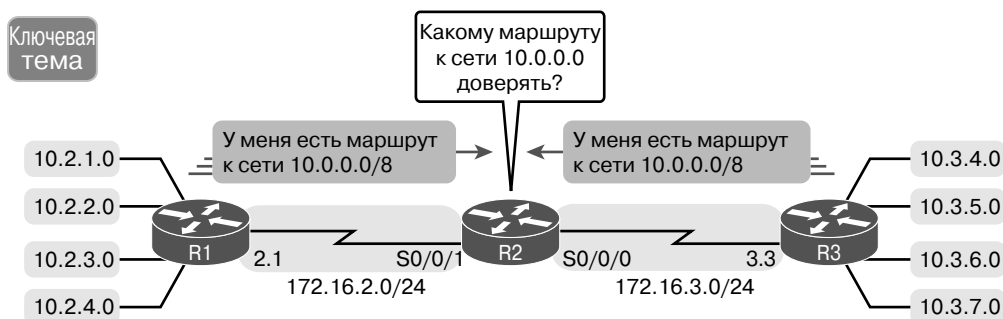


Рис. 10.10. Несмежная сеть 10.0.0.0

Автоматическое суммирование создает проблемы на таких маршрутизаторах, как R2, находящихся полностью вне несмежной сети, ведь они не будут знать, куда именно перенаправлять пакеты к несмежной сети. Идея анонсирования маршрутизатору R2 (в середине сети) маршрута к сети 10.0.0.0/8 маршрутизаторами R1 и R3 представлена на рис. 10.10. Пример 10.17 демонстрирует результирующие маршруты на маршрутизаторе R2.

Пример 10.17. Таблица маршрутизации: автоматическое суммирование привело к проблеме маршрутизации с несмежной сетью 10.0.0.0

```
R2# show ip route | section 10.0.0.0
D    10.0.0.0/8 [90/2297856] via 172.16.3.3, 00:00:15, Serial0/0/0
      [90/2297856] via 172.16.2.1, 00:00:15, Serial0/0/1
```

Как показано в примере 10.17, у маршрутизатора R2 теперь есть два маршрута к сети 10.0.0.0/8: один указывает влево на маршрутизатор R1, другой — вправо на маршрутизатор R3. Маршрутизатор R2 использует свою обычную логику балансировки нагрузки, ведь с его точки зрения эти два маршрута — просто маршруты равной стоимости к тому же получателю: всей сети 10.0.0.0. Иногда маршрутизатор R2 перенаправляет пакет правильному получателю, а иногда нет.

У этой проблемы есть два решения. Старомодное решение подразумевает создание плана IP-адресации без несмежных классовых сетей. Другое решение — отказаться от использования автоматического суммирования, либо используя исходные параметры протокола EIGRP, либо отключив его подкомандой EIGRP no auto-summary. В примере 10.18 показана полученная таблица маршрутизации на маршрутизаторе R2 для маршрутов к сети 10.0.0.0 после применения команды no auto-summary на маршрутизаторах R1 и R3.

Пример 10.18. Бесклассовый протокол маршрутизации без автоматического суммирования допускает несмежные сети

```
R2# show ip route 10.0.0.0
Routing entry for 10.0.0.0/24, 8 known subnets
  Redistributing via eigrp 1
D      10.2.1.0 [90/2297856] via 172.16.2.1, 00:00:12, Serial0/0/1
D      10.2.2.0 [90/2297856] via 172.16.2.1, 00:00:12, Serial0/0/1
D      10.2.3.0 [90/2297856] via 172.16.2.1, 00:00:12, Serial0/0/1
D      10.2.4.0 [90/2297856] via 172.16.2.1, 00:00:12, Serial0/0/1
D      10.3.4.0 [90/2297856] via 172.16.3.3, 00:00:06, Serial0/0/0
D      10.3.5.0 [90/2297856] via 172.16.3.3, 00:00:06, Serial0/0/0
D      10.3.6.0 [90/2297856] via 172.16.3.3, 00:00:06, Serial0/0/0
D      10.3.7.0 [90/2297856] via 172.16.3.3, 00:00:06, Serial0/0/0
```

Обзор

Резюме

- Команды `show ip eigrp interface [тип номер | detail]` и `show ip protocols` позволяют отобразить интерфейсы, на которых разрешен процесс EIGRP.
- Команды `show ip eigrp neighbors [тип номер]` и `show ip protocols` позволяют отобразить информацию обо всех соседях EIGRP на устройстве.
- Команда `show ip eigrp topology [подсеть/префикс]` позволяет отобразить таблицу топологии EIGRP.
- Команда `show ip route [eigrp | подсеть маска]` позволяет отобразить маршруты EIGRP в текущей таблице маршрутизации.
- Вывод команды `show ip protocols` отличается, когда протокол EIGRP настроен командами `network` с использованием шаблона маски. Эта маска отображается в выводе в формате `/x`.
- При выборе идентификатора маршрутизатора EIGRP маршрутизатор проходит целый процесс. Когда процесс завершается, идентификатор маршрутизатора найден, есть значение, заданное командой `eigrp router-id`; есть самый высокий настроенный IPv4-адрес из всех разрешенных петлевых интерфейсов; есть самый высокий настроенный IPv4-адрес из всех физических интерфейсов.
- Когда используется команда `variance`, заданное значение умножается на текущее FD. Любые маршруты FS с вычисляемой метрикой, меньшие или равные вычисленному значению, добавляются к таблице маршрутизации IPv4. Маршруты, не являющиеся ни оптимальными, ни резервными, никогда не добавятся к таблице маршрутизации IPv4.
- Протокол маршрутизации, использующий автоматическое суммирование, создаст при определенных условиях суммарный маршрут (в частности, когда маршрутизатор находится на границе между классовыми сетями).
- Смежная сеть — это классовая сеть, в которой пакеты, посланные между любой парой подсетей, способны достичь назначения, пройдя только через подсети той же классовой сети.
- Несмежная сеть — это классовая сеть, в которой по крайней мере одна пара подсетей связана через подсети другой классовой сети.

Контрольные вопросы

1. Какая из следующих команд `network`, после команды `router eigrp 1`, указывает маршрутизатору начать использовать протокол EIGRP на интерфейсах с IP-адресами 10.1.1.1, 10.1.100.1 и 10.1.120.1? (Выберите два ответа.)
 - А) `network 10.0.0.0`.
 - Б) `network 10.1.1x.0`.
 - В) `network 10.0.0.0 0.255.255.255`.
 - Г) `network 10.0.0.0 255.255.255.0`.

2. Маршрутизаторы R1 и R2 подключены к той же сети VLAN с IP-адресами 10.0.0.1 и 10.0.0.2 соответственно. На маршрутизаторе R1 введены команды `router eigrp 99` и `network 10.0.0.0`. Какая из следующих команд могла бы быть частью конфигурации EIGRP на маршрутизаторе R2, гарантирующей, что эти два маршрутизатора станут соседями и обмениваются маршрутами? (Выберите два ответа.)

- A) `network 10.`
- B) `network 10.0.0.1 0.0.0.0.`
- B) `network 10.0.0.2 0.0.0.0.`
- Г) `network 10.0.0.0.`

3. Какой символ в выводе команды `show ip route` означает, что маршрут был изучен по протоколу EIGRP?

- A) E.
- Б) I.
- В) G.
- Г) D.

4. Внимательно рассмотрите следующий фрагмент вывода команды `show` на маршрутизаторе R1:

```
EIGRP-IPv4 Neighbors for AS(1)
  H  Address  Interface  Hold Uptime  SRTT  RTO  Q  Seq
      (sec)          (ms)    Cnt  Num
  1  10.1.4.3  Se0/0/1    13  00:05:49  2    100  0  29
  0  10.1.5.2  Se0/0/0    12  00:05:49  2    100  0  39
```

Какой из следующих ответов справедлив для данного маршрутизатора на основании этого вывода?

- A) Адрес 10.1.4.3 идентифицирует работающее соседнее устройство на основании текущего идентификатора маршрутизатора соседа EIGRP.
- Б) Адрес 10.1.5.2 идентифицирует маршрутизатор, способный или неспособный стать соседом EIGRP в некоторый момент после того, как оба маршрутизатора проверят все требования к соседям.
- В) Адрес 10.1.5.2 идентифицирует работающее соседнее устройство на основании IP-адреса интерфейса соседа на канале связи между маршрутизатором R1 и этим соседом.
- Г) Адрес 10.1.4.3 идентифицирует собственный IP-адрес маршрутизатора R1 на интерфейсе S0/0/1.

5. Исследуйте следующий фрагмент вывода на интерфейсе CLI маршрутизатора:

```
P 10.1.1.0/24, 1 successors, FD is 2172416
  via 10.1.6.3 (2172416/28160), Serial0/1
  via 10.1.4.2 (2684416/2284156), Serial0/0
  via 10.1.5.4 (2684416/2165432), Serial1/0
```

Что из следующего идентифицирует IP-адрес следующей транзитной точки перехода на резервном маршруте?

- А) 10.1.6.3.
 Б) 10.1.4.2.
 В) 10.1.5.4.
 Г) Вывод команды не позволяет его определить.
6. Процессу EIGRP на маршрутизаторе R1 известно о трех возможных маршрутах к подсети 1. Один из маршрутов — оптимальный, один — резервный. Маршрутизатор R1 не использует команду `variance` для балансировки нагрузки при неравной стоимости. Какие из следующих команд выводят информацию о резервном маршруте, включая его метрику, топологическую информацию EIGRP или маршрут IPv4?
- А) `show ip eigrp topology`.
 Б) `show ip eigrp database`.
 В) `show ip route eigrp`.
 Г) `show ip eigrp interfaces`.
7. У маршрутизатора R1 есть четыре маршрута к подсети 2. У одного маршрута, оптимального, есть метрика 100, а у резервного — метрика 350. У двух других есть метрики 450 и 550. Конфигурация EIGRP маршрутизатора R1 включает команду `variance 5`. Выберите маршрут с самой высокой метрикой к подсети 2, который будет выведен командой `show ip route eigrp` на маршрутизаторе R1.
- А) Оптимальный маршрут (метрика 100).
 Б) Резервный маршрут (метрика 350).
 В) Маршрут с метрикой 450.
 Г) Маршрут с метрикой 550.

Обзор главы

Обзор этой главы осуществляется с использованием инструментов книги, образа DVD или интерактивных инструментов для того же материала на веб-сайте книги. Ключевые элементы и их местоположение приведены в табл. 10.2. Чтобы лучше проследить свой прогресс в обучении, запишите во втором столбце дату завершения этих действий.

Таблица 10.2. Процесс изучения главы

Элемент обзора	Дата	Используемый ресурс
Ключевые темы		Книга, образ DVD/веб-сайт
Ключевые термины		Книга, образ DVD/веб-сайт
Контрольные вопросы		Книга, PCPT
Лабораторные работы		Блог
Списки конфигурации		Книга, образ DVD/веб-сайт
Таблицы команд		Книга

Ключевые темы

Повторите все ключевые темы данной главы, отмеченные пиктограммой “Ключевая тема”. Ключевые темы и соответствующие им страницы приведены в табл. 10.3.

Ключевая
тема

Таблица 10.3. Ключевые темы

Элемент	Описание	Страница
Рис. 10.2	Путеводитель по темам (слева) и командам проверки (справа)	323
Пример 10.5	Просмотр заданных команд network с помощью команды <code>show ip protocols</code>	326
Список	Правила выбора протоколом EIGRP идентификатора маршрутизатора	326
Рис. 10.4	Поля в выводе команды <code>show ip eigrp topology</code>	331
Рис. 10.7	Идентификация резервного маршрута	334
Список	Вариация метрики в протоколе EIGRP	339
Определение	Определение автоматического суммирования	341
Список	Определение смежных и несмежных сетей	342
Рис. 10.10	Несмежная сеть 10.0.0.0	343

Ключевые термины

Условие резервирования (feasibility condition), оптимальное расстояние (Feasible Distance — FD), резервный маршрут (feasible successor), анонсируемое расстояние (reported distance), оптимальный маршрут (successor), балансировка нагрузки с неодинаковыми стоимостями (unequal-cost load balancing), вариация (variance), автоматическое суммирование (autosummary), несмежная сеть (discontiguous network).

Таблицы команд

В табл. 10.4 и 10.5 приведены команды конфигурации и проверки, используемые в этой главе. Рассматривайте их как простое упражнение: закройте левый столбец, прочитайте правый столбец и попытайтесь вспомнить команду. Затем повторите это упражнение, закрыв правый столбец и попытавшись вспомнить, что делает команда.

Таблица 10.4. Команды конфигурации

Команда	Описание
<code>router eigrp номер_автономной_системы</code>	Глобальная команда, переводящая пользователя в режим конфигурации EIGRP для выбранного номера автономной системы (ASN)
<code>network номер_сети [шаблон_маски]</code>	Подкоманда маршрутизатора EIGRP, разрешающая протокол EIGRP на этих интерфейсах и соответствующая либо всем интерфейсам в классовой сети, либо подмножеству интерфейсов на основании шаблона маски в стиле ACL

Окончание табл. 10.4

Команда	Описание
<code>maximum-paths</code> <i>количество_путей</i>	Подкоманда маршрутизатора, определяющая максимальное количество маршрутов равной стоимости, которые могут быть добавлены в таблицу маршрутизации
<code>variance</code> <i>множитель</i>	Подкоманда маршрутизатора, определяющая множитель EIGRP, используемый для определения, достаточно ли метрика маршрута FS близка к метрике оптимального маршрута, чтобы они считались равными
<code>bandwidth</code> <i>ширина_полосы_пропускания</i>	Подкоманда интерфейса, непосредственно устанавливающая ширину полосы пропускания интерфейса (Кбит/с)
<code>delay</code> <i>значение_задержки</i>	Подкоманда интерфейса для установки значения задержки интерфейса шагом в десятку микросекунд
<code>ip hello-interval</code> <code>eigrp</code> <i>номер_автономной_системы</i> <i>значение_таймера</i>	Подкоманда интерфейса, устанавливающая интервал Hello EIGRP для данного процесса EIGRP
<code>ip hold-time</code> <code>eigrp</code> <i>номер_автономной_системы</i> <i>значение_таймера</i>	Подкоманда интерфейса, устанавливающая время задержки EIGRP для данного интерфейса
<code>[no] auto-summary</code>	Подкоманда маршрутизатора, отключающая (с помощью параметра <code>no</code>) или включающая автоматическое суммирование маршрутов в границе классовой сети
<code>passive-interface</code> <i>тип номер</i>	Подкоманда маршрутизатора, делающая интерфейс пассивным интерфейсом OSPF, а значит, процесс OSPF не будет формировать соседские отношения с соседними маршрутизаторами, доступными на данном интерфейсе
<code>passive-interface</code> <code>default</code>	Подкоманда OSPF, изменяющая стандартное значение OSPF для интерфейсов с пассивного на активный
<code>no passive-interface</code> <i>тип номер</i>	Подкоманда OSPF, переводящая интерфейс или субинтерфейс в активное состояние OSPF

Таблица 10.5. Пользовательские команды

Команда	Описание
<code>show ip eigrp</code> <code>interfaces</code>	Выводит по одной строке на каждый интерфейс, на котором разрешен протокол EIGRP, но не сделан пассивным командой конфигурации <code>passive-interface</code>
<code>show ip eigrp</code> <code>interfaces</code> <i>тип номер</i>	Выводит статистику по интерфейсам, на которых разрешен протокол EIGRP, но не сделан пассивным командой конфигурации <code>passive-interface</code>
<code>show ip eigrp</code> <code>interfaces detail</code> [<i>тип номер</i>]	Выводит подробности конфигурации и статистику для всех или только для выбранных интерфейсов, которые разрешены, но не пассивны

Команда	Описание
<code>show ip protocols</code>	Отображает параметры протокола маршрутизации и текущие значения таймеров
<code>show ip eigrp neighbors</code>	Выводит соседей EIGRP и их состояние
<code>show ip eigrp neighbors тип номер</code>	Выводит соседей EIGRP, доступных для заданного интерфейса
<code>show ip eigrp topology</code>	Выводит содержимое таблицы топологии EIGRP, включая оптимальные и резервные маршруты
<code>show ip eigrp topology подсеть/префикс</code>	Выводит подробную топологическую информацию о выбранной подсети
<code>show ip eigrp topology section подсеть</code>	Выводит подмножество команд <code>show ip eigrp topology</code> (только раздел для выбранного идентификатора подсети)
<code>show ip route</code>	Выводит все маршруты IPv4
<code>show ip route eigrp</code>	Выводит маршруты в таблице маршрутизации IPv4, изученные по протоколу EIGRP
<code>show ip route ip-адрес маска</code>	Выводит подробное описание маршрута для выбранной подсети/маски
<code>show ip route section подсеть</code>	Выводит подмножество команд <code>show ip route</code> (только раздел для выбранного идентификатора подсети)
<code>debug eigrp fsm</code>	Выводит изменения в оптимальных маршрутах EIGRP и маршрутах FS

Ответы на контрольные вопросы

1 — А, В. 2 — В, Г. 3 — Г. 4 — В. 5 — В. 6 — А. 7 — Б.