Лекция 5

Основы IP-маршрутизации

6B06201 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации

А.А. Хохлов • Алматы, 2026

Цель лекции

- Сформировать знания о принципах маршрутизации IP-пакетов и механизмах выбора путей передачи данных между различными IP-сетями.
- Изучить назначение маршрутизаторов, структуру таблиц маршрутизации, основные источники маршрутной информации и правила принятия решений при пересылке пакетов.
- Рассмотреть различия между статической и динамической маршрутизацией, принципы выбора маршрута на основе наиболее длинного совпадения префикса, административного предпочтения и метрики.
- Ознакомиться с назначением протоколов динамической маршрутизации RIP, OSPF, IS-IS и BGP, а также с механизмами резервирования маршрутов, балансировки нагрузки и суммирования сетевых префиксов. Сформировать понимание базовых процедур настройки, проверки и диагностики IP-маршрутизации на сетевом оборудовании.

Результаты обучения

По завершении лекции обучающийся сможет:

- Объяснять принципы IP-маршрутизации, назначение таблицы маршрутов и механизмы определения следующего узла Next Hop.
- Различать статическую и динамическую маршрутизацию, характеризовать правила выбора оптимального маршрута.
- Описывать процедуры настройки статических маршрутов и проверки сетевой связности с использованием диагностических команд.

Назначение IP-маршрутизации

Обмен между разными подсетями выполняется на третьем уровне OSI



- Анализ IP-адреса назначения.
- Поиск подходящего маршрута и следующего перехода.
- Пересылка пакета через выбранный интерфейс.

Маршрутизация и пересылка пакетов

Плоскость управления

Создание маршрутов, обработка протоколов, построение таблиц.

Плоскость передачи

Пересылка пользовательских пакетов по подготовленным правилам.

Решение о пути и фактическая пересылка - связанные, но разные функции.

Запись в таблице маршрутизации

Destination/Mask

Сеть и длина префикса

Proto

Источник маршрута

Pre / Cost

Предпочтение / метрика

NextHop / Interface

Следующий узел / выход

```
VRP: display ip routing-table
```

Источники маршрутной информации

Прямое подключение

Маршрут появляется при активном интерфейсе с корректным IP-адресом.

Статический маршрут

Администратор вручную задаёт сеть и направление передачи.

Динамический маршрут

Устройства обмениваются сведениями через маршрутные протоколы.

Таблица содержит активные направления, доступные устройству.

Правило самого длинного префикса

Для пересылки выбирается наиболее специфичный подходящий маршрут

Адрес назначения: 192.168.25.10

192.168.0.0/16

Общая подходящая сеть

192.168.25.0/24

Более точная запись: выбирается /24

Preference и Cost сравнивают по другим правилам - не вместо длины префикса.

Предпочтение маршрута и метрика

Preference (Pre)

Выбор источника пути к одному префиксу. В традиционных VRP меньшее значение означает более высокий приоритет.

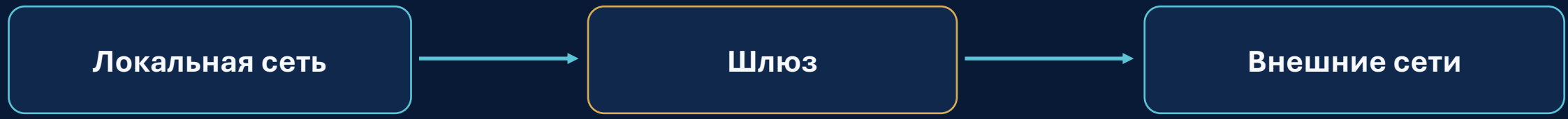
Метрика (Cost)

Сравнение альтернатив, прежде всего внутри одного протокола; значение зависит от его алгоритма.

Примеры VRP: Direct 0 • OSPF 10 • Static 60

Маршрут по умолчанию

0.0.0.0/0 используется при отсутствии более специфичного маршрута



- Упрощает таблицу маршрутов небольшого сегмента.
- Не заменяет обратный маршрут у удалённой сети.
- Сам по себе не подтверждает доступность Интернета.

Статическая маршрутизация в VRP

Учебный синтаксис для маршрута к удалённой сети

```
ip route-static 10.30.0.0 255.255.255.0 192.168.1.2
```

Назначение

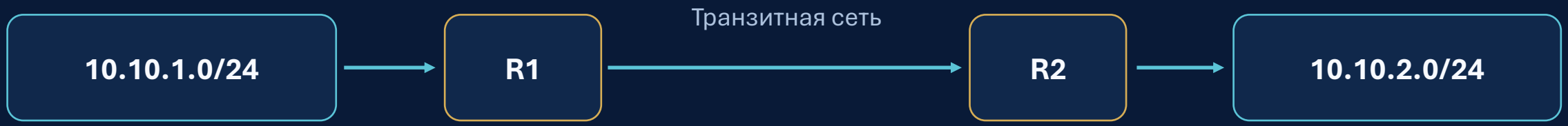
10.30.0.0/24

Next hop

192.168.1.2

После настройки: проверить маршрут, соседний интерфейс и обратный путь.

Пример связи между двумя подсетями



- R1: маршрут к 10.10.2.0/24 через R2.
- R2: обратный маршрут к 10.10.1.0/24 через R1.
- Хосты: корректные IP-адреса и шлюзы по умолчанию.

Динамические протоколы маршрутизации

RIP

Вектор расстояния. В классическом варианте метрика - число переходов.

OSPF / IS-IS

Состояние каналов. Изучение топологии и вычисление путей.

BGP Междоменная маршрутизация: атрибуты маршрутов и политики.

Автоматическое перестроение маршрутов не всегда происходит мгновенно.

Дополнительные механизмы маршрутизации

Рекурсивный next hop

Поиск достижимого пути к промежуточному адресу

ECMP

Распределение потоков по путям равной стоимости

Плавающий маршрут

Резерв с менее высоким административным приоритетом

Суммирование CIDR

Несколько смежных префиксов в одну общую запись

Диагностика нарушений маршрутизации

Последовательность проверки помогает локализовать точку отказа

1. IP-адреса и шлюзы хостов
2. Состояние интерфейсов
3. Активная таблица маршрутов
4. Next hop и обратный путь
5. ping / tracert и фильтрация

Завершение: проверить работу сервиса, сохранить конфигурацию и схему сети.

Итоги и контрольные вопросы

- Маршрутизатор выбирает следующий переход по IP-адресу назначения.
- Самое длинное совпадение префикса определяет пересылку.
- Маршруты бывают прямыми, статическими и динамическими.
- Надёжная связь требует корректных прямых и обратных путей.
- ECMP, резервирование и суммирование расширяют возможности сети.

Вопрос: какой маршрут выбирается для 192.168.25.10 - /16 или /24?