Лекция 4

Протоколы сетевого уровня и IP-адресация

6B06201 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации

А.А. Хохлов • Алматы, 2026

Цель лекции

- Сформировать знания о принципах функционирования сетевого уровня, назначении протоколов межсетевого взаимодействия и организации логической адресации в цифровых сетях с коммутацией пакетов.
- Изучить структуру и особенности протоколов IPv4 и IPv6, принципы формирования IP-пакетов, адресации сетевых интерфейсов и разделения адресного пространства на подсети.
- Рассмотреть использование масок подсетей, механизмов CIDR и VLSM, назначение частных и публичных IP-адресов, а также роль протокола ICMP в диагностике сетевой связности.
- Сформировать понимание правил планирования IP-адресации и основ практической настройки сетевых интерфейсов для обеспечения взаимодействия устройств в локальных и распределённых сетях.

Результаты обучения

По завершении лекции обучающийся сможет:

- Объяснять назначение сетевого уровня и характеризовать основные особенности протоколов IPv4, IPv6 и ICMP.
- Определять принадлежность IP-адресов к подсетям, применять маски адресации и принципы CIDR и VLSM.
- Описывать процедуры настройки IP-адресов сетевых интерфейсов и использования диагностических средств Ping и Traceroute.

Задачи сетевого уровня

IP обеспечивает логическую адресацию и пересылку пакетов между разными сетями

Адресация

IP-адрес идентифицирует сетевой интерфейс.

Маршрутизация

Маршрутизатор выбирает направление передачи.

Дейтаграммы

Каждый IP-пакет обрабатывается отдельно.

IP не гарантирует доставку, порядок пакетов и фиксированное время передачи.

IPv4 и IPv6: основные различия

IPv4

32-битный адрес
Пример: 192.168.10.15
Основная тема лекции

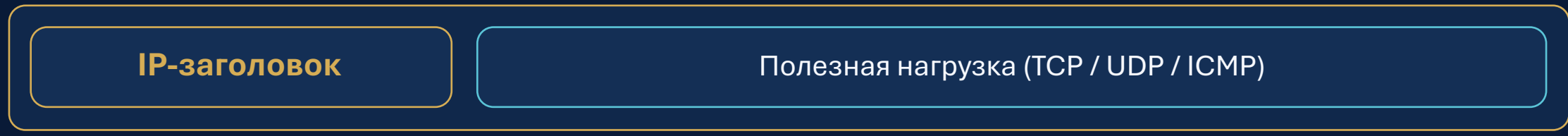
IPv6

128-битный адрес
Другой формат заголовка
Нет фрагментации маршрутизаторами

Обе версии служат для межсетевой доставки IP-пакетов.

Структура пакета IPv4

Типичный заголовок IPv4 без дополнительных опций занимает 20 байт



Адреса Источник и назначение

TTL Число допустимых переходов

Protocol Тип полезной нагрузки

Фрагментация ID, флаги, смещение

TTL, MTU и фрагментация

TTL

При каждом переходе через маршрутизатор значение уменьшается. При исчерпании пакет отбрасывается.

MTU

Максимальный размер блока данных на конкретном участке сети.

IPv4: фрагментация возможна при разрешении. IPv6: маршрутизаторы не фрагментируют пакеты.

IPv4-адрес, маска и префикс

192.168.10.15/24

IPv4-адрес

4 октета, каждый от 0 до 255

/24

24 бита сети + 8 бит узлов

Маска

255.255.255.0

Пример сети 192.168.10.0/24

Обычная IPv4-подсеть с широковещательной адресацией

Адрес сети

`192.168.10.0`

Адреса узлов

`192.168.10.1 - 192.168.10.254`

Broadcast

`192.168.10.255`

Маска

`255.255.255.0`

Специальные случаи (например, /31 и /32) рассматриваются отдельно.

Классовая адресация и CIDR

Исторические классы

A: /8
B: /16
C: /24
Фиксированные границы сети

CIDR

Префикс выбирается под задачу
Гибкое выделение адресов
Снижение неэффективного расхода

Современное планирование адресного пространства основано на CIDR.

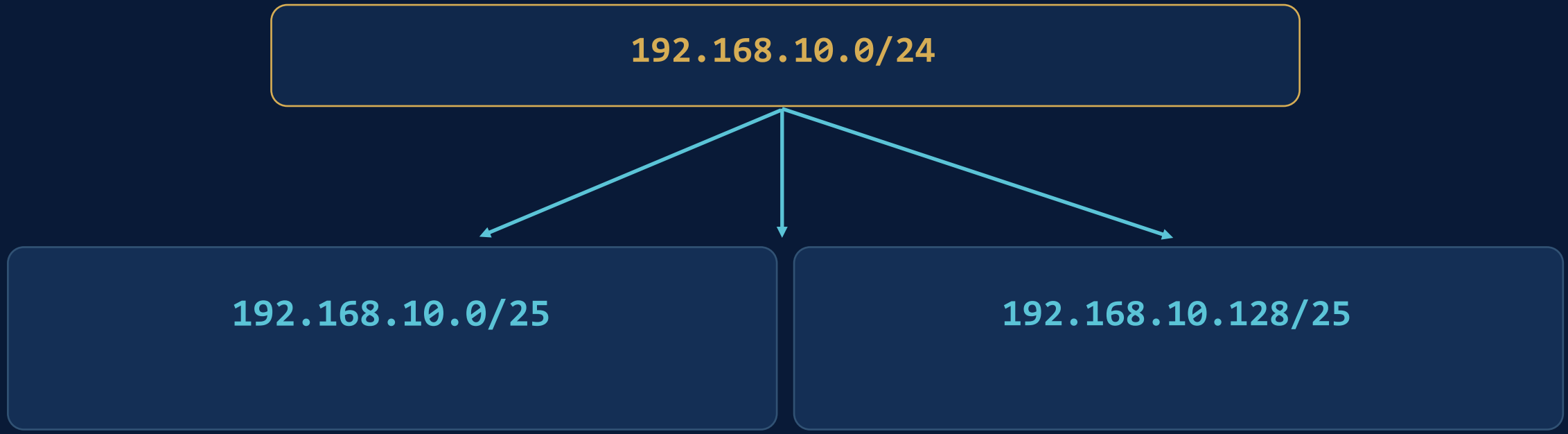
Частные и специальные диапазоны IPv4

10.0.0.0/8	Частные адреса
172.16.0.0/12	Частные адреса
192.168.0.0/16	Частные адреса
127.0.0.0/8	Loopback
169.254.0.0/16	Link-Local
0.0.0.0/0	Маршрут по умолчанию

Для доступа частной IPv4-сети в Интернет часто применяют NAT.

Деление подсети с использованием VLSM

Пример разделения сети 192.168.10.0/24 на два равных сегмента



У каждой подсети свои адрес сети, диапазон узлов и broadcast.

Адресный план организации

Сегмент

Подразделение / площадка

Префикс

IP-сеть и маска

VLAN и шлюз

Логическая сегментация

Выделение адресов

DHCP и статические IP

Резерв

Планируемое расширение

Ответственный

Учёт и документирование

ICMP и диагностика IP-связности

ping

ICMP Echo Request / Reply
Проверка доступности и времени ответа.

tracert / traceroute

Использование TTL для исследования последовательности переходов.

Нет ICMP-ответа ≠ полная недоступность узла. Возможны фильтрация и ограничения.

Настройка IPv4 на устройстве VRP

Учебный пример, синтаксис зависит от версии VRP и модели

```
<Huawei> system-view
[Huawei] interface GigabitEthernet 0/0/1
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1] ip address 192.168.10.1 24
```

- Проверить состояние интерфейса и правильность маски.
- Проверить связь, таблицу маршрутизации и сохранить настройки.

Итоги и контрольные вопросы

- Сетевой уровень обеспечивает логическую адресацию и доставку пакетов.
- IPv4 использует 32-битные адреса, префиксы и маски подсетей.
- CIDR и VLSM позволяют рационально делить адресное пространство.
- ICMP, ping и tracert помогают диагностировать IP-связность.
- Адресный план и проверка конфигурации важны для эксплуатации.

Вопрос: как разделить сеть /24 на две подсети /25?