

# Модуль 6: Канальный уровень



Введение в сетевые  
технологии v7.0 (ITN)

# Задачи модуля

**Название модуля:** Канальный уровень

**Цель модуля:** Объяснить, как управление доступом к среде передачи данных на канальном уровне обеспечивает обмен данными между сетями..

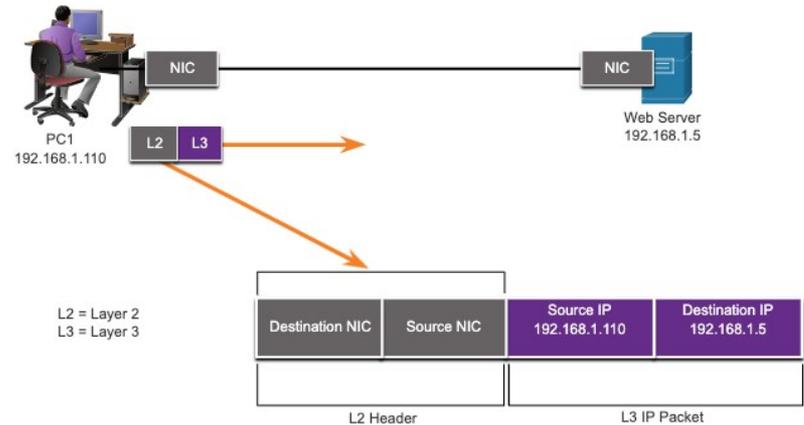
Заголовок темы	Цель темы
Назначение канального уровня	Описать назначение и функции канального уровня при подготовке к передаче данных в определенных средах.
Топологии	Сравнить способы управления доступом к среде передачи данных в топологиях глобальных и локальных сетей.
Кадр канала передачи данных	Описать характеристики и функции кадра канала передачи данных.

# 6.1. Назначение канального уровня передачи данных

# Назначение канального уровня

## Канальный уровень

- Уровень канала передачи данных отвечает за связь между сетевыми интерфейсными картами (NIC) конечных устройств.
- Он позволяет протоколам верхнего уровня получать доступ к среде физического уровня и инкапсулирует пакеты уровня 3 (IPv4 и IPv6) в фреймы уровня 2.
- Он также выполняет обнаружение ошибок и отвергает поврежденные кадры.

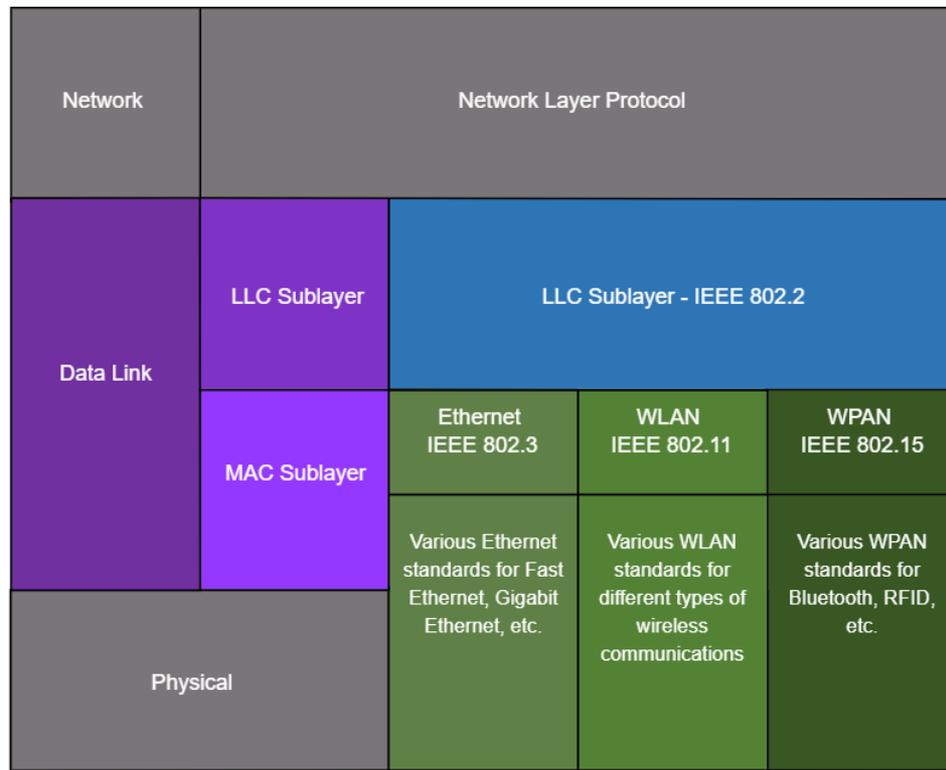


# Подуровни канального уровня IEEE 802 LAN/MAN

Стандарт IEEE 802 LAN/MAN специфичны для типа сети (Ethernet, WLAN, WPAN и т.д.).

Канальный уровень состоит из двух подуровней. **Logical Link Control (LLC)** и **Media Access Control (MAC)**.

- Подуровень LLC взаимодействует между сетевым программным обеспечением на верхних слоях и аппаратным обеспечением устройства на нижних слоях.
- Подуровень MAC отвечает за инкапсуляцию данных и управление доступом к среде передачи данных.



## Предоставление доступа к среде передачи данных

Пакеты, которыми обмениваются узлы, могут сталкиваться с многочисленными уровнями канала передачи данных и переходами между различными физическими средами

На каждом переходе маршрутизатор выполняет четыре основные функции уровня 2:

- Принимает кадр из сетевой среды
- Деинкапсулирует кадр для предоставления инкапсулированного пакета.
- Повторно инкапсулирует пакет в новый кадр
- Переадресует новый кадр в среду следующего сегмента сети.

## Стандарты канального уровня

Протоколы уровня связи данных определяются инженерными организациями:

- Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE).
- Международный союз электросвязи (ITU)
- Международная организация по стандартизации (ISO)
- American National Standards Institute (ANSI)



# 6.2 Топологии

# Физические и логические топологии

Топология сети описывает расположение или взаимосвязь сетевых устройств, а также соединения между ними.

Существует два типа топологий, используемых при описании сетей:

- **Физическая топология** — показывает физические соединения и взаимодействие устройств.
- **Логическая топология** — определяет виртуальные соединения между устройствами, используя интерфейсы устройств и схемы IP-адресации.

Существуют три распространенные физические топологии WAN:

- **Точка-точка** — самая простая и наиболее распространенная топология WAN. Она представляет собой постоянное соединение между двумя конечными устройствами.
- **«Звезда»** — версия звездообразной топологии для глобальной сети, в которой центральный узел соединен с периферийными с помощью соединений «точка-точка».
- **Ячеистая** — эта топология обеспечивает высокую доступность, но требует, чтобы каждая конечная система была связана со всеми остальными системами.

# Топология «точка-точка» сети WAN

- Физические топологии точка-точка напрямую соединяют два конечных устройства (узла).
- Узлы не могут совместно использовать общую с другими узлами среду передачи данных.
- Поскольку все кадры в среде могут перемещаться только на оба узла или от них, протоколы WAN точка-точка могут быть очень простыми.



# Топологии

## Топологии сетей WAN

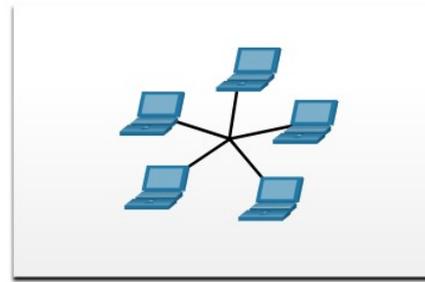
Конечные устройства локальных сетей, как правило, взаимосвязаны с помощью звездной или расширенной звездной топологии. Звездные и расширенные звездные топологии просты в установке, легко масштабируются и просты при устранении неполадок.

Ранние технологии Ethernet и устаревшие технологии Token Ring обеспечивают две дополнительные топологии:

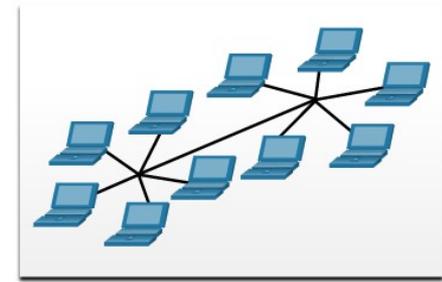
**Шина (Bus).** Все оконечные системы связаны друг с другом общим кабелем, имеющим на концах специальные заглушки («терминаторы»).

**Кольцо** — Каждая концевая система соединяется с соответствующими соседями для формирования кольца.

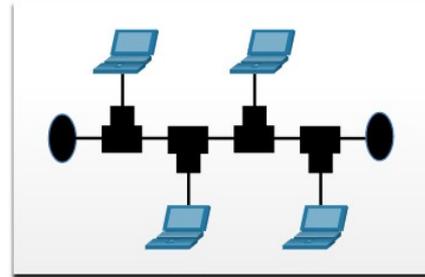
### Physical Topologies



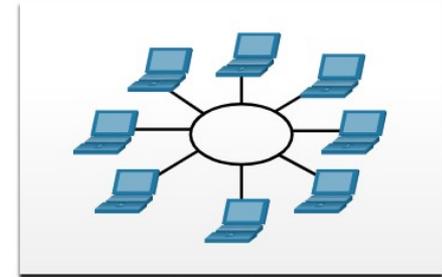
Star Topology



Extended Star Topology



Bus Topology



Ring Topology

# Полудуплексная и полнодуплексная связь

## Полудуплексная передача данных

- Полудуплексный режим позволяет осуществлять передачу или прием по общей среде одновременно только одному устройству.
- Используется в устаревших топологиях шины и при использовании концентраторов Ethernet.

## Полнодуплексная передача данных

- Оба устройства могут одновременно передавать и принимать в общей среде.
- По умолчанию коммутаторы Ethernet работают в полнодуплексном режиме.

## Конкурентный доступ

Все узлы, работающие в полудуплексном режиме, конкурируют за использование среды. Ниже приведены некоторые примеры:

- Множественный доступ с прослушиванием несущей и обнаружением столкновений (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection; CSMA/CD) в старых шинотопологических сетях Ethernet
- Множественный доступ с прослушиванием несущей и обнаружением столкновений применяется в беспроводных LAN

## Контролируемый доступ

- Детерминированный доступ, где каждый узел имеет свое время в среде.
- Используется в устаревших сетях, таких как Token Ring и ARCNET.

# Конкурирующий доступ – CSMA/CD

## CSMA/CD

- Используется в традиционных сетях Ethernet.
- Работает в полудуплексном режиме, когда только одно устройство отправляет или получает данные одновременно.
- При этом необходим процесс обнаружения столкновений, определяющий, когда устройство может осуществлять передачу, и что происходит в случае одновременной передачи несколькими устройствами.

## Процесс обнаружения столкновений CSMA/CD:

- Устройства, передающие одновременно, приведут к столкновению сигналов в общей среде.
- Устройства обнаруживают столкновение.
- Устройства ожидают случайного периода времени и повторно передают данные.

## CSMA/CA

- Используется в WLAN IEEE 802.11.
- Работает в полудуплексном режиме, когда только одно устройство отправляет или получает данные одновременно.
- При этом необходим процесс обнаружения столкновений, определяющий, когда устройство может осуществлять передачу, и что происходит в случае одновременной передачи несколькими устройствами.

## Процесс предотвращения столкновений CSMA/CA:

- При передаче устройства также включают время, необходимое для передачи.
- Другие устройства в общей среде получают информацию о длительности времени и знают, как долго носитель будет недоступен.

# 6.3. Кадр канала передачи данных

# Кадр канала передачи данных

## Кадр

Данные инкапсулируются канальным уровнем с заголовком и концевиком для формирования кадра.

Кадр связи данных состоит из трех частей:

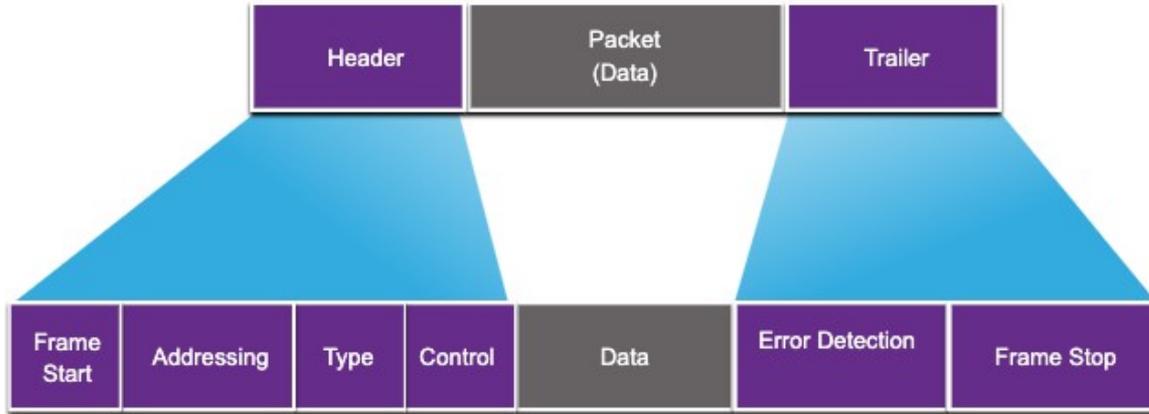
- Заголовок
- Данные
- Концевик

Поля заголовка и трейлера различаются в зависимости от протокола канального уровня.

Объем управляющей информации, переносимой в кадре, зависит от информации управления доступом и логической топологии.

# Кадр канала передачи данных

## Поля кадра

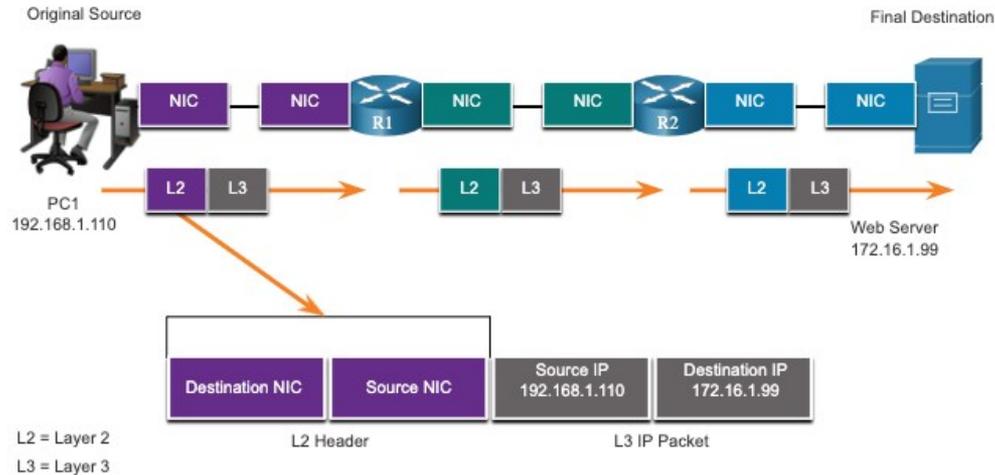


Поле	Описание
Начало и конец кадра	Определяет начало и конец кадра
Адресация	Указывает узлы источника и назначения.
Тип	Идентифицирует инкапсулированный протокол уровня 3
Элемент управления	Идентифицирует службы управления потоком
Данные	Содержит полезную нагрузку для кадра
Обнаружение ошибок	Используется для определения ошибок передачи

# Кадр канала передачи данных

## Адреса уровня 2

- Также называется физическим адресом.
- Содержится в заголовке кадра.
- Используется только для локальной доставки кадра по каналу.
- Обновляется каждым устройством, которое пересылает кадр.



## Кадры локальной и глобальной сети

Логическая топология и физический носитель определяют используемый протокол канала передачи данных:

- Ethernet
- Беспроводная сеть 802.11
- Протокол «точка-точка» (PPP)
- Высокоуровневый протокол управления каналом (HDLC)
- Frame-Relay

Каждый протокол управляет доступом к среде для указанных логических топологий уровня 2.

# 6.4 Практика и контрольная работа модуля

## Что я изучил в этом модуле?

- Канальный уровень модели OSI (Ур. 2) подготавливает сетевые данные для физической сети
- Канальный уровень отвечает за связь между сетевыми интерфейсными картами (NIC).
- Канальный уровень IEEE 802 LAN/MAN состоит из следующих двух подуровней: LLC и MAC.
- Два типа топологий, используемых в сетях LAN и WAN, - физическая и логическая.
- Три распространенных типа физических топологий WAN: точка-точка, звезда и ячеистая.
- Полудуплексный режим - когда обмен данными происходит в одном направлении за раз. Полнодуплексный режим отправляет и принимает данные одновременно.
- В сетях с множественным доступом на основе конкуренции все узлы работают в полудуплексном режиме.
- Примеры методов доступа, основанных на конкуренции, включают: CSMA/CD для локальных сетей Ethernet с топологией шины и CSMA/CA для беспроводных сетей.
- Кадр канального уровня состоит из трех основных частей: заголовка, данных и концевика.
- Поля кадра включают: флаги индикатора начала и конца кадра, адресация, тип, управление, данные и обнаружение ошибок.
- Адреса канального уровня также называются физическими адресами.
- Адреса связи данных используются только для локальной доставки кадров.

