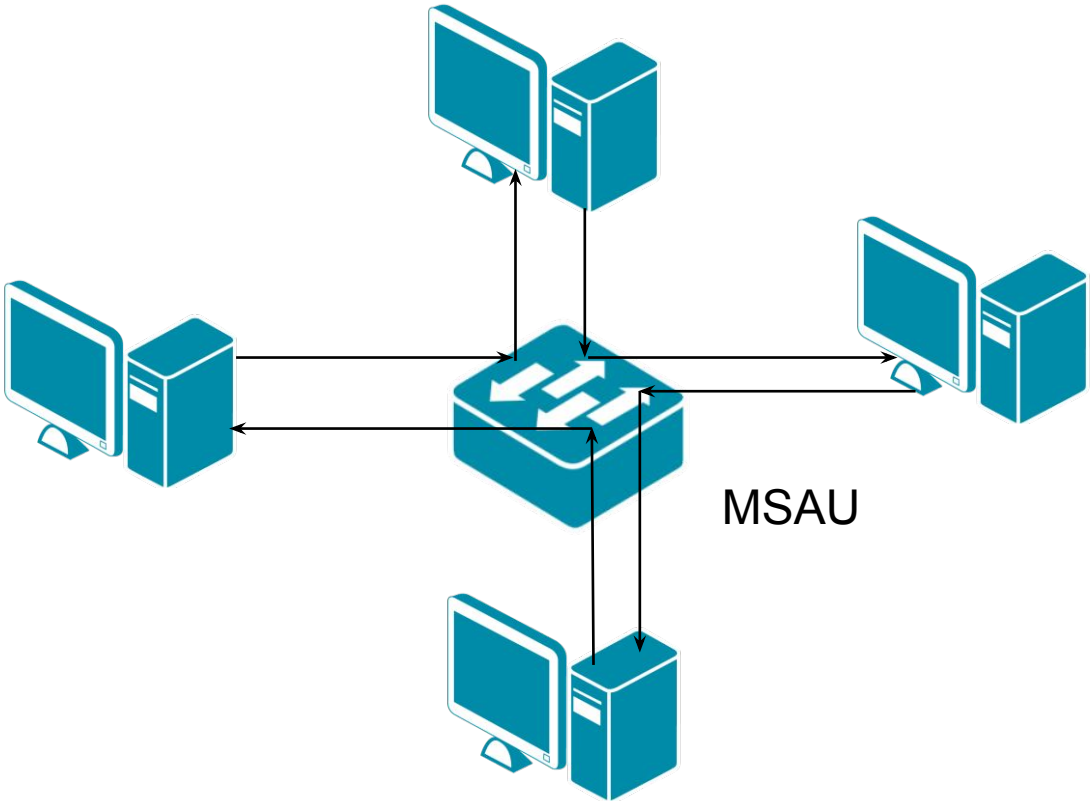
Технология Token Ring

- Эта технология была разработана компанией IBM в 1970-х гг., позднее стандартизирована IEEE в «Проекте 802» как спецификация 802.5.
- Сеть Token Ring имеет топологию звезды, все оконечные станции которой подключаются к общему устройству (MSAU - MultiStation Access Unit).
- Для получения доступа к среде используется метод передачи маркера (token).



Технология Token Ring

- Максимальная скорость передачи – 4 или 16 Мбит/с;
- Среда передачи – витая пара (используются 2 пары);
- Максимальная длина сегмента:
  - UTP – 150 м (для 4 Мбит/с) или 60 м (для 16 Мбит/с);
  - STP – 300 м (для 4 Мбит/с) или 100 м (для 16 Мбит/с).

Преимущества:

✔ Легко рассчитать задержку между любыми двумя устройствами, это особенно важно в автоматизированных системах управления, требующих обработки процессов в реальном режиме времени.

✔ Отсутствие коллизий.

Недостатки:

✔ Высокая стоимость, низкая совместимость оборудования;

✔ Невысокая скорость передачи.

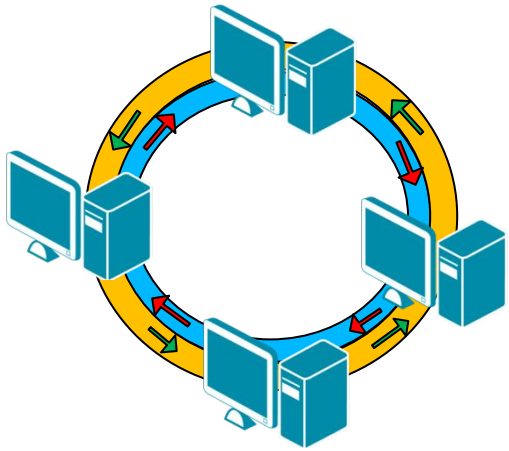
Технологии локальных сетей

Технология FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

- FDDI (Fiber Distributed Data Interface, Волоконно-оптический интерфейс передачи данных) — стандарт передачи данных в локальной сети был выпущен ANSI X3T9.5 (комитет по разработке стандартов) в середине 1980 гг.
- Технология FDDI определяет скорость передачи до 100 Мбит/с.
- Максимальное количество станций в сегменте – 500;
- Максимальное расстояние между узлами – 2 км;
- Максимальная (суммарная) длина сети – 100 км;
- Для доступа к среде используется метод передачи маркера.
- В качестве среды передачи используются одномодовый и многомодовый волоконно-оптические кабели.

Технология FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

- В качестве топологии используется схема двойного кольца:
- Данные в кольцах циркулируют в разных направлениях.
- Первичное кольцо — основное, по нему передается информация при нормальной работе;
- Вторичное кольцо — вспомогательное, по нему данные передаются в случае обрыва на первом кольце.



<u>Преимущества:</u>

✔ Высокая отказоустойчивость.

<u>Недостатки:</u>

✔ Высокая стоимость – двойной расход кабеля.

Технология Ethernet

- Ethernet – наиболее широко используемая технология локальных сетей, которая определяет проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде — на MAC-подуровне канального уровня.
- Первая экспериментальная сеть Ethernet, основанная на методе доступа CSMA/CD, была разработана компанией Xerox в 1970-х г.
- В 1980 г. компании Digital Equipment Corporation, Intel и Xerox разработали и опубликовали спецификацию Ethernet 1.0 для передачи данных со скоростью 10 Мбит/с.
- Первый стандарт IEEE 802.3 был основан на спецификации Ethernet 1.0. Проект стандарта был одобрен группой 802.3 в 1983 году и в 1985 опубликован как официальный стандарт.
- В 1982 г. Digital Equipment Corporation, Intel Corporation и Xerox Corporation выпустили новую спецификацию Ethernet v.2. Эту версию стандарта называют Ethernet DIX или Ethernet II.

- В исходной версии Ethernet предусматривалось использование коаксиального кабеля (стандарты 10Base5 и 10Base2).
- В начале 1990-х годов появились спецификации на основе витой пары (10Base-T) и оптоволокна (10Base-FL).
- В 1995 г. был опубликован стандарт Fast Ethernet (IEEE 802.3u).
- В 1998 г. был опубликован стандарт Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z и 802.3ab).
- В 2002 г. был опубликован стандарт 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae).
- В 2010 г. был опубликован стандарт 40 и 100 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ba).

Форматы кадров Ethernet

Стандарт IEEE 802.3-2008 определяет следующую структура кадра, обязательную для всех MAC-реализаций:

7 байт	1 байт	6 байт	6 байт	4 байта (опционально)	2 байта	42 – 1500 байта		4 байта	
Preamble	**SFP**	**Destination Address**	**Source Address**	**Tag 802.1Q**	**Length/Type**	**Data**	**PAD**	**FCS**	**Extension**
		64-1522 байта							

- На практике существует 4 формата кадров Ethernet:
  - Кадр Ethernet II (Ethernet v.2 или DIX Ethernet)
  - Кадр IEEE 802.3 /LLC
  - Кадр Ethernet SNAP
  - Кадр Raw 802.3 (Novell 802.3)

- Разные типы кадра имеют различный формат и значение MTU (Maximum Transmission Unit), но могут сосуществовать в одной физической среде.

- Наибольшее распространение получил кадр Ethernet II .

Кадр IEEE 802.3/LLC

7 байт	1 байт	6 байт	6 байт	2 байта	46 – 1500 байт		4 байта
Preamble	**SFP**	**Destination Address**	**Source Address**	**Length**	**Data**	**PAD**	**FCS**

Значение <=0x05DC (1500 дес.), то кадр 802.3

1 байт	1 байт	1 или 2 байта
DSAP	SSAP	Control

- **Preamble (преамбула)** – состоит из семи синхронизирующихся байт 10101010.
- **Start-of-Frame-Delimiter (SFP, начальный ограничитель кадра)** – содержит значение 10101011. Эта комбинация указывает на то, что следующий байт начало заголовка кадра.
- **Destination Address (DA, адрес назначение)** – MAC-адрес получателя кадра.
- **Source Address (SA, адрес источника)** – MAC-адрес отправителя кадра.
- **Length (длина)** – если значение меньше или равно 0x05DC (1500 дес.), то поле указывает на длину поля данных в кадре.
- **Data (данные)** – поле данных переменной длины. Мин. длина поля 46 байт , мах. длина поля 1500 байт.
- **Pad (Padding, заполнение)** – состоит из такого количества байт заполнителей, которое обеспечивает минимальную длину поля данных в 46 байт. Это обеспечивает корректное распознавание коллизий. Если длина поля данных достаточна, поле заполнения в кадре отсутствует.
- **Frame Check Sequence (FCS, поле контрольной суммы)** – содержит контрольную сумму кадра. Служит для проверки не искажен ли кадр. Значение поля вычисляется на основе содержимого полей DA, SA, длина и поля данных с помощью 32-разрядного циклического избыточного кода (Cyclic Redundancy Code, CRC).

Кадр Ethernet II

7 байт	1 байт	6 байт	6 байт	2 байта	46 – 1500 байт		4 байта
Preamble	**SFP**	**Destination Address**	**Source Address**	**Type**	**Data**	**PAD**	**FCS**

Значение >=0x0600 (1536 дес.),
то кадр Ethernet II

IP v4 0x0800
IP v6 0x86DD
ARP 0x0806
802.1Q 0x8100

- Поле **Type (тип)** используется для указания типа протокола, вложившего пакет в поле данных кадра.

Кадр Ethernet SNAP

- Коды протоколов в полях SAP кадра 802.3/LLC имеют длину 1 байт, поле Type в кадре Ethernet II – 2 байта.
- Один и тот же протокол кодируется разными кодами.
- Для устранения разнобоя в кодировках типов протоколов комитетом 802.2 был разработан формат Ethernet SNAP (SNAP – SubNetwork Access Protocol).
- Кадр Ethernet SNAP – расширение кадра 802.3/LLC: добавился заголовок протокола SNAP.
  - **OUI (Organizational Unique Identifier)** – идентификатор организации, которая контролирует коды в поле Type.
  - **Type (тип)** – аналогично полю тип кадра Ethernet II.

7 байт	1 байт	6 байт	6 байта	2 байта	46 – 1500 байт		4 байта
Preamble	**SFP**	**Destination Address**	**Source Address**	**Length**	**Data**	**PAD**	**FCS**

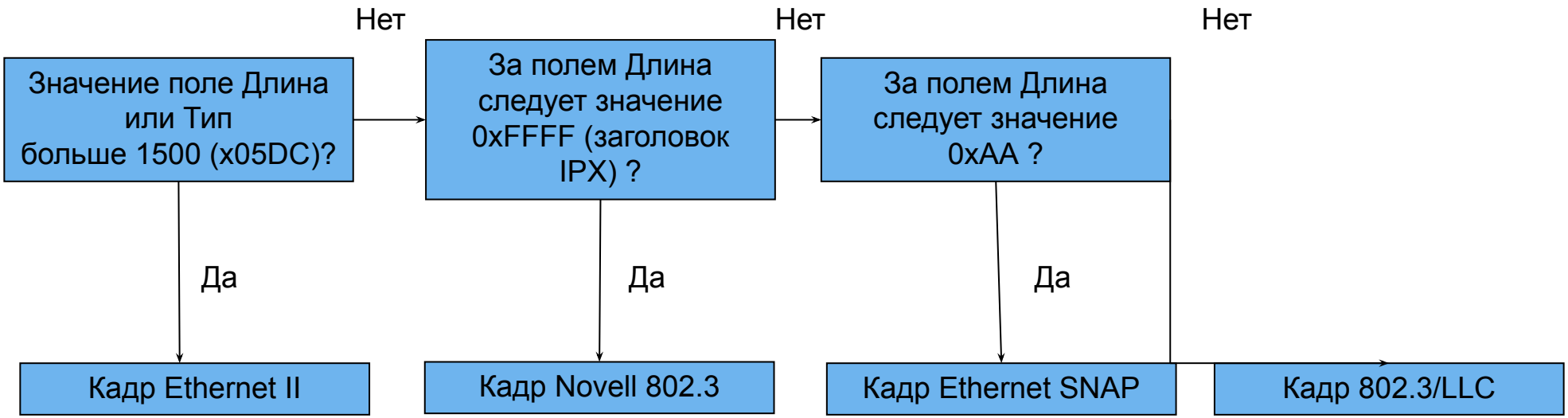
1 байт	1 байт	1 байт	3 байта	2 байта
DSAP	SSAP	Control	OUI	Type
0xAA	0xAA	0x03	0x00-00-00	

Кадр Raw 802.3 (Novell 802.3)

- Кадр представляет собой внутреннюю модификацию IEEE 802.3 без заголовка LLC.
- В настоящее время Novell использует кадр IEEE 802.3/ LLC

7 байт	1 байт	6 байт	6 байт	2 байта	46 – 1500 байт		4 байта
Preamble	**SFP**	**Destination Address**	**Source Address**	**Length**	**Data**	**PAD**	**FCS**

Алгоритм определения формата кадра



Jumbo-фреймы

- В компьютерных сетях **Jumbo-фреймы** (Jumbo-frame) – это кадры Ethernet размер поля данных которых может достигать 9000 байт.
- Jumbo-фреймы не являются частью стандарта IEEE 802.3.
- Использование Jumbo-фреймов позволяет передавать больше информации с меньшими усилиями, т.к. уменьшается нагрузка на ЦПУ и повышается пропускная способность линии связи, за счет уменьшения передачи количества кадров и сокращения служебной информации, добавляемой к кадрам.
- Jumbo-фреймы поддерживают многие модели коммутаторов и сетевых адаптеров Fast/Gigabit Ethernet.

Технология Ethernet

Дуплексный и полудуплексный режимы работы

Стандарт IEEE 802.3 определяет два режима работы MAC-подуровня:

- *Полудуплексный (half-duplex)* – использует метод CSMA/CD для доступа узлов к разделяемой среде. Узел может только принимать или передавать данные в один момент времени, при условии получения доступа к среде передачи.
- *Полнодуплексный (full-duplex)* – полнодуплексный Ethernet позволяет паре узлов, имеющих соединение «точка-точка», одновременно принимать и передавать данные. Для этого каждый узел должен быть подключен к выделенному порту коммутатора.

Технология Ethernet

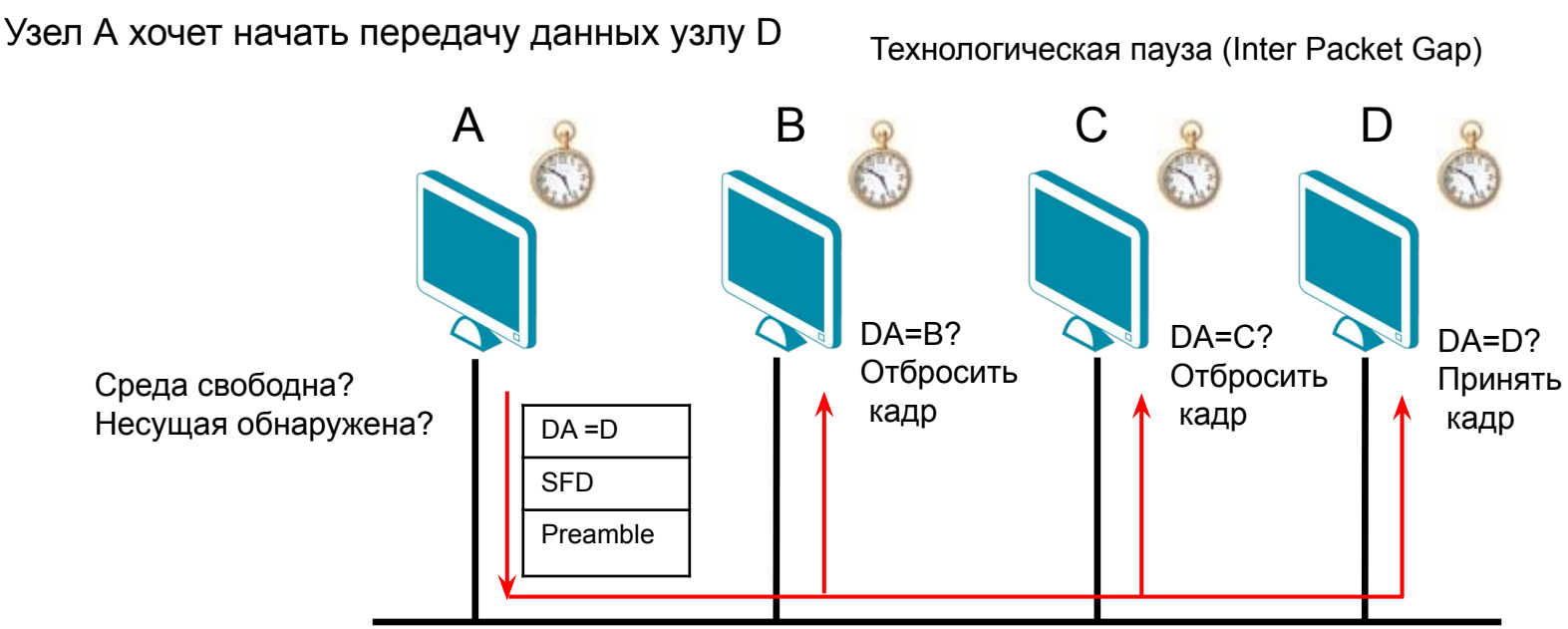
Метод доступа CSMA/CD (Carrie-Sense-Multiple-Access with Collision Detection)

- Метод CSMA/CD используется для организации доступа узлов к разделяемой среде передачи.
- Этот метод применялся в первых сетях Ethernet на коаксиальном кабеле с топологией шина и в первых сетях на основе витой пары, построенных с использование концентраторов.

Метод включает следующие процедуры:

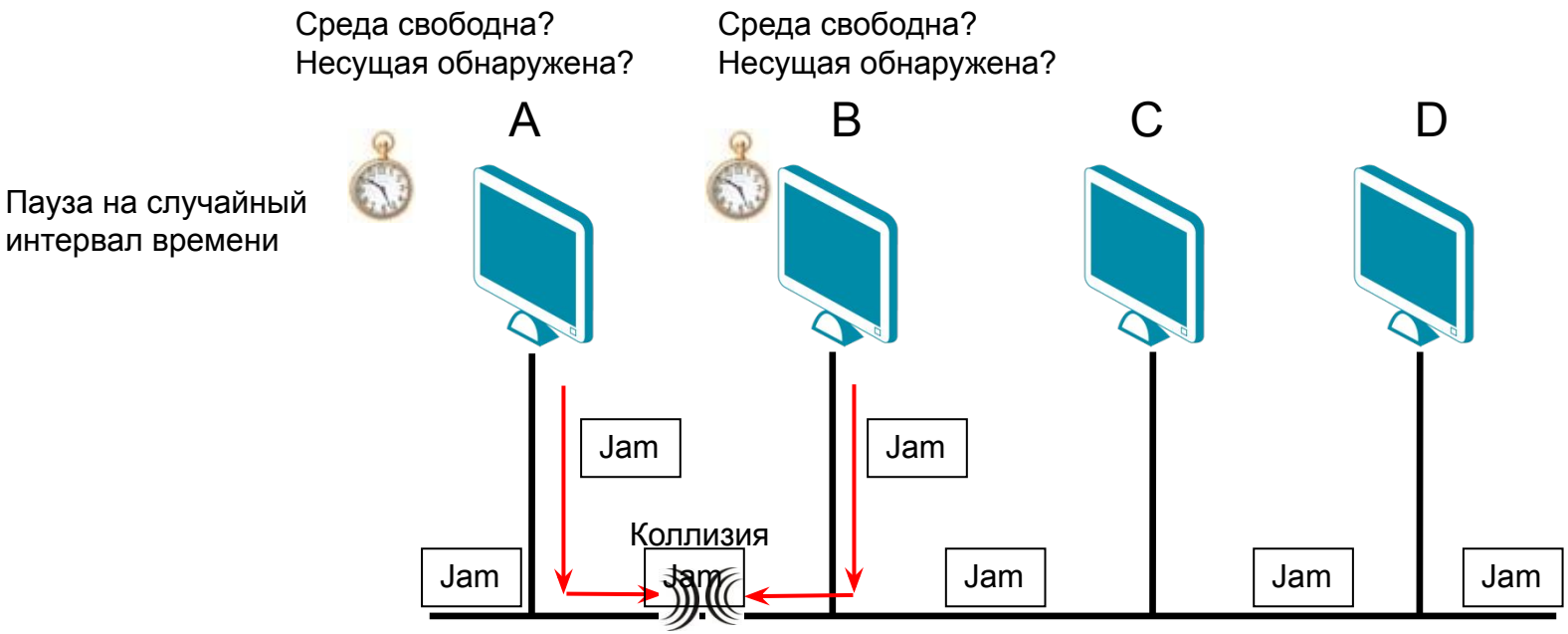
- Контроль несущей
- Обнаружение коллизий

Контроль несущей



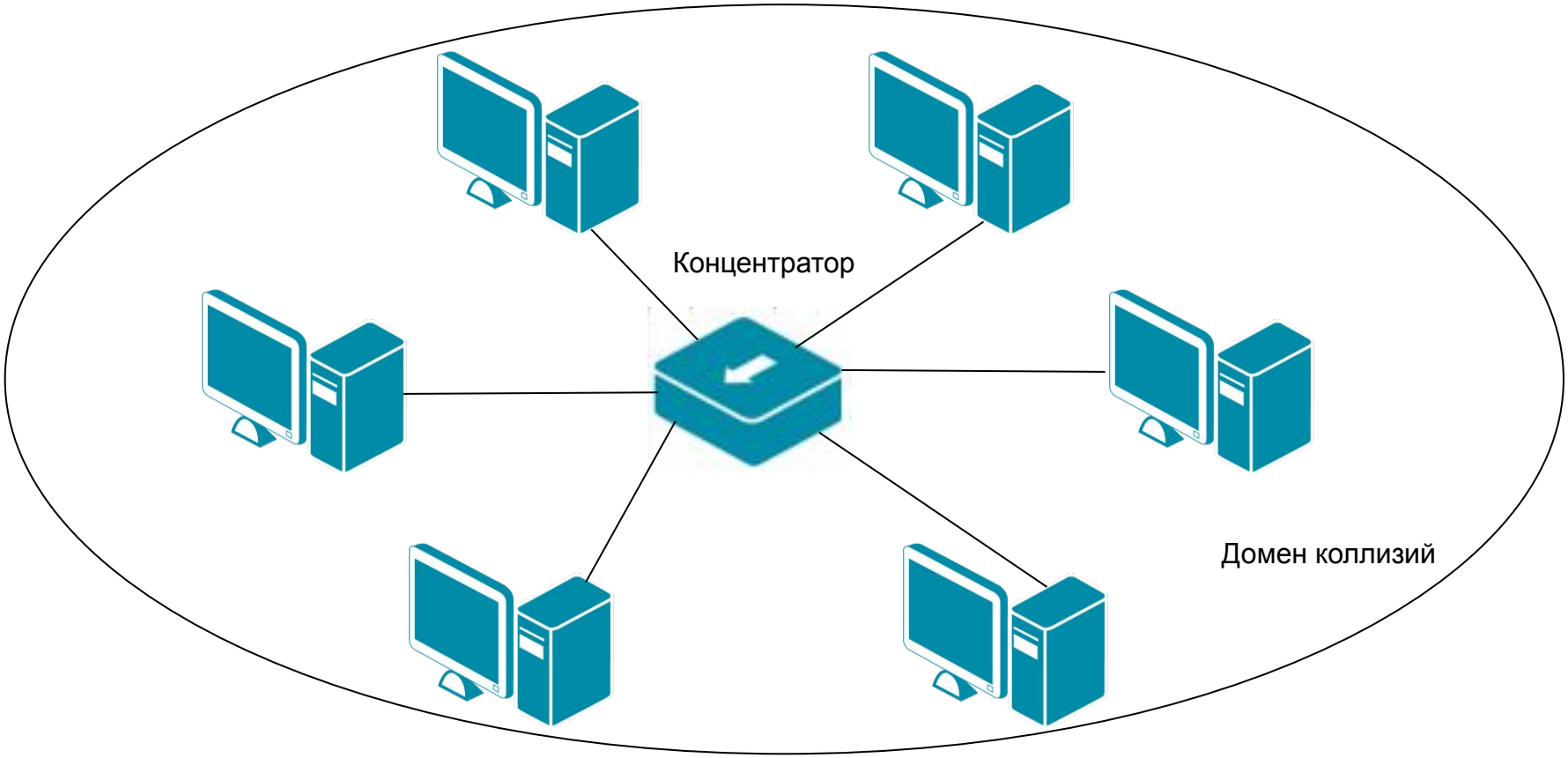
Метод доступа CSMA/CD (Carrie-Sense-Multiple-Access with Collision Detection)

Обнаружение коллизий



Если 16 последовательных попыток передачи кадра вызывают коллизию, кадр отбрасывается.

Технология Ethernet

Домен коллизий

- В полудуплексной технологии Ethernet независимо от стандарта физического уровня существует понятие домена коллизий.
- *Домен коллизий (collision domain)* – это часть сети Ethernet, все узлы которой распознают коллизию независимо от того, в какой части сети коллизия возникла.
- Сеть Ethernet, построенная на повторителях образует один домен коллизий.