

Среда передачи данных с множественным доступом

MAC подуровень
Media Access Control
Ethernet
(том 1 стр.139 – 181)



Статическое предоставление канала

- Оценим T - среднее время задержки кадра в системе, со скоростью обработки и передачи C б/с, средняя скорость поступления кадров равна λ кадр/с и средняя длина кадра имеет экспоненциальное распределение со средним $1/\mu$ бит/кадр.

$$T = \frac{1}{|C - \lambda/\mu|} * \frac{1}{\mu} = \frac{1}{|\mu C - \lambda|}$$

$$T_{FDM} = \frac{1}{\mu(C/N) - (\lambda/N)} = \frac{N}{\mu C - \lambda} = NT$$

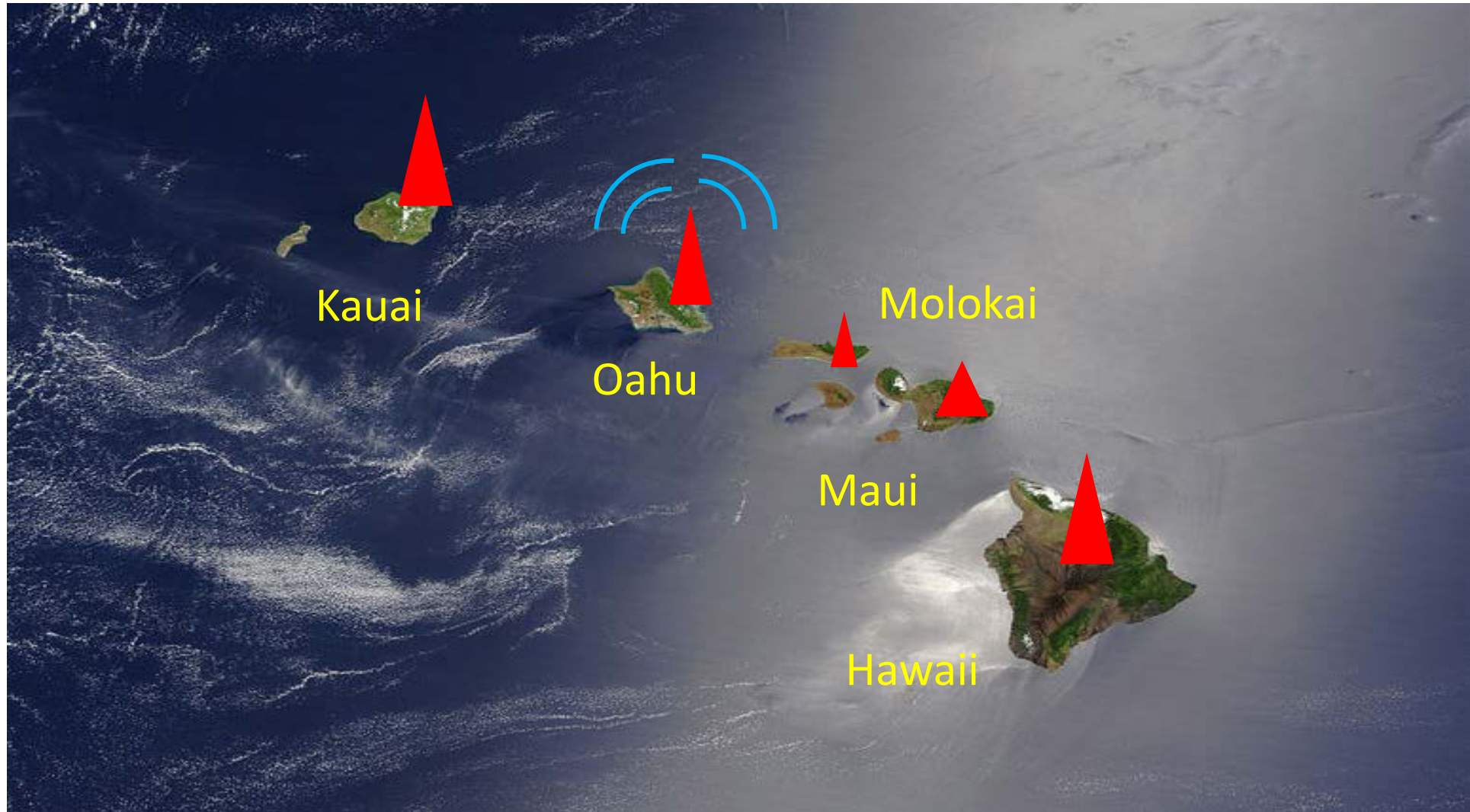
- Вывод: одна очередь с быстрым обслуживанием лучше чем N разных, но медленных.



Статическое предоставление канала

- *Статическое разделение канала на подканалы (мультиплексирование частотное или временное) является не эффективным решением при предположении о постоянстве числа пользователей в среднем и не регулярности трафиков у пользователей каналом.*

Протоколы множественного доступа: ALOHA





Модель системы с динамическим разделением общего канала

- *Станции. Модель системы состоит из бесконечного числа независимых станций.*
- *Количество кадров, появившихся в интервале Δt , равно $\lambda \Delta t$, где λ – константа и $0 < \lambda < 1$.*
- *Когда кадр сгенерирован, станция блокируется до тех пор, пока его не передаст*
- *Единственность канала. Канал один и он доступен всем станциям.*
- *Коллизии. Если интервалы передачи кадров двух и более станций пересекаются, то сигналы накладываются и разрушаются. Кроме коллизий других ошибок передачи нет. О коллизии станция узнает после передачи*



Варианты модели

- **Непрерывное время.** Передача кадра может начаться в любой момент. Нет единых часов в системе, которые разбивают время на слоты.
- **Дискретное время.** Время разбивается на дискретные интервалы - слоты. Кадр начинает передаваться только в начале слота.
- **Наличие несущей.** С помощью несущей станция всегда может определить занят ли канал прежде, чем использовать его. Если он занят, то ни одна станция не начинает передачу.
- **Отсутствие несущей.** Станция ничего не знает о состоянии канал пока не начнет использовать его.



Чистая АЛОНА

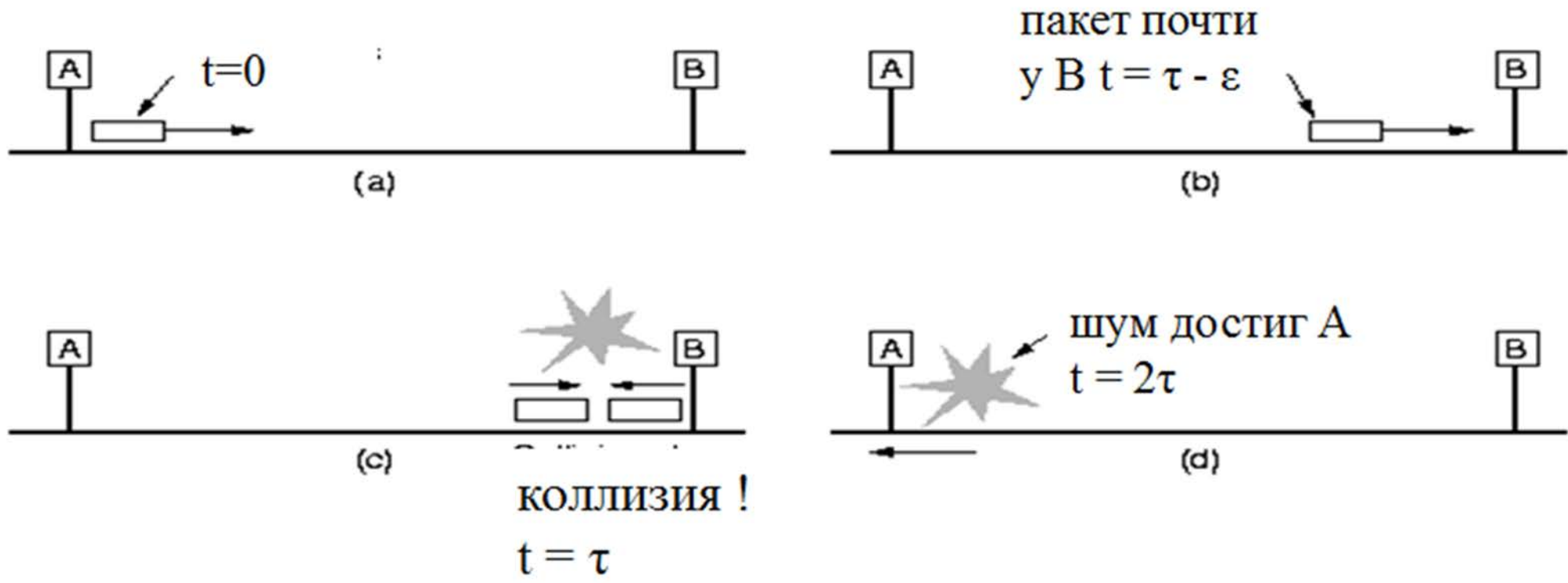
- Пусть: τ - время необходимое на передачу кадра определенной фиксированной длины (время кадра).
- Предполагаем, что
 - Пользователей неограниченное число. Пользователь сразу начинает передачу.
 - Они все вместе порождают кадры по закону Пуассона

$$P(n) = \frac{(\lambda)^n}{n!} e^{-\lambda} \quad \text{со средним } \lambda \text{ кадров за время кадра } \tau, \text{ где } 0 < \lambda < 1.$$

- Вероятность что за время кадра произойдет k попыток передачи, либо нового, либо ранее не прошедшего кадра, распределена по закону Пуассона со средним ψ : $P(k) = \frac{(\psi)^k}{k!} e^{-\psi}$
- Тогда: пропускная способность канала будет $S = \psi P_0$, где P_0 - вероятность отсутствия коллизий при передаче.
- Для обнаружения коллизии надо $t_{\theta+2\tau}$ ед. времени

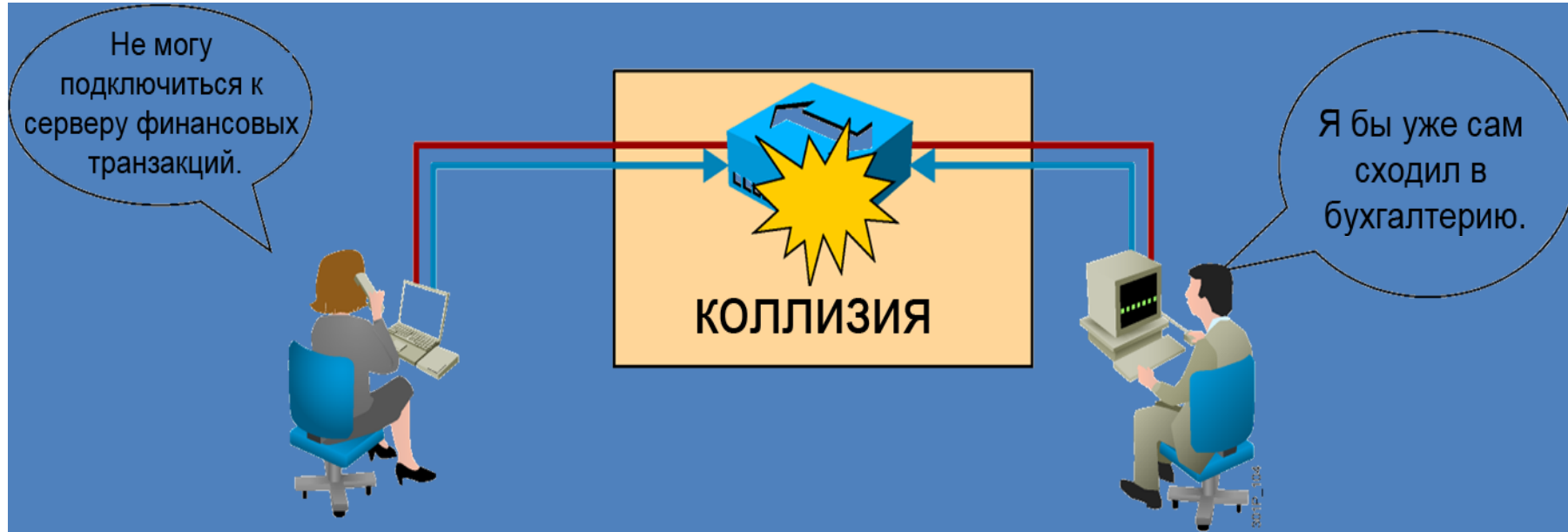


Коллизия





Коллизии



- Для пользователей коллизии выглядят как «торможение» сети
- Домен коллизий - физический сегмент, где есть множество устройств, и если любые два из них будут передавать данные одновременно, то возникнет коллизия



Чистая АЛОНА

- Вероятность передачи кадров за время кадра за k попыток при распределении Пуассона равна по определению

$$P(k) = \frac{(\psi)^k}{k!} e^{-k}$$

- За двойное время кадра среднее число кадров будет 2ψ , отсюда $P_0 = e^{-2\psi}$,

а так как $S = \psi P_0$, то $S = \psi e^{-2\psi}$

Максимальная пропускная способность системы АЛОНА

$$S = 1/2e$$

достигается при $\psi = 0,5$, что составляет примерно 18%.



Слотированная ALOHA

- *Передачу теперь можно начинать не в любой момент, а только по специальному сигналу, тогда*

$$S = \psi e^{-\psi}.$$

- *Максимум пропускной способности слотированной ALOHA наступает при $\psi=1$,*

$$S = 1/e,$$

т.е. около 0,37, что в двое больше чем у чистой ALOHA.



Слотированная АЛОНА

Влияние ψ на пропускную способность канала

- Вероятность успешной передачи за k попыток

$$P_k = e^{-\psi} (1 - e^{-\psi})^{k-1}$$

- Среднее ожидаемое число повторных передач, чтобы успешно передать один кадр будет

$$\sum_{k=1}^{\infty} k P_k = \sum_{k=1}^{\infty} k e^{-\psi} (1 - e^{-\psi})^{k-1} = e^{\psi}$$

С ростом ψ резко возрастает число повторных попыток.



CSMA настойчивые и не настойчивые

- *В локальных сетях есть возможность определить, что делают другие станции и только после этого решать что делать. Протоколы, которые реализуют именно эту идею называются протоколами с обнаружением несущей*
CSMA (Carrier Sensitive Multiple Access).
- *Настойчивые протоколы - упорно проверяют канал на занятость*
- *Не настойчивые - проверяют канал через случайные отрезки времени.*
- *Настойчивые протоколы уровня р.*



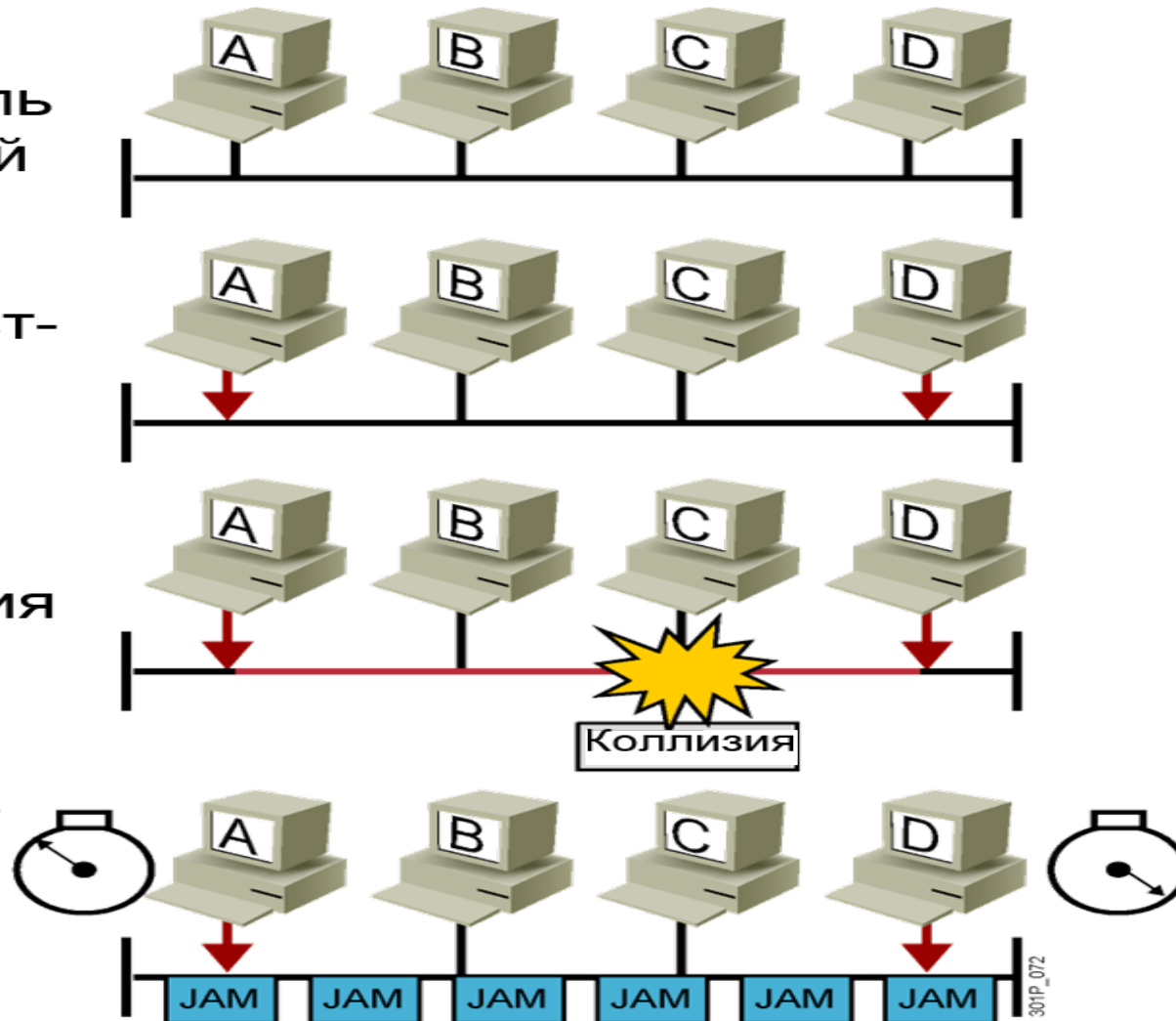
CSMA с обнаружением коллизий

- CSMA, Контроль несущей
Detect
МОЖНО

где P - для

- Перис Коллизия
перед

Обнаруже-
ние
коллизии
(алгоритм
отсчета)



Множественный доступ с контролем несущей с обнаружением коллизий (CSMA/CD)

tion
как

на



IEEE 802.3 : алгоритм задержки

- При возникновении коллизии время разбивается на слоты длиной, соответствующей наибольшему времени распространения сигнала в оба конца : при длине линии 2.5 км и четырех репиторах $2\tau = 51.2\text{мкс}$.
- Алгоритм двоичной экспоненциальной задержки
 - При первой коллизии станции, участвовавшие в ней случайно выбирают 0 или 1 слот для ожидания.
 - Если коллизия возникнет опять, то выбор происходит среди чисел $0 - 2^{i-1}$, где i - порядковый номер очередной коллизии.
 - После 10 коллизий число слотов достигает 1023 и далее не увеличивается.
 - После 16 коллизий Ethernet контроллер фиксирует ошибку и сообщает о ней машине, т.е. более высокому уровню стека протоколов.



IEEE 802.3 : оценка числа слотов состязаний

- Плотная и постоянная нагрузка: есть k станций всегда готовых к передаче.
- При коллизиях в каждом слоте повторная передача с постоянной вероятностью.
- Если каждая станция участвует в каждом слоте состязания с вероятностью p , то вероятность A , что некоторая станция захватит канал в этом слоте, равна

$$A = kp(1-p)^{k-1} \text{ при } p=1/k, A \rightarrow 1/e \text{ при } k \rightarrow \infty.$$

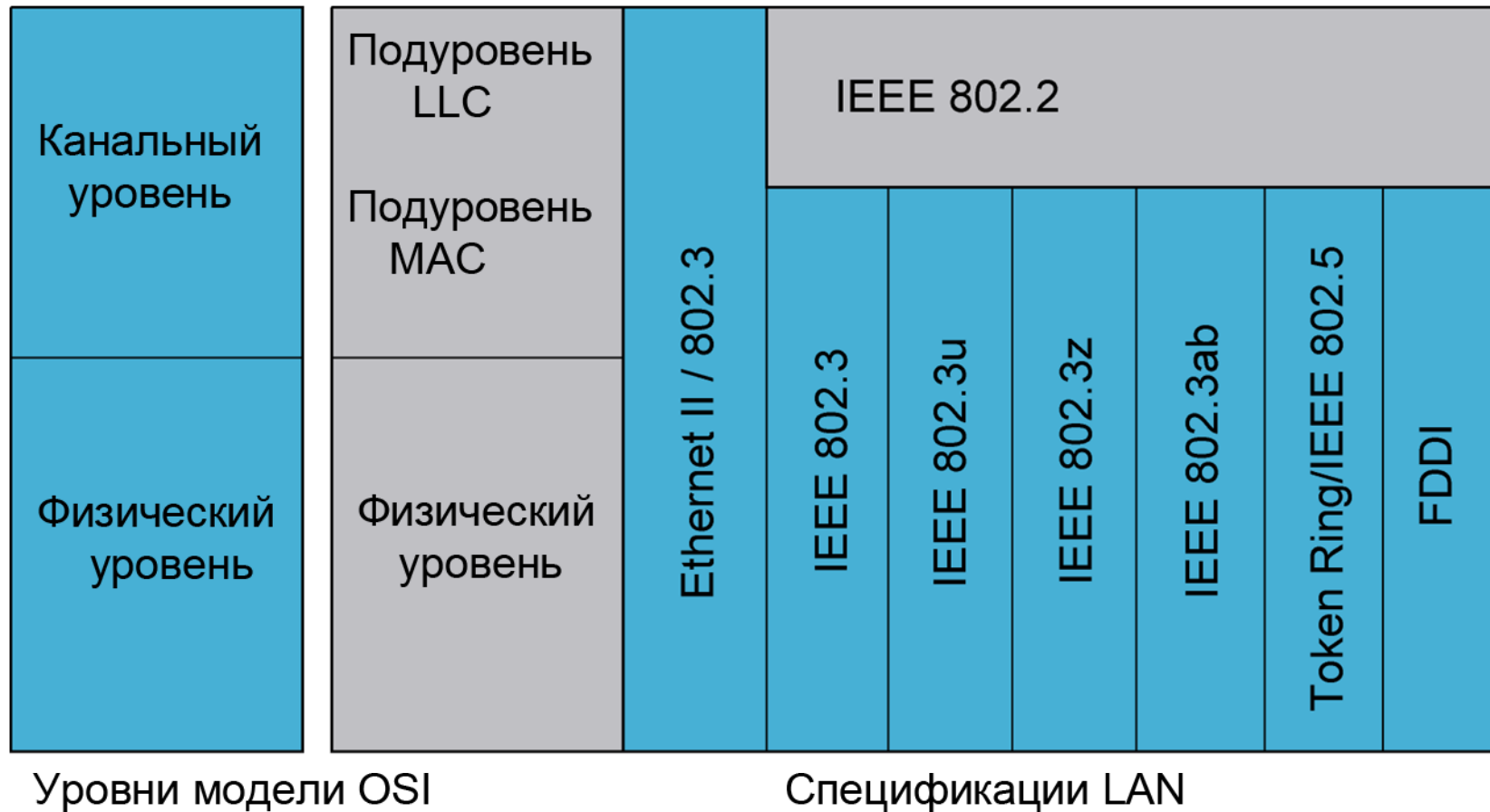
- средний интервал состязаний $w = 2\tau / A$
- $w \leq 2\tau e \approx 5.4\tau$ при $p=1/k$
- эффективность канала равна $\frac{m}{m + 2\tau / A}$

где m - среднее время передачи кадра (не путать с τ)

С ростом τ эффективность использования канала падает!



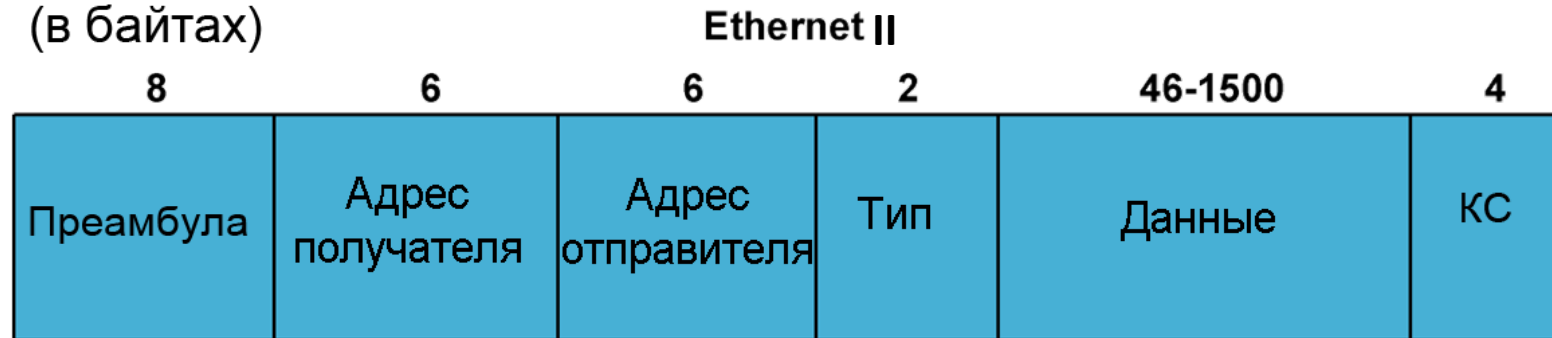
Стандарты Ethernet





Ethernet кадр

Длина поля
(в байтах)



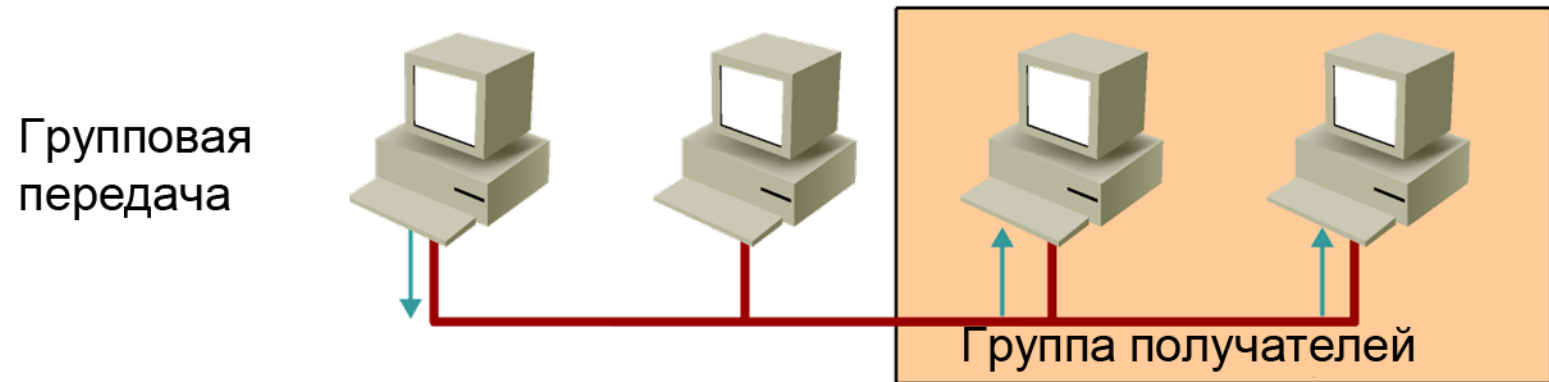
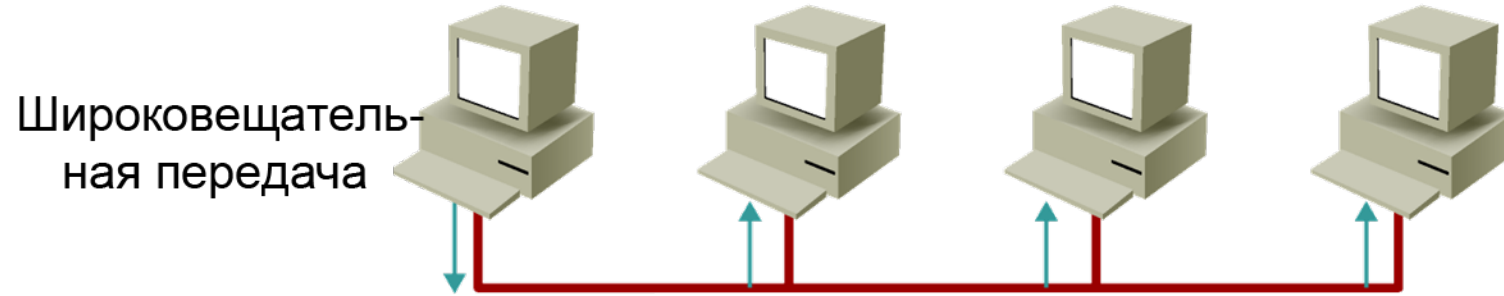
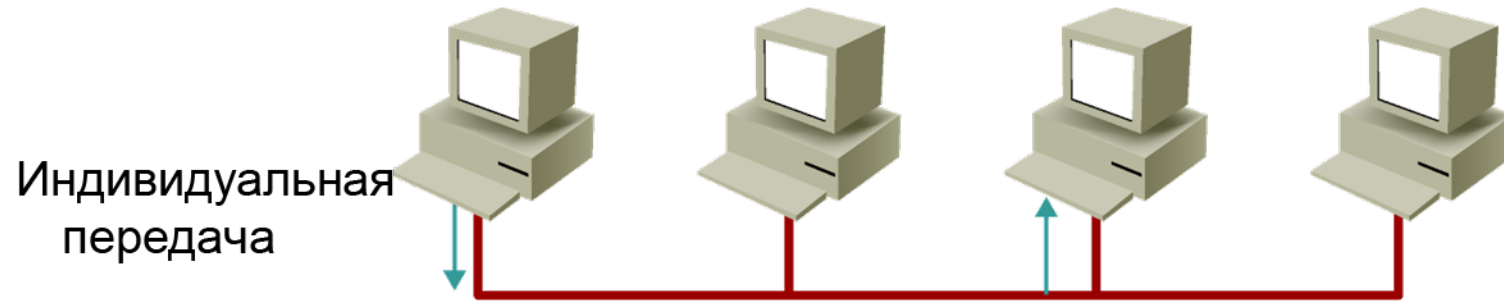
Длина поля
(в байтах)



ФНК = флаг начала кадра
КС = контрольная сумма

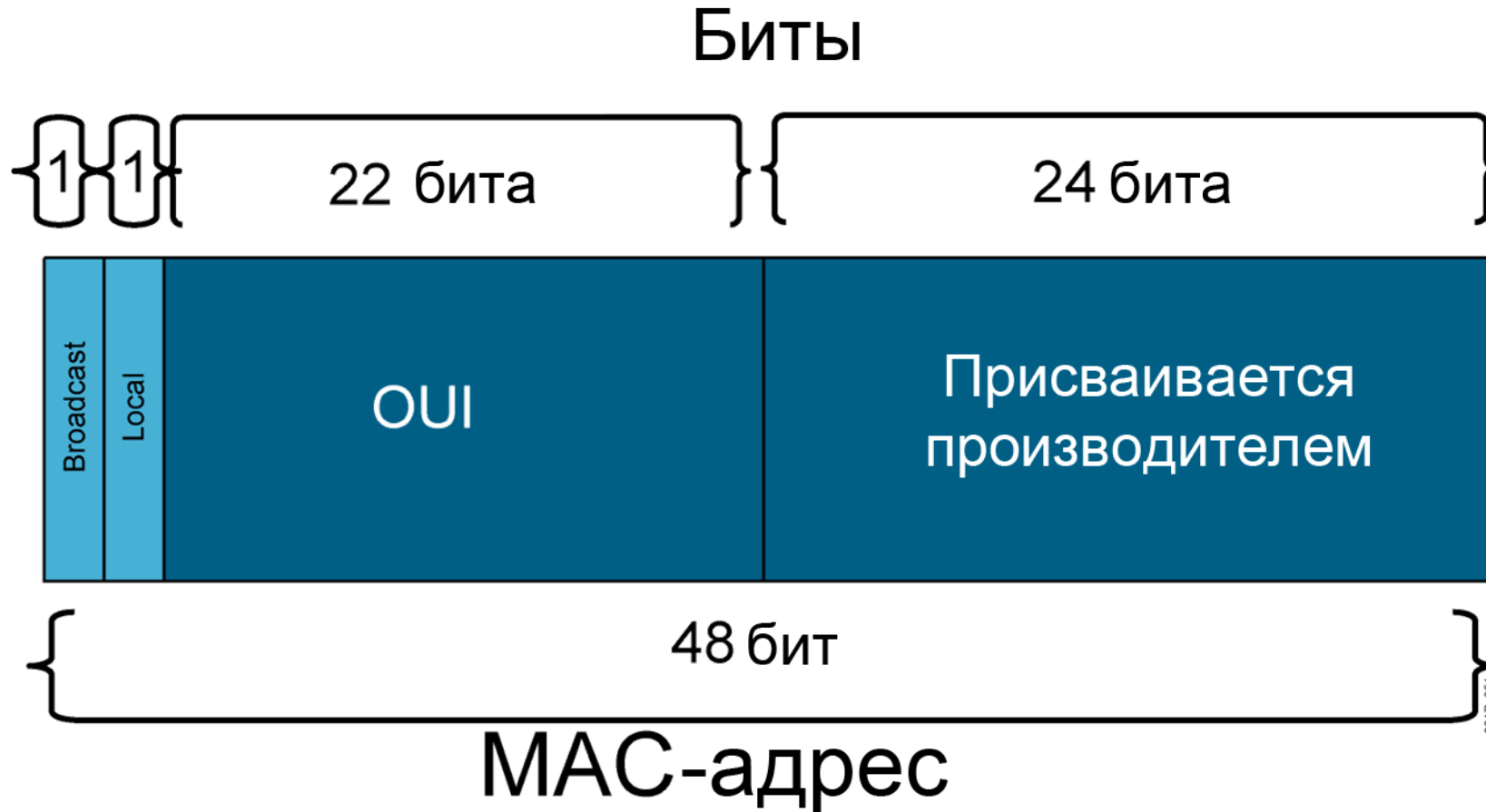


Типы адресов



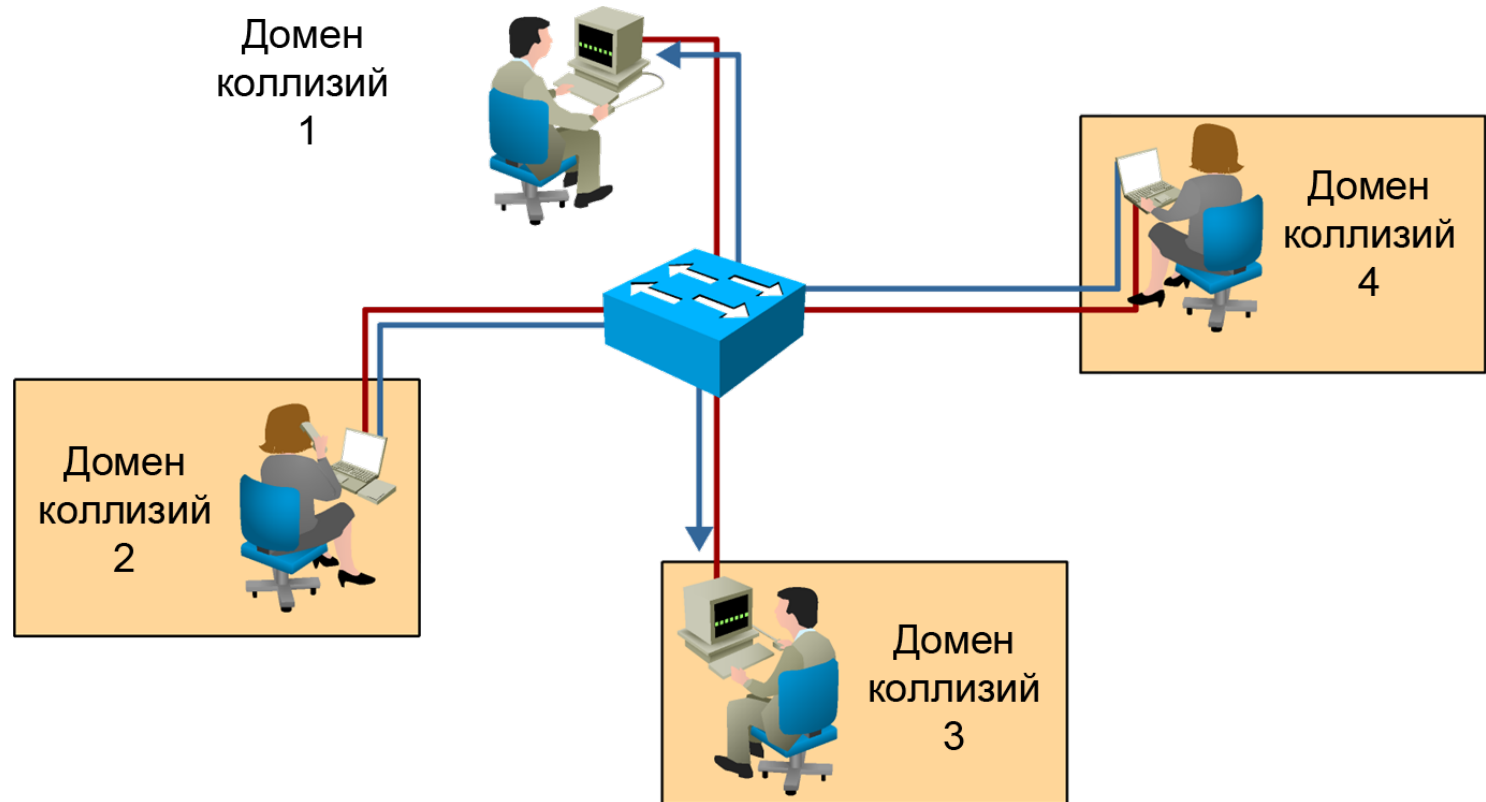


Компоненты MAC-адреса





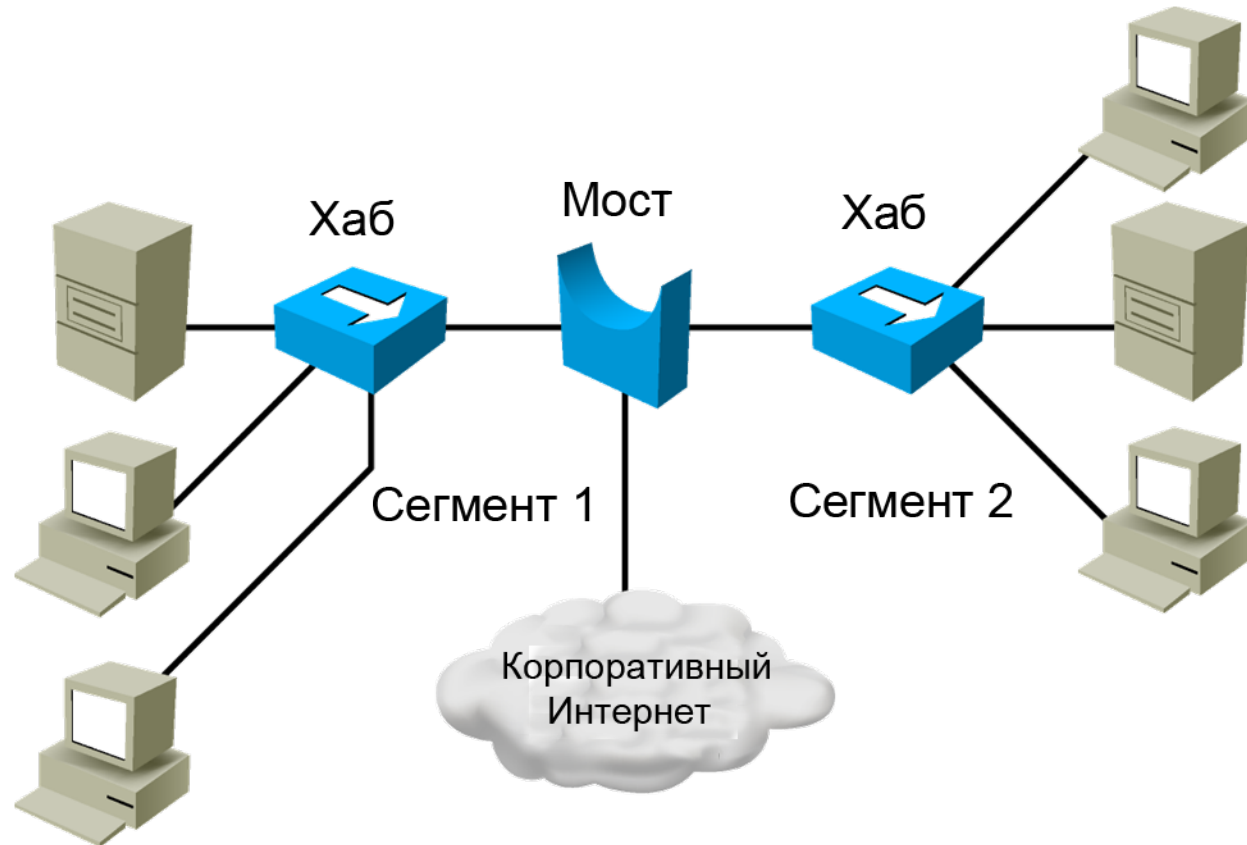
Домены коллизий



- Для решения проблем надо разбить домен коллизий на несколько



Мосты



- Работают на канальном уровне
- Пересылают, фильтруют или вещают кадры
- Мало портов
- Сравнительно медленные



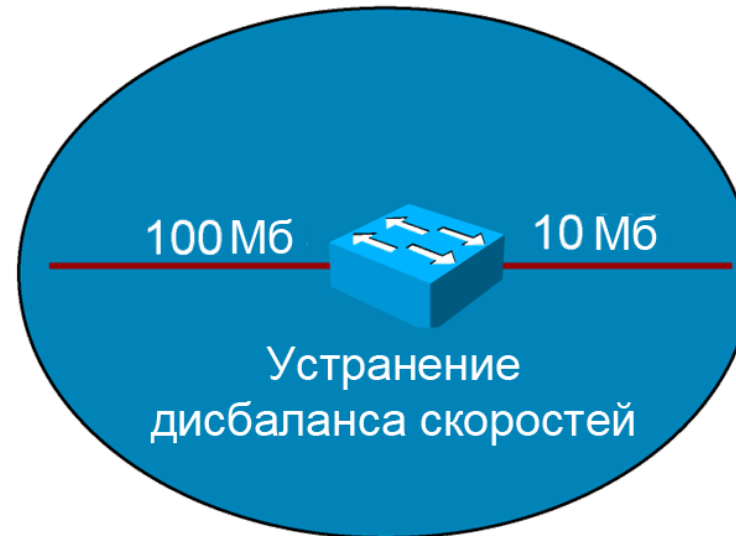
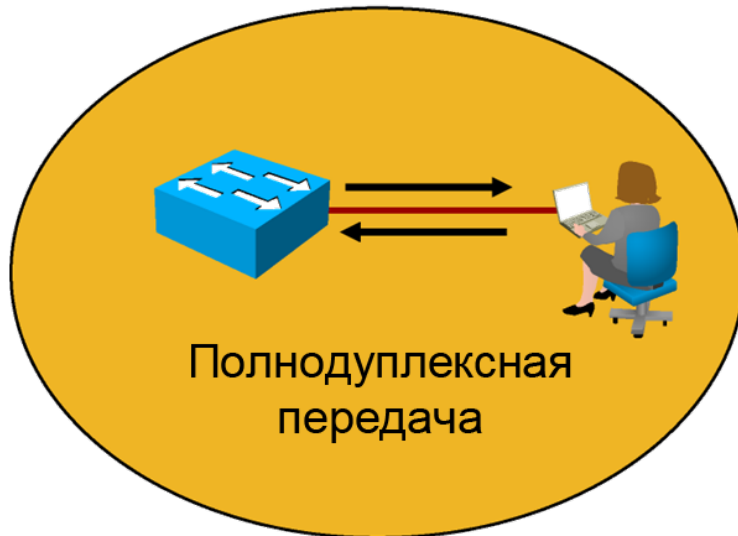
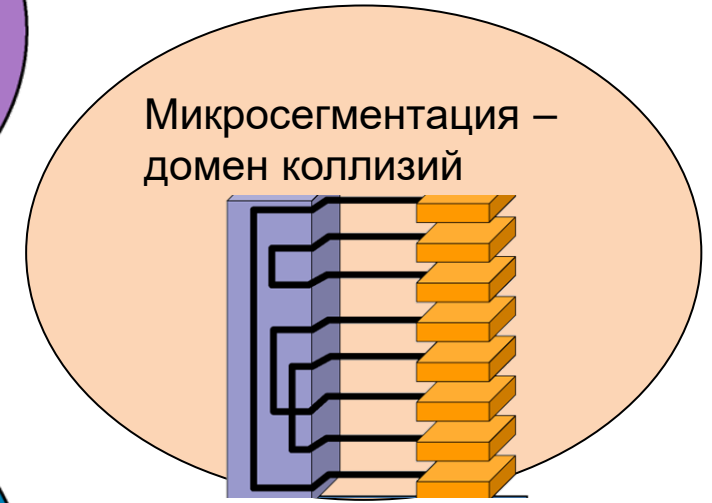
Коммутаторы

- *Высокая плотность портов*
- *Большие буферы обмена*
- *Различные скорости портов*
- *Высокоскоростная коммутация по внутренней шине*





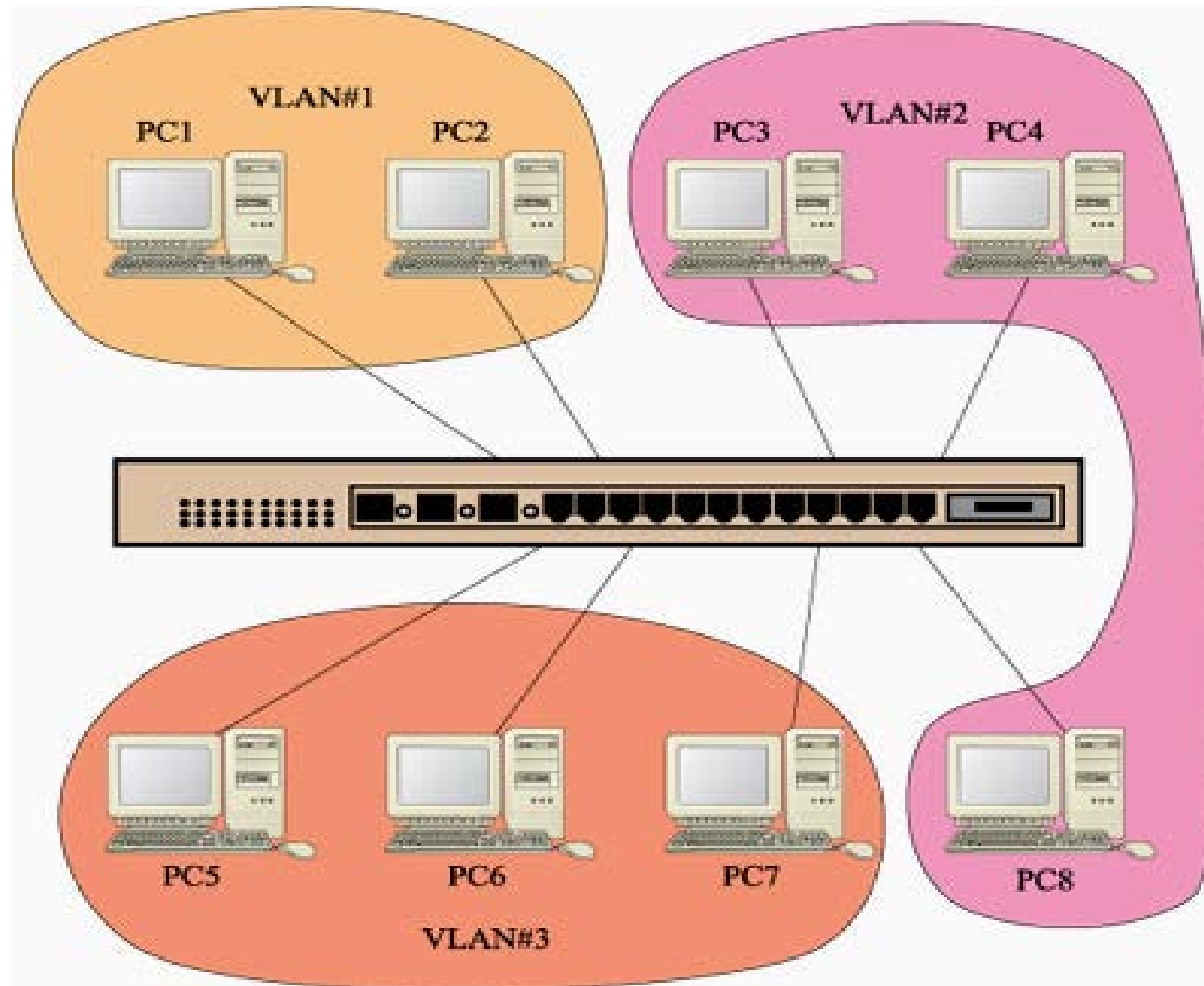
Возможности коммутаторов



301P_108



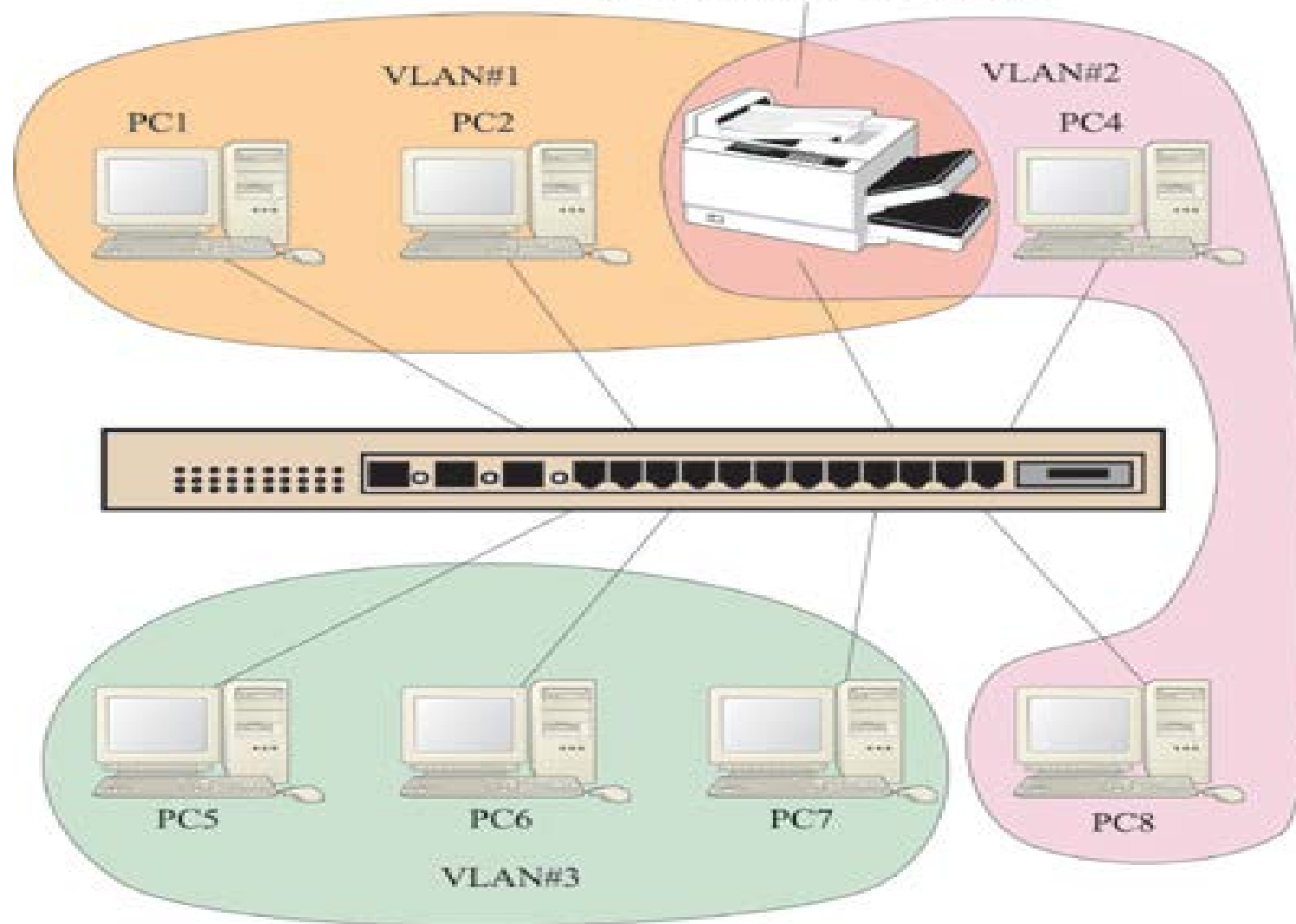
Коммутаторы VLAN





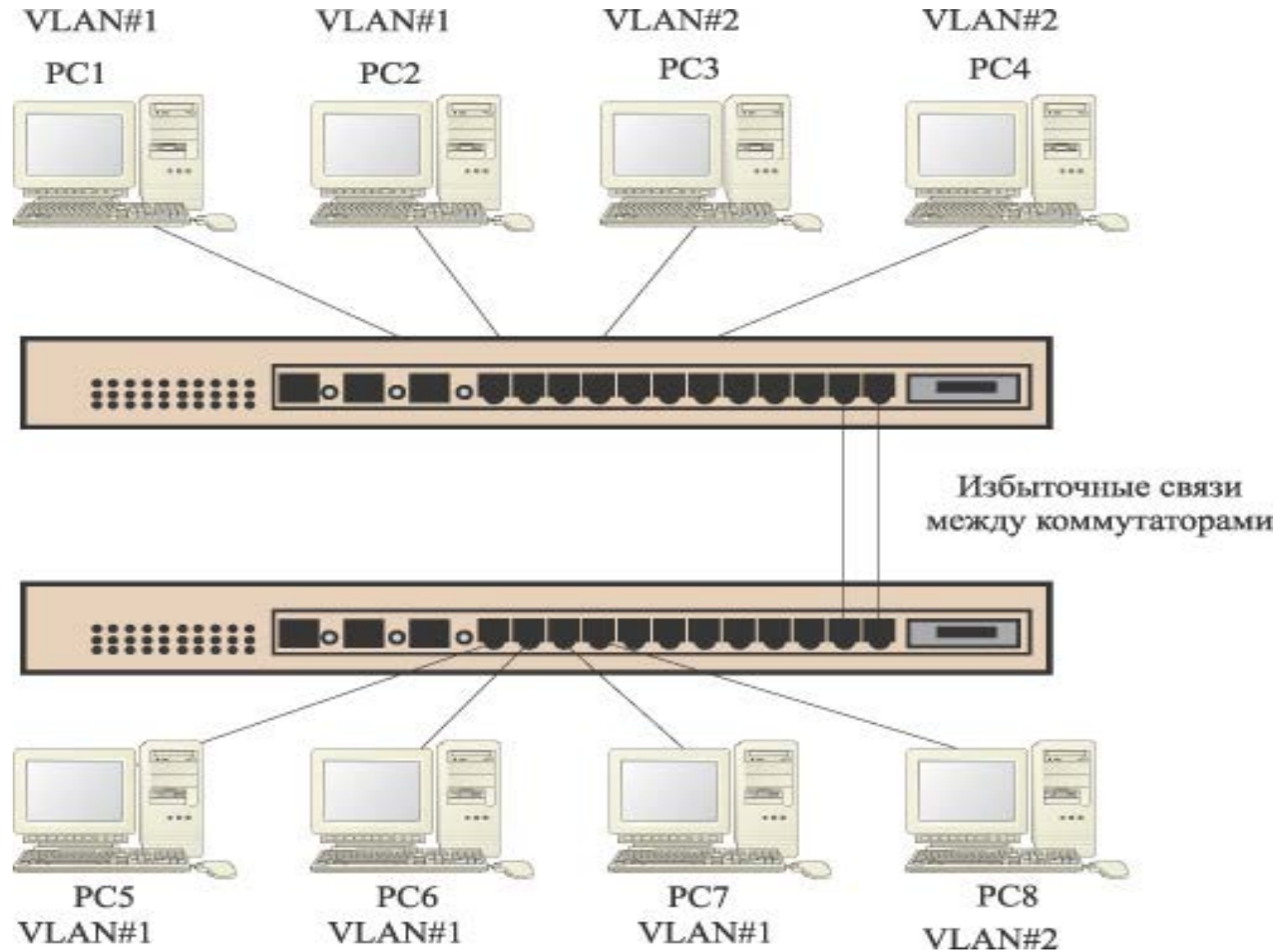
Коммутаторы

Сетевой принтер является членом VLAN#1 и VLAN#2



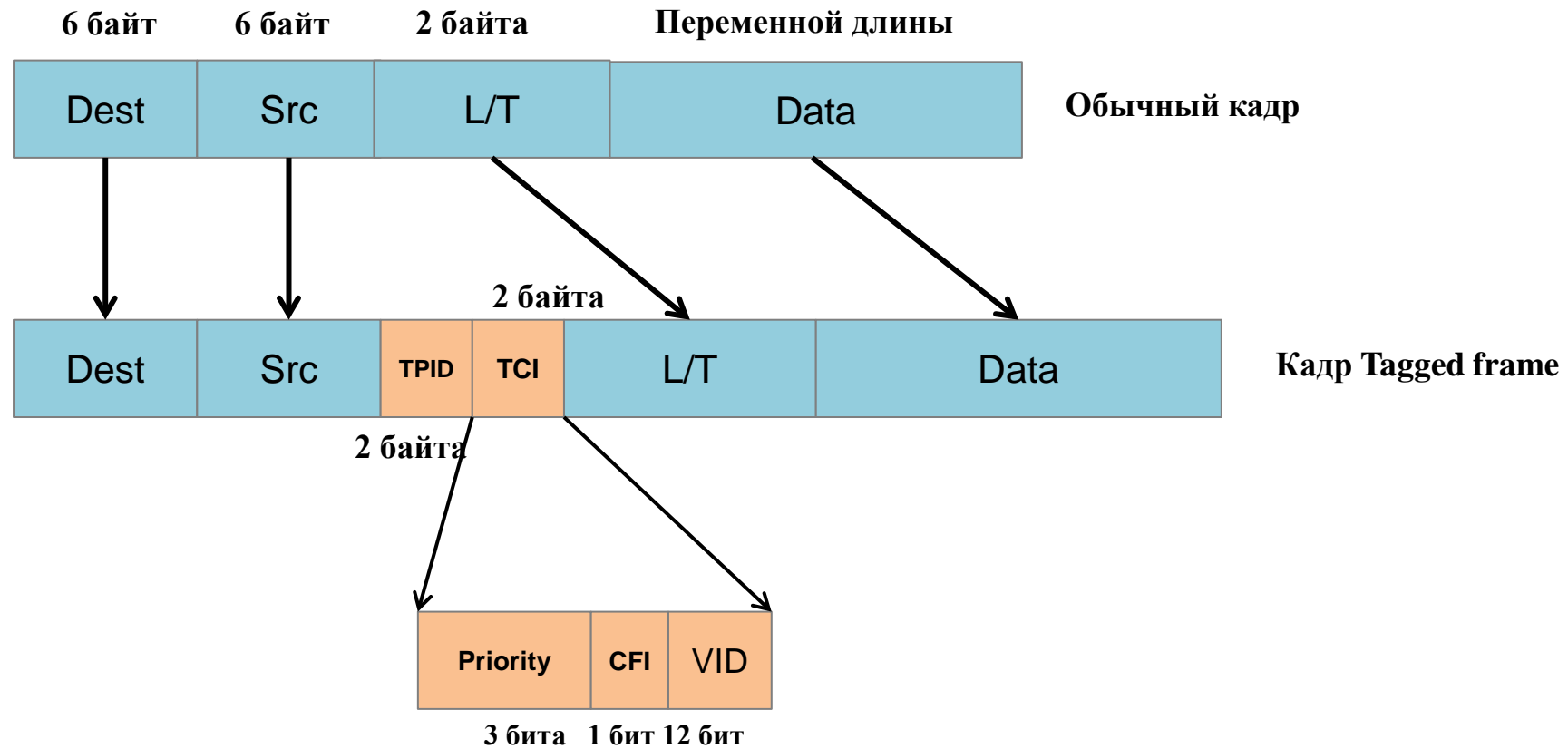


Коммутаторы VLAN





IEEE 802.1Q





IEEE 802.2 : LLC - управление логическим каналом

- *Надежность коммуникаций через 802.x обеспечивает LLC (Logical Link Control) протокол. Он прячет различия между 802, определяя единый интерфейс и формат для сетевого уровня. LLC протокол образует верхний уровень канального протокола с MAC протоколом под ним.*
- *LLC предоставляет три вида сервиса: не надежный дейтаграммы без уведомления, дейтаграммы с уведомлением и надежный сервис ориентированный на соединение.*



Заключение

- *Стандарт IEEE 802.3 (Ethernet) – среда с множественным доступом типа CSMA/CD*
- *Чувствительна к длине слота состязаний, эффективность зависит от размера домена коллизий*
- *Адресация поддерживает режимы unicast, multicast, broadcast*
- *Широкий спектр физ. сред и скоростей*
- *Поддержка VLAN (их число ограничено), как домена broadcast*