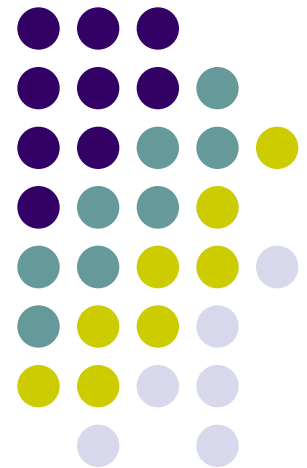


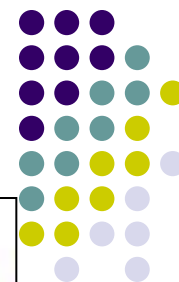
Лекция №3

Коммутация Ethernet пакетов

Компьютерные сети



Структура стандартов IEEE 802.x



Подуровни канального уровня

Стандарт IEEE 802.x

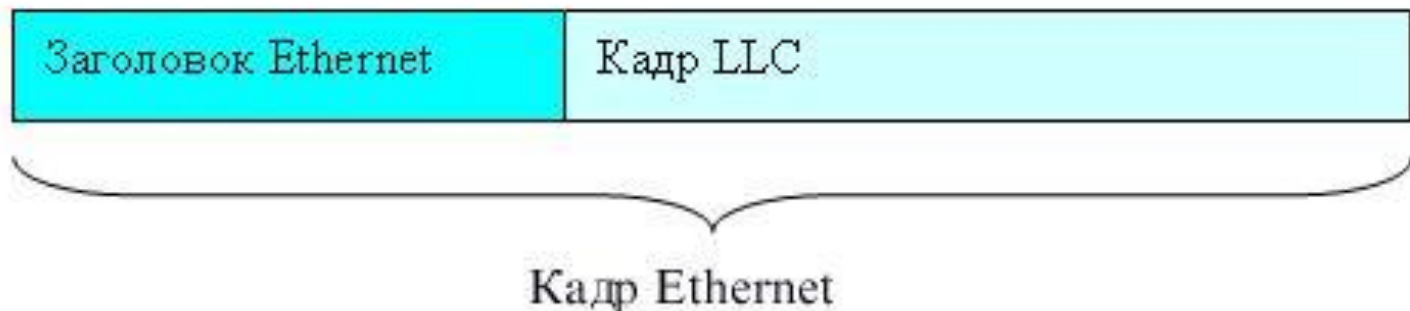


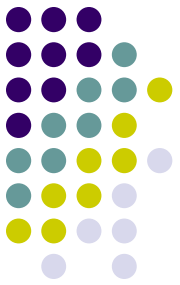
- подуровень управления доступом к среде (Media Access Control, MAC)
- подуровень логической передачи данных (Logical Link Control, LLC).

Протокол LLC уровня управления логическим каналом



- LLC1 — процедура без установления соединения и без подтверждения;
- LLC2 — процедура с установлением соединения и подтверждением;
- LLC3 — процедура без установления соединения, но с подтверждением

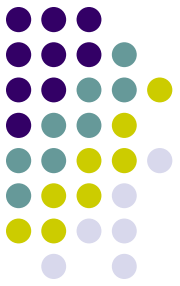




Структура кадров LLC

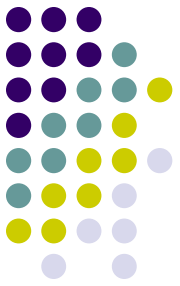
Три типа кадров:

- Информационные кадры (Information)
предназначены для передачи информации в процедурах с установлением логического соединения LLC2 и должны обязательно содержать поле информации.
- Управляющие кадры (Supervisory)
- Ненумерованные кадры (Unnumbered)



Структура кадров LLC

- Информационные кадры (Information)
- Управляющие кадры (Supervisory)
предназначены для передачи команд и ответов в процедурах с установлением логического соединения LLC2
- Ненумерованные кадры (Unnumbered)



Структура кадров LLC

- Информационные кадры (Information)
- Управляющие кадры (Supervisory)
- Ненумерованные кадры (Unnumbered)

предназначены для передачи ненумерованных команд и ответов, выполняющих в процедурах без установления логического соединения передачу информации, идентификацию и тестирование LLC-уровня

Формат кадров LLC



Флаг 01111110	Адрес точки входа службы назначения (DSAP)	Адрес точки входа службы источника (SSAP)	Управляющее поле (Control)	Данные (Data)	Флаг 01111110
------------------	---	--	-------------------------------	------------------	------------------

- адрес точки входа службы назначения
(Destination Service Access Point, DSAP)
- адрес точки входа службы источника
(Source Service Access Point, SSAP)
- управляющее поле
(Control)
- Поле данных
(Data)

Формат кадров LLC



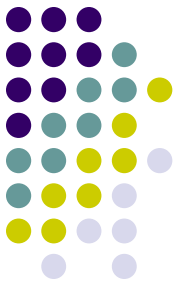
Флаг 01111110	Адрес точки входа службы назначения (DSAP)	Адрес точки входа службы источника (SSAP)	Управляющее поле (Control)	Данные (Data)	Флаг 01111110
------------------	---	--	-------------------------------	------------------	------------------

Поле данных (Data)

предназначено для передачи по сети пакетов протоколов
вышележащих уровней —(IP, IPX, AppleTalk, DECnet)

Поле данных может отсутствовать в управляющих кадрах и
некоторых нумерованных кадрах.

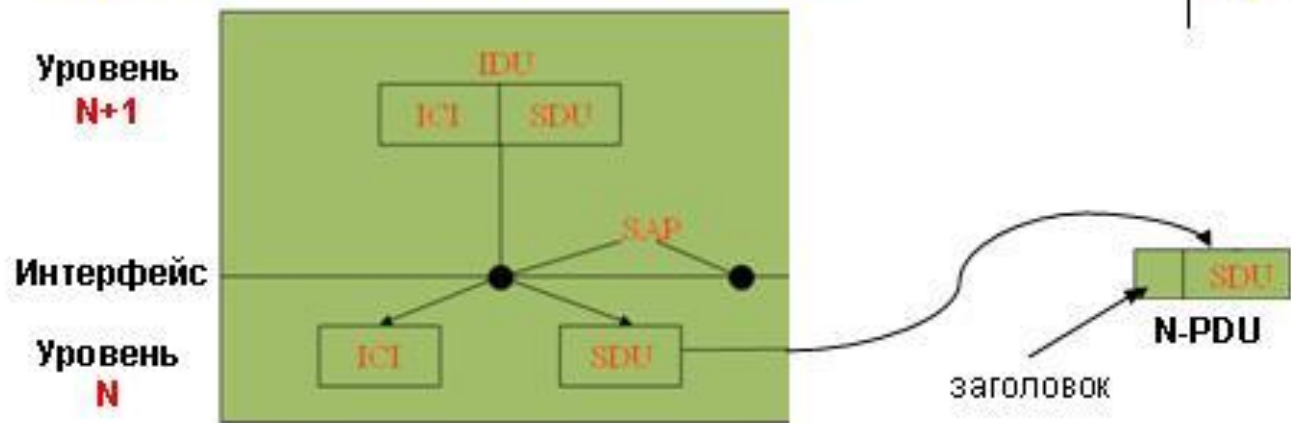
Формат кадров LLC



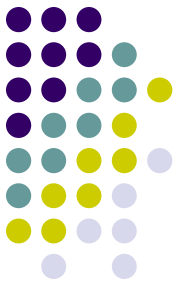
Флаг 01111110	Адрес т входа сл назначе (DSAP)
------------------	--

Поля DSAP и S
Они позволяют
данные с пом
Программному
канального у
вложил свой
передать изв
верхнего ур
Для идентифи
адреса точк

Соотношение между уровнями протокола



- SAP** - точка доступа к сервису
- IDU** - интерфейсная единица данных
- SDU** - сервисная единица данных
- PDU** - единица данных протокола
- ICI** - интерфейс управления информацией



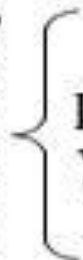
Формат кадров LLC

Флаг 01111110	Адрес точки входа службы назначения (DSAP)	Адрес точки входа службы источника (SSAP)	Управляющее поле (Control)	Данные (Data)	Флаг 01111110
------------------	---	--	-------------------------------	------------------	------------------

Поля Управления (1 или 2 байта)

Разряды поля управления

Типы кадра



Информационный
Управляющий
Ненумерованный

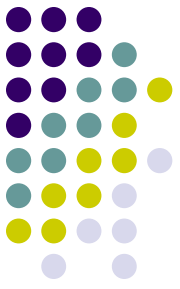
1 14
0	N(S)						P/F	N(R)	
1	0	S	-	-	-			N(R)	
1	1	M							

физическая среда Ethernet



- Исторически первые сети технологии Ethernet были созданы на коаксиальном кабеле диаметром 0.5 дюйма.
- В дальнейшем были определены и другие спецификации физического уровня для стандарта Ethernet, позволяющие использовать различные среды передачи данных в качестве общей шины.
- Метод доступа CSMA/CD и все временные параметры Ethernet остаются одними и теми же для любой спецификации физической среды.

Спецификации физической среды **Ethernet**



- 10Base-5 - коаксиальный кабель диаметром 0.5 дюйма, называемый "толстым" коаксиалом.
- 10Base-2 - коаксиальный кабель диаметром 0.25 дюйма, называемый "тонким" коаксиалом.
- 10Base-T - кабель на основе неэкранированной витой пары (Unshielded Twisted Pair, UTP).
- 10Base-F - оптоволоконный кабель. Топология аналогична стандарту на витой паре.

Коллизии среды Ethernet



- Коллизии

Задачи

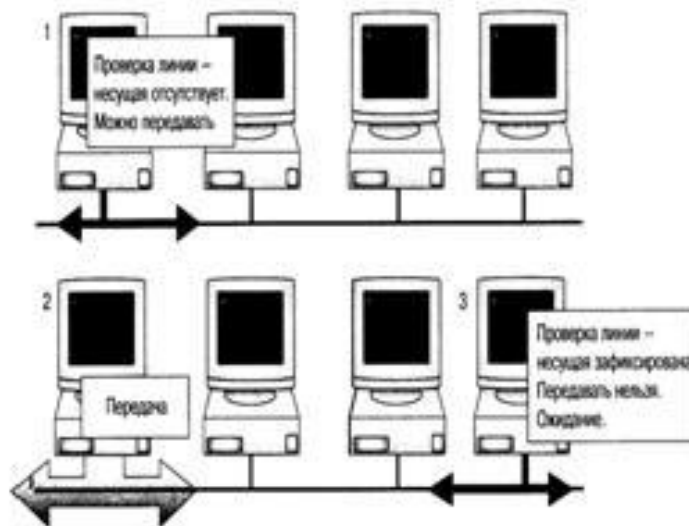
- четкое определение несущей

Следствия

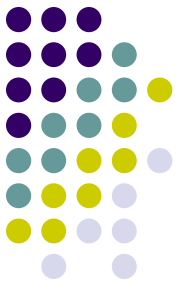
- Если происходит коллизия, то данные повреждаются и приходится повторять передачу.
- Исключением является метод CSMA/CD, который позволяет обнаружить коллизии и прекратить передачу.
- Повторная передача осуществляется через некоторое время.
- Не все методы доступа к сети поддерживают обнаружение коллизий.

Метод доступа к сети

- методом коллективного доступа с опознаванием несущей

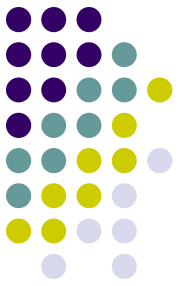


Параметры среды **Ethernet**



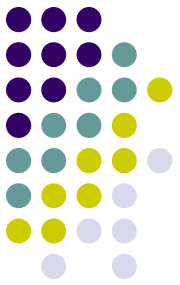
- Минимальная длина поля данных кадра - 46 байт.
- Минимальная длина пакета - 72 байта.
- Длина кабельной системы выбирается таким образом, чтобы за время передачи кадра минимальной длины сигнал коллизии успел бы распространиться до самого дальнего узла сети.

Параметры среды Ethernet



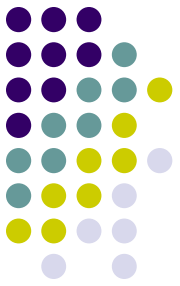
- максимальное расстояние между двумя любыми узлами сети:
 - стандарт Ethernet - 2500 м
 - стандарт Fast Ethernet - 210 м
 - стандарт Giga Ethernet - 25 м

Ограничения стандарта среды **Ethernet**



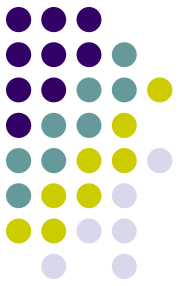
- максимальное расстояние между двумя любыми узлами не должно превышать 2500 м
- в сети не должно быть более 1024 узлов

среды Ethernet



- Максимально возможное число попыток повторной передачи кадра (attempt limit), которое равно 16.
 - При достижении этого предела фиксируется ошибка передачи кадра, сообщение о которой передается протоколу верхнего уровня.
- Каждый MAC-узел с каждой новой попыткой случайным образом увеличивает длительность паузы между попытками.
- Пауза всегда составляет целое число так называемых интервалов отсрочки.
 - **Интервал отсрочки (slot time)** - это время, в течение которого станция гарантированно может узнать, что в сети нет коллизии.

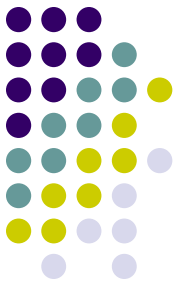
среды Ethernet



- **Окно коллизий** (collision window) - равно времени двукратного прохождения сигнала между самыми удаленными узлами сети - наихудшему случаю задержки, при которой станция еще может обнаружить, что произошла коллизия.
- Интервал отсрочки равен:
 - интервал отсрочки = окно коллизий + дополнительная задержка

В стандартах 802.3 большинство временных интервалов измеряется в количестве межбитовых интервалов, величина которых для битовой скорости 10 Мб/с составляет 0.1 мкс и равна времени передачи одного бита.

Параметры передачи кадров среды Ethernet

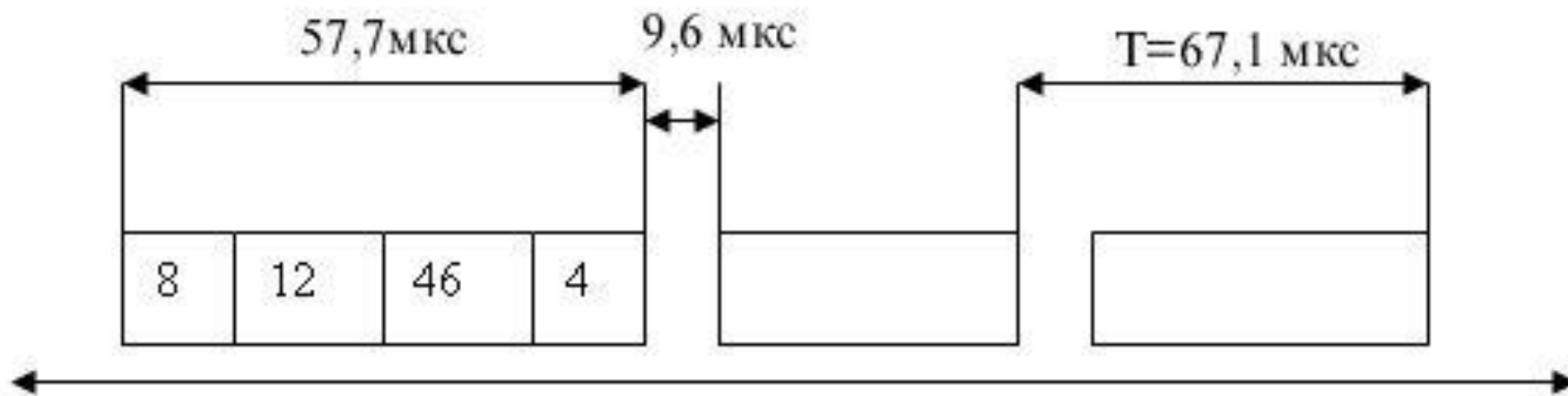


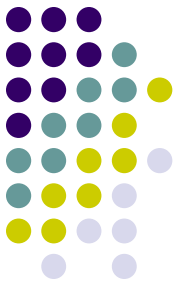
Наименование параметра	Значение
Битовая скорость	10 Мб/с
Интервал отсрочки	512 битовых интервалов
Межкадровый интервал	9.6 мкс
Максимальное число попыток передачи	16
Максимальное число возрастания диапазона паузы	10
Длина jam-последовательности	32 бита
Максимальная длина кадра (без преамбулы)	1518 байтов
Минимальная длина кадра (без преамбулы)	64 байта (512 бит)
Длина преамбулы	64 бита

Максимальная производительность сети Ethernet



- $C_p = 14880 \times 46 \times 8 = 5,48 \text{ Мбит/с.}$
- $C_p = 813 \times 1500 \times 8 = 9,76 \text{ Мбит/с,}$





сеть Ethernet

- Отношение текущей пропускной способности сети к ее максимальной пропускной способности называется **коэффициентом использования сети** (network utilization).

Форматы кадров Ethernet



Кадр 802.3/LLC

6	6	2	1	1	1(2)	46-1497(1496)	4
DA	SA	L	DSAP	SSAP	Control	Data	FCS
Заголовок LLC							

Кадр Raw 802.3/Novell 802.3

6	6	2	46-1500				4
DA	SA	L	Data				FCS

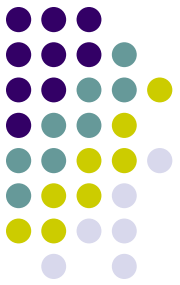
Кадр Ethernet DIX(II)

6	6	2	46-1500				4
DA	SA	T	Data				FCS

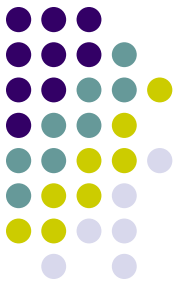
Кадр Ethernet SNAP

6	6	2	1	1	1	3	2	46-1497(1496)	4
DA	SA	L	DSAP	SSAP	Control	OUI	T	Data	FCS
			AA	AA	03	000000			
Заголовок LLC						Заголовок SNAP			

Типов кадров Ethernet



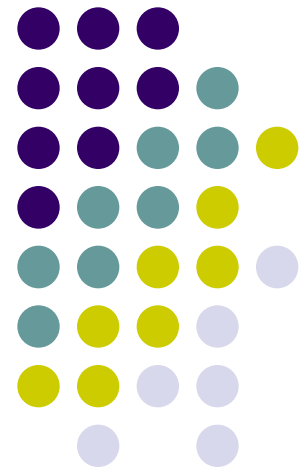
Тип кадра	Сетевые протоколы
Ethernet II	IPX, IP, AppleTalk Phase I
Ethernet 802.3	IPX
Ethernet 802.2	IPX, RAM
Ethernet SNAP	IPX, IP, AppleTalk Phase II

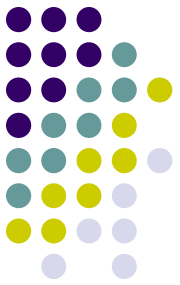


Домен коллизий

- **Домен коллизий** (collision domain) — это часть сети Ethernet, все узлы которой распознают коллизию независимо от того, в какой части этой сети коллизия возникла.

Локальные сети





Повторитель Repeater

500 метров

500 метров



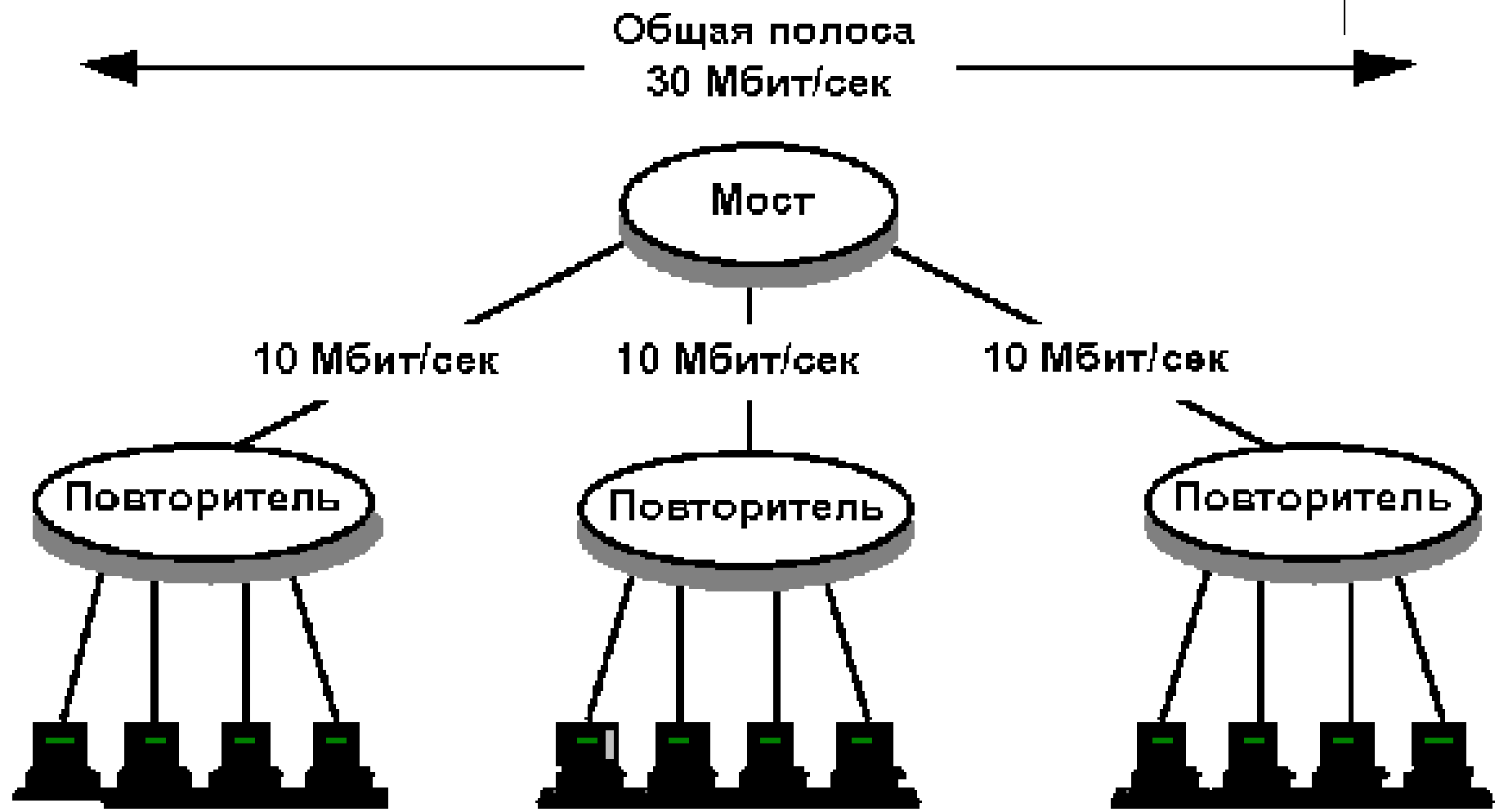
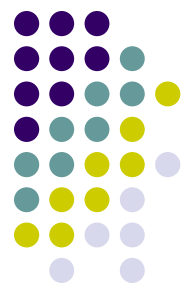
Разделяемая
полоса
10 Мбит/сек

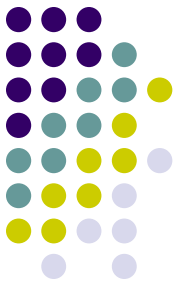


Мост Bridge

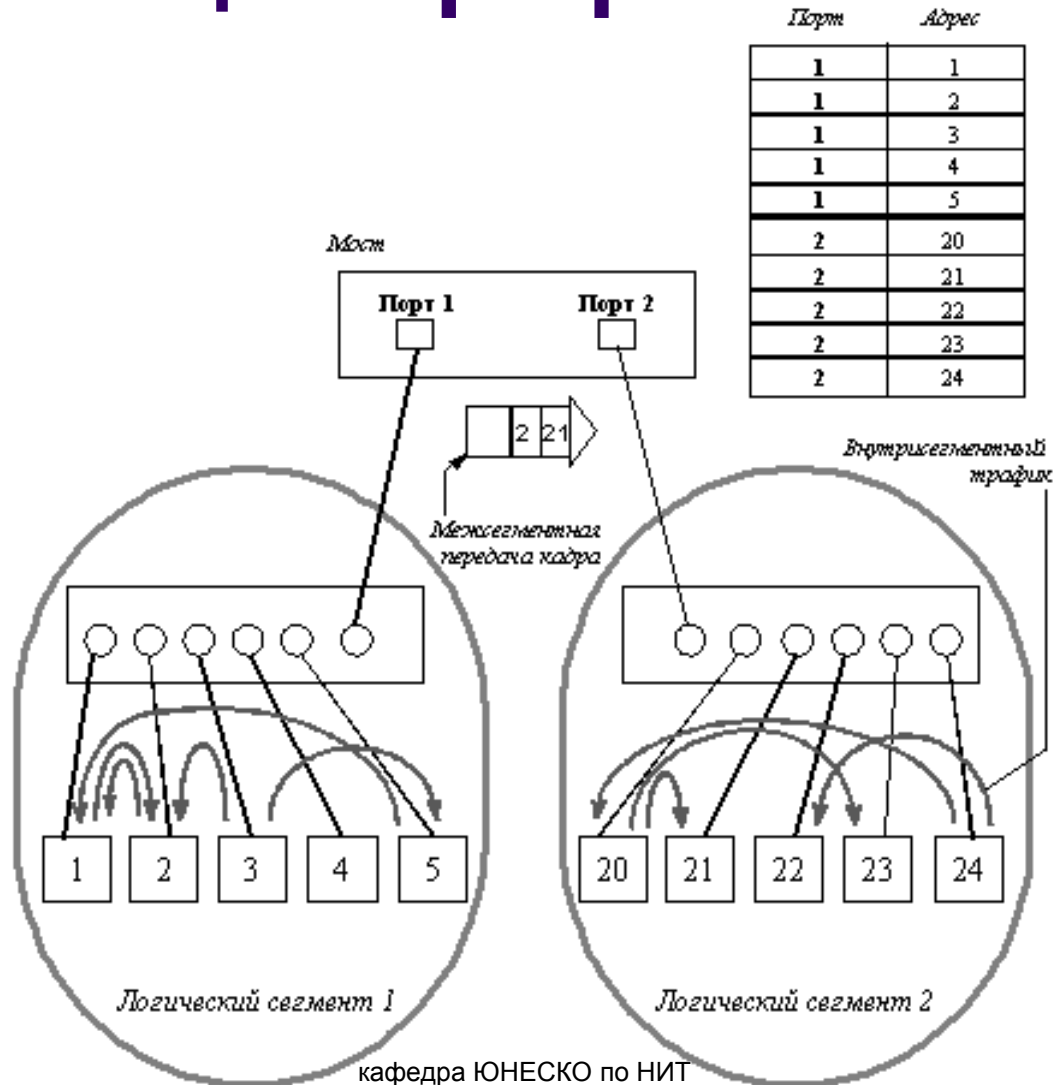


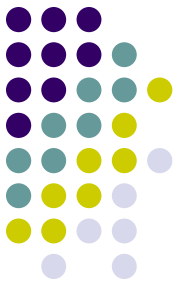
Современная схема МОСТОВ





Локализация трафика

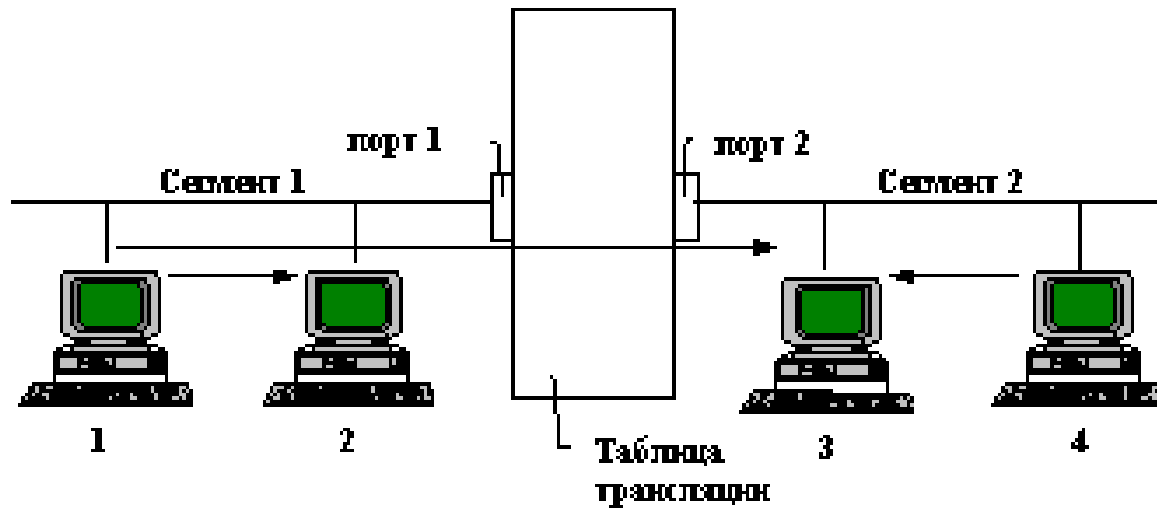
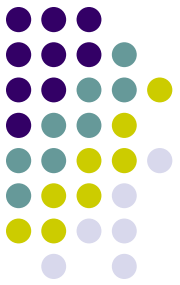




Типы маршрутизации

- Source Routing
 - узел-отправитель пакета размещает в нем информацию о маршруте пакета. Другими словами, каждая станция должна выполнять функции по маршрутизации пакетов.
- Transparent Bridges
 - осуществляет прозрачную для конечных станций передачу пакетов. Именно этот тип мостов лег в основу современных коммутаторов.

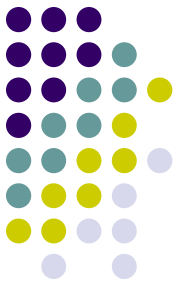
Таблица маршрутизации



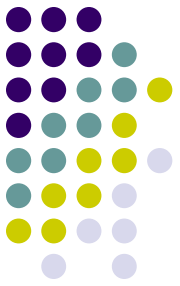
MAC-адрес	Порт
1	1
2	1
3	2
4	2

Алгоритм работы моста

- filtering
- forwarding
- flooding

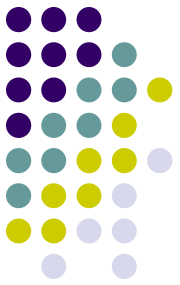


Алгоритм работы моста



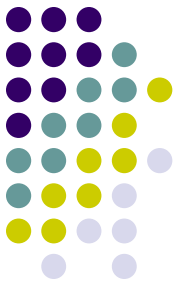
- **filtering (фильтрация)** - если адрес назначения принадлежит тому же сегменту, что и адрес источника, то мост "фильтрует" (filtering) пакет, то есть удаляет его из своего буфера и никуда не передает.
- Эта операция помогает предохранить сеть от засорения ненужным трафиком.

Алгоритм работы моста



- **forwarding (продвижение)** - если адрес назначения присутствует в базе данных и принадлежит другому сегменту по сравнению с сегментом адреса источника, то мост определяет, какой из его портов связан с этим адресом и "продвигает" (forwarding) кадр на соответствующий порт.

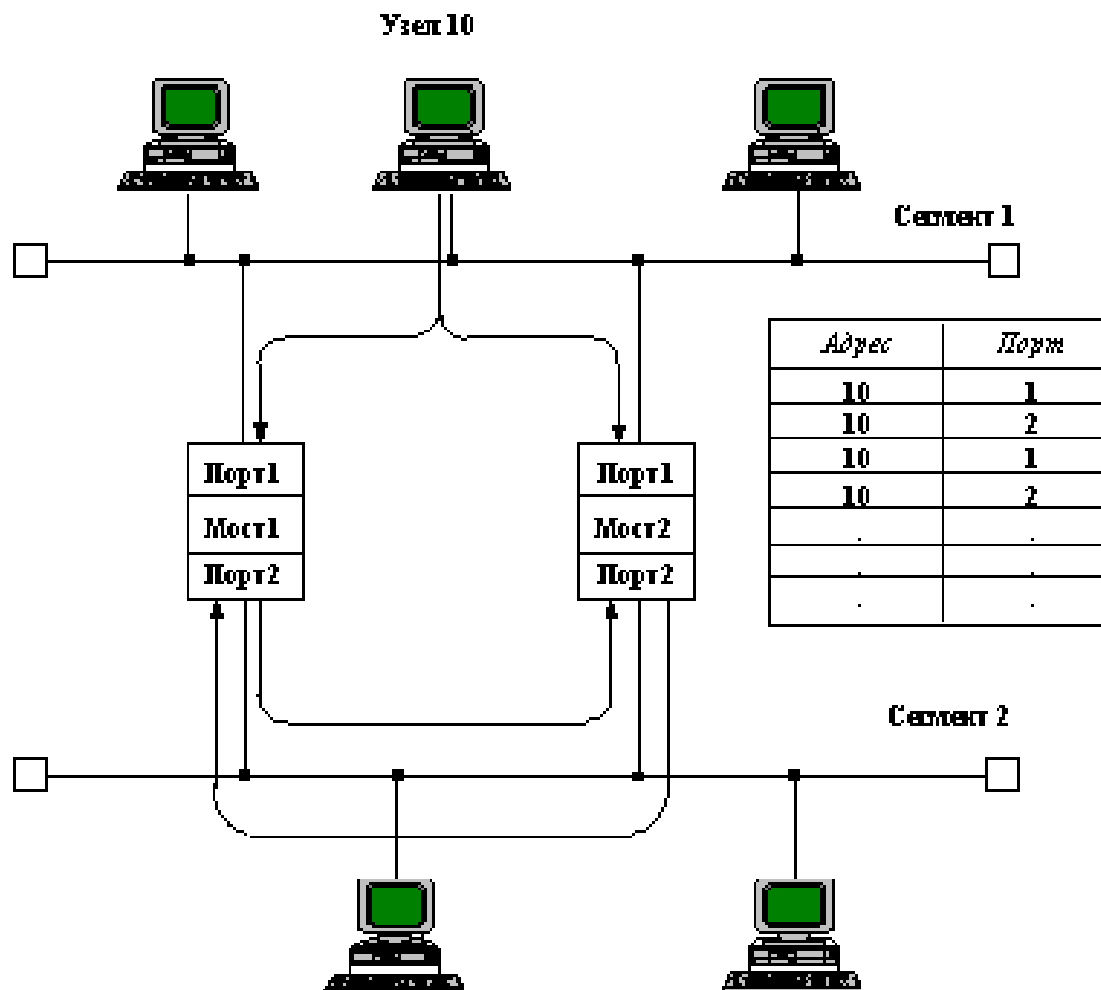
Алгоритм работы моста



- **flooding (затопление)** - если же адрес назначения отсутствует в базе или же это широковещательный адрес, то мост передает кадр на все порты, за исключением того порта, с которого он пришел.

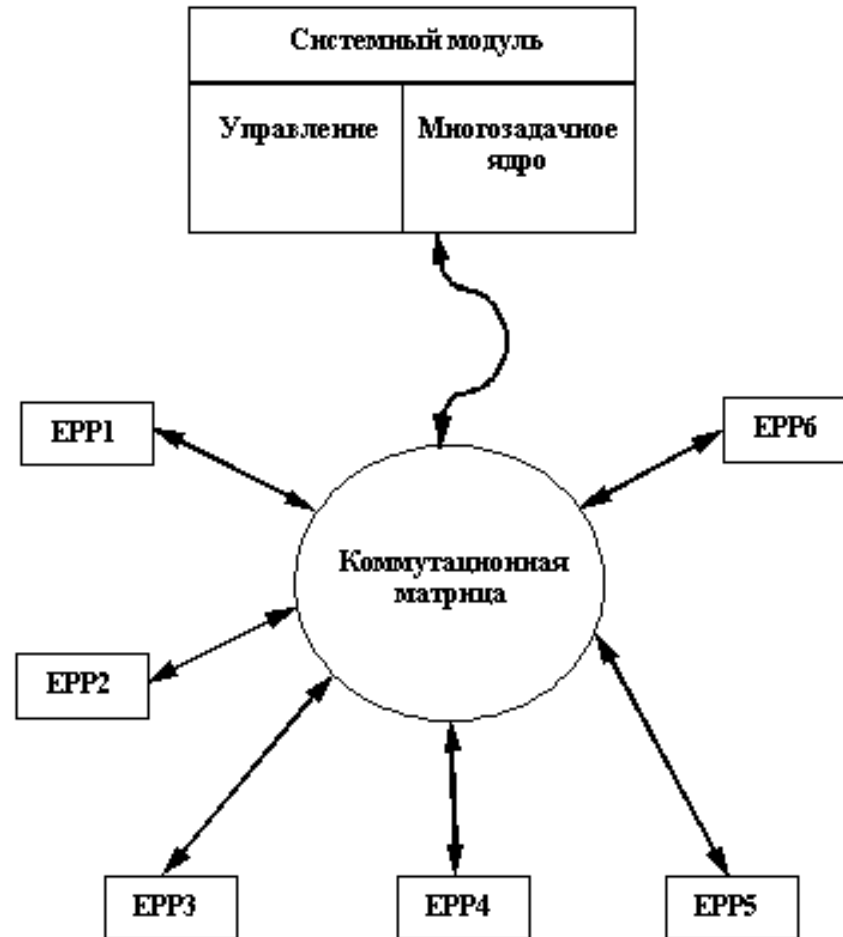
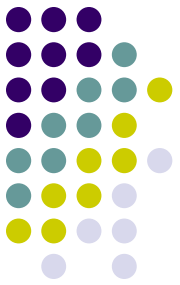


Влияние замкнутых маршрутов

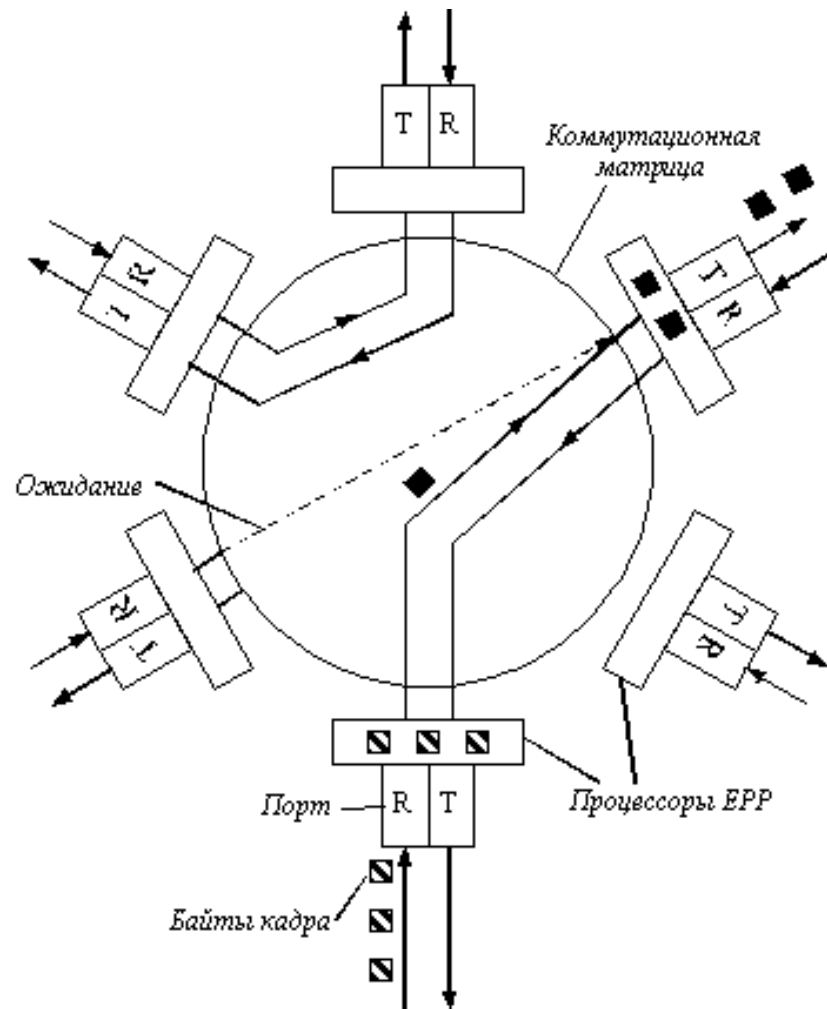
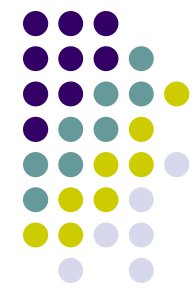


Коммутаторы локальных сетей

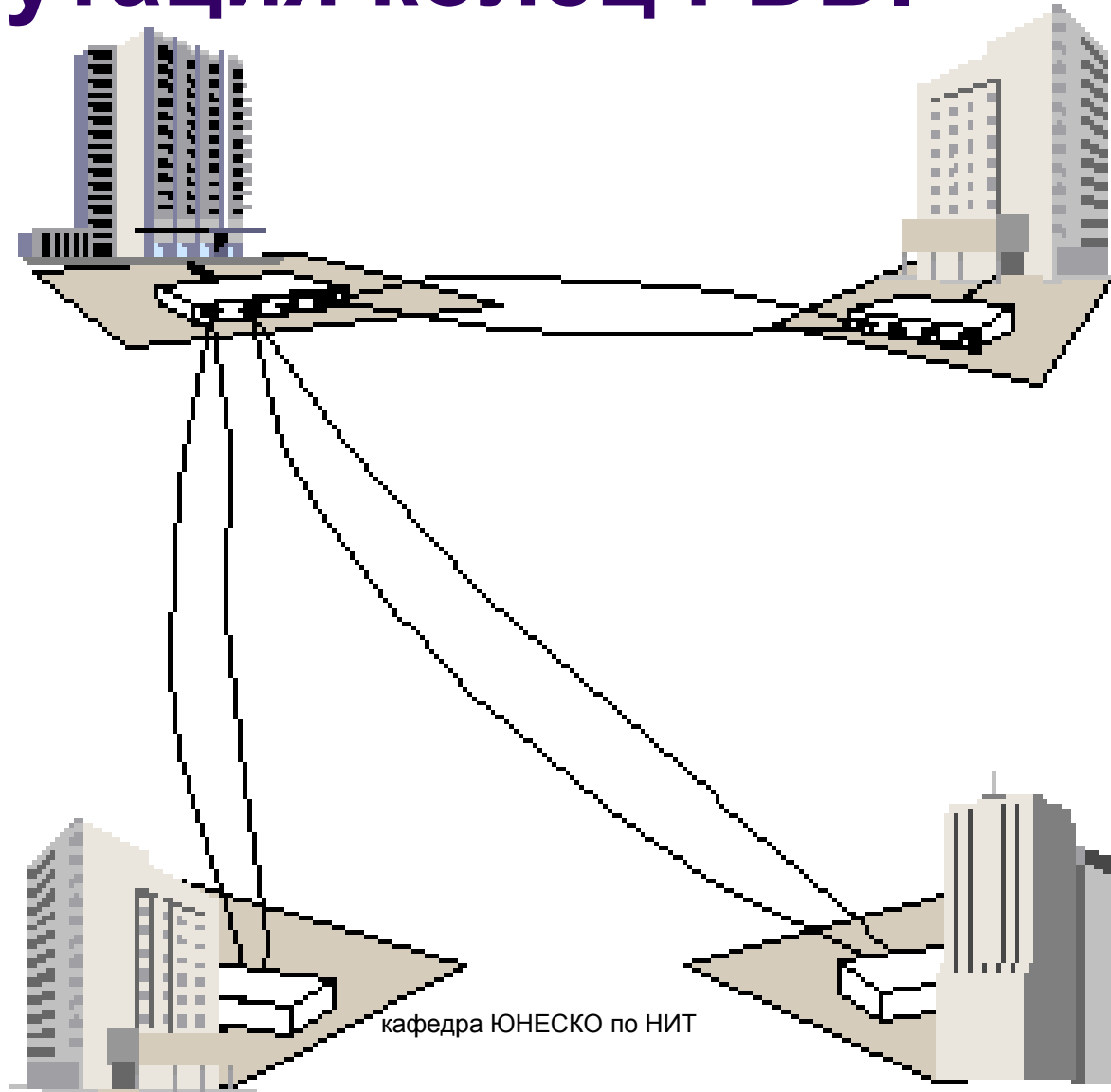
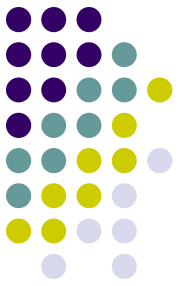
Ethernet Switch



Передача кадра через коммутационную матрицу

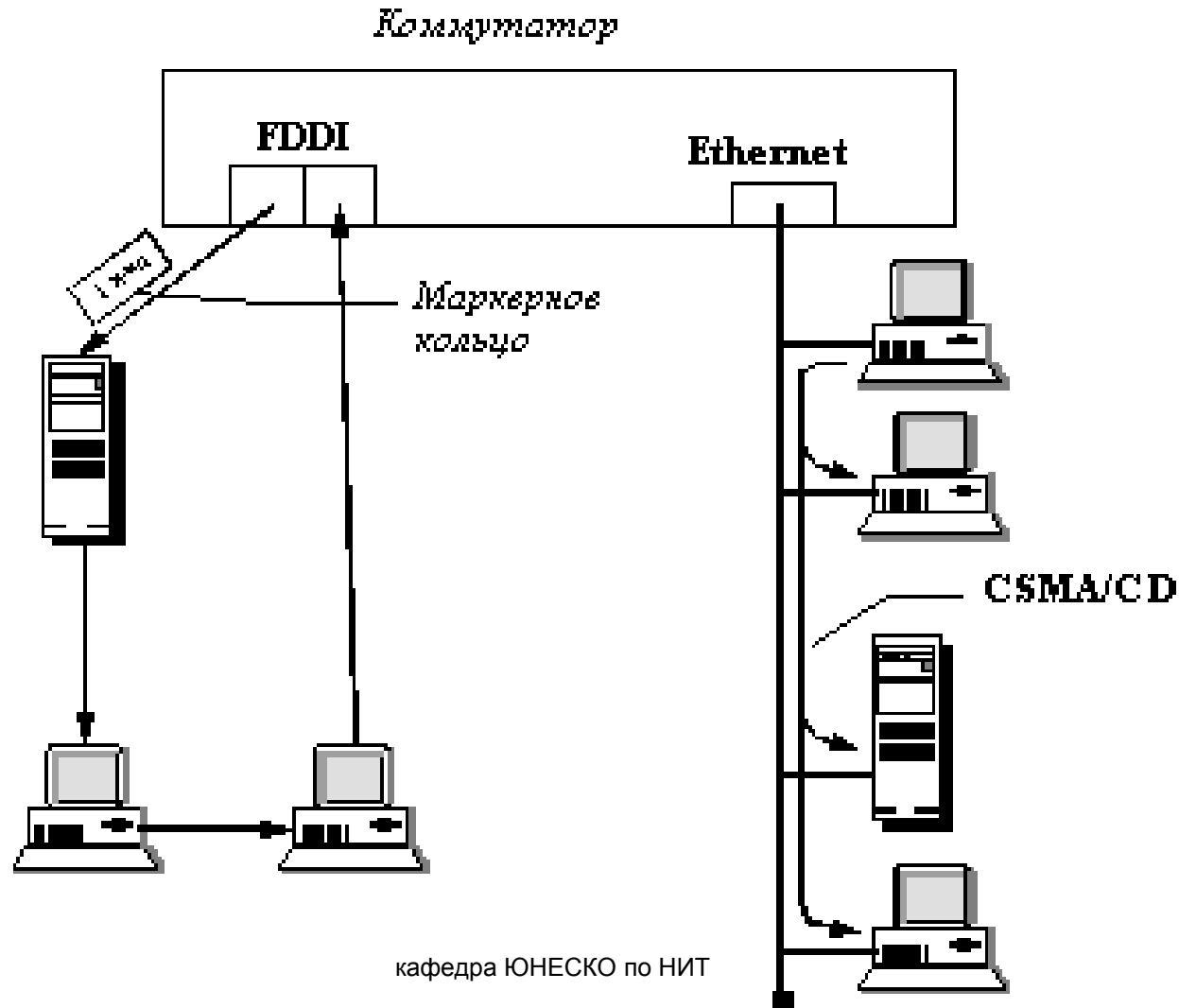
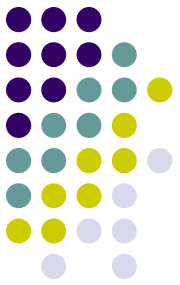


Коммутация колец FDDI

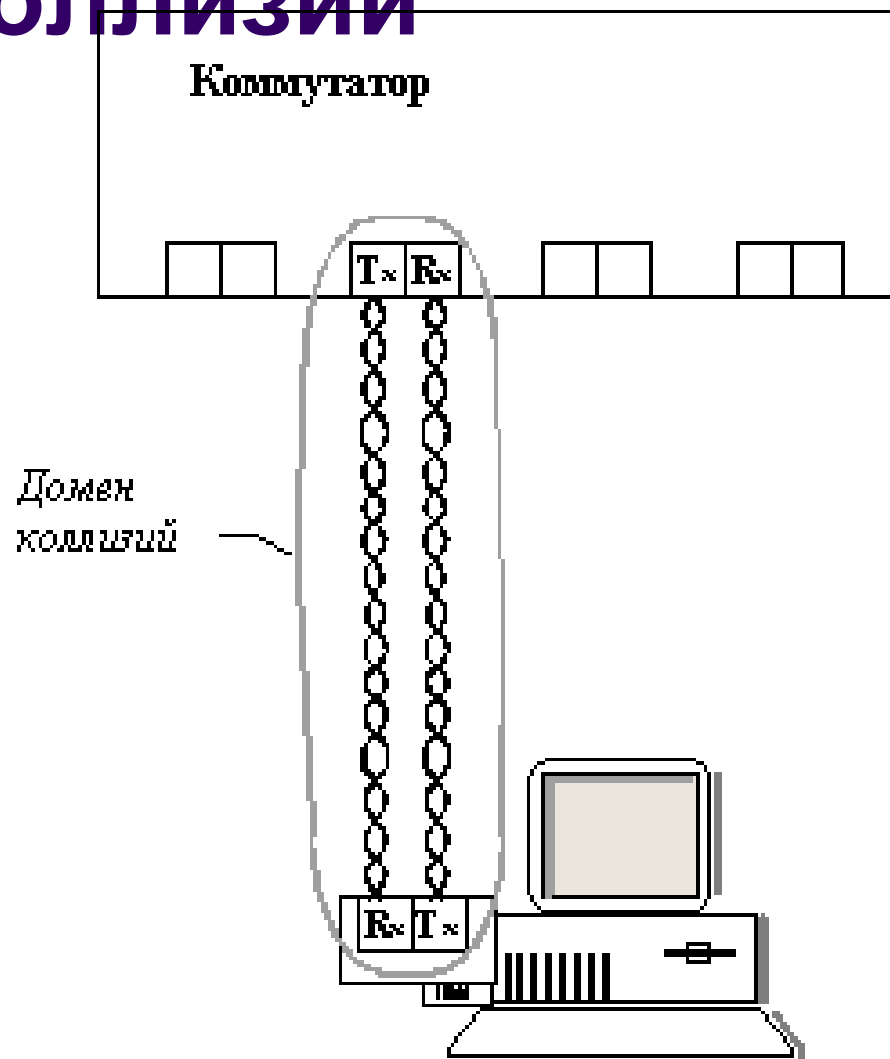


кафедра ЮНЕСКО по НИТ

Коммутатор сохраняет метод доступа

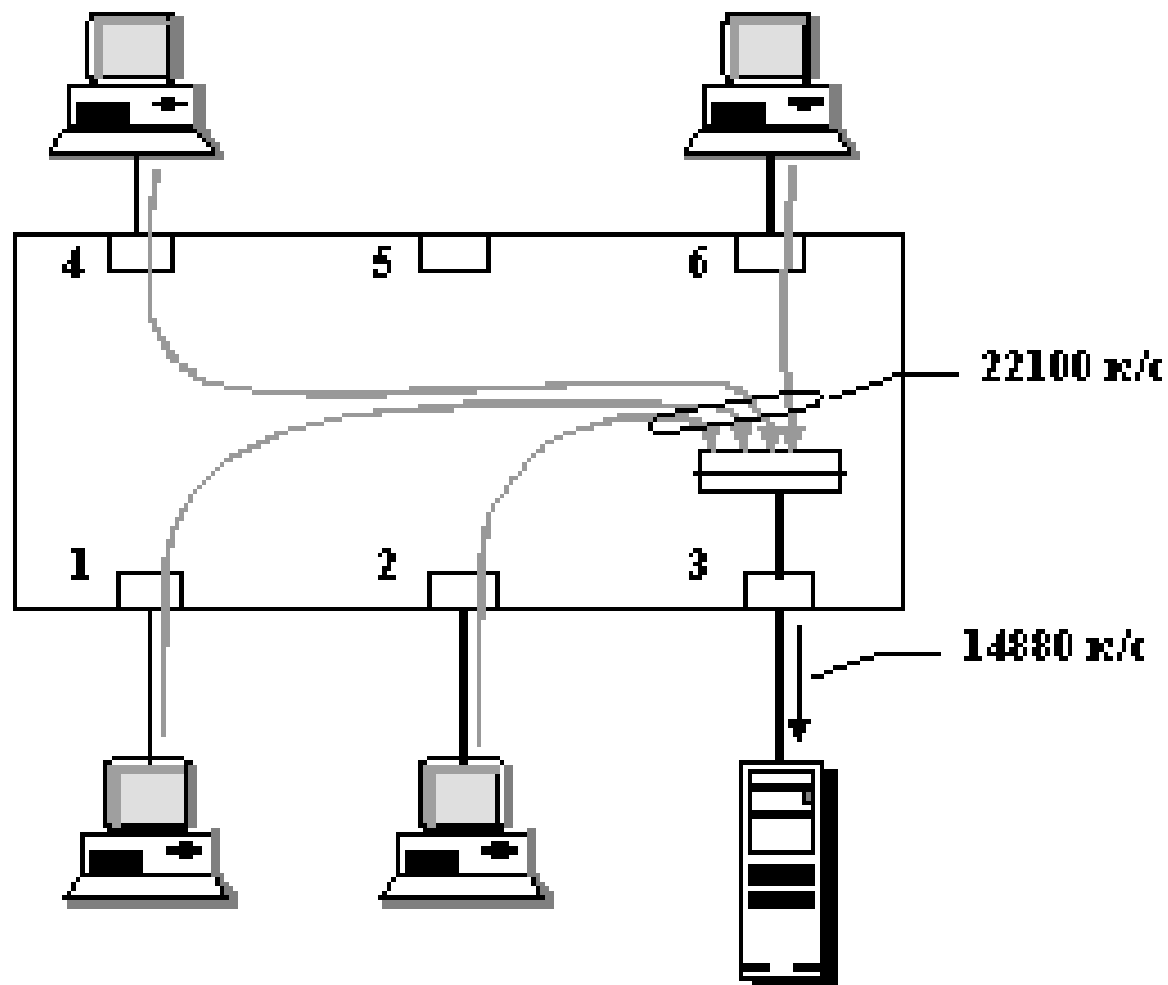


Домен коллизий





Переполнение буфера

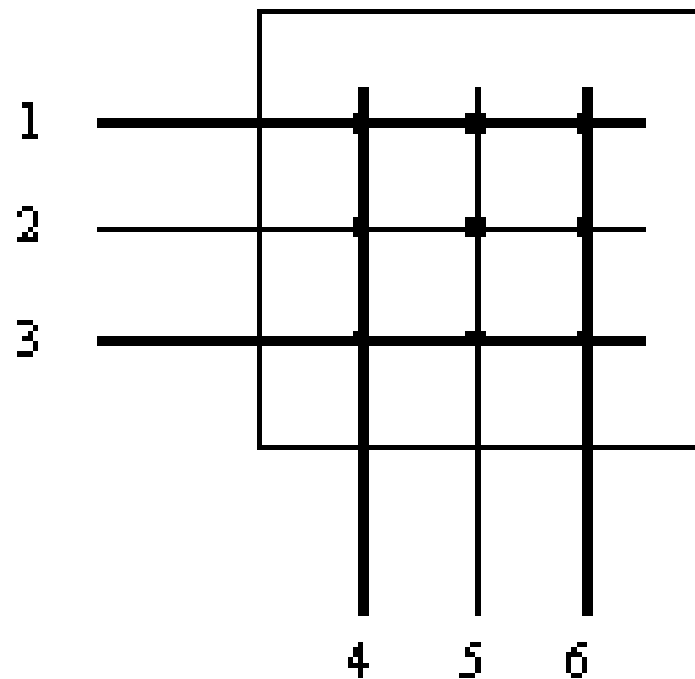
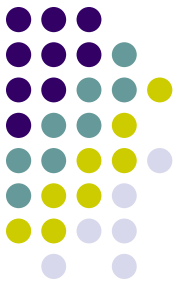


Техническая реализация коммутаторов

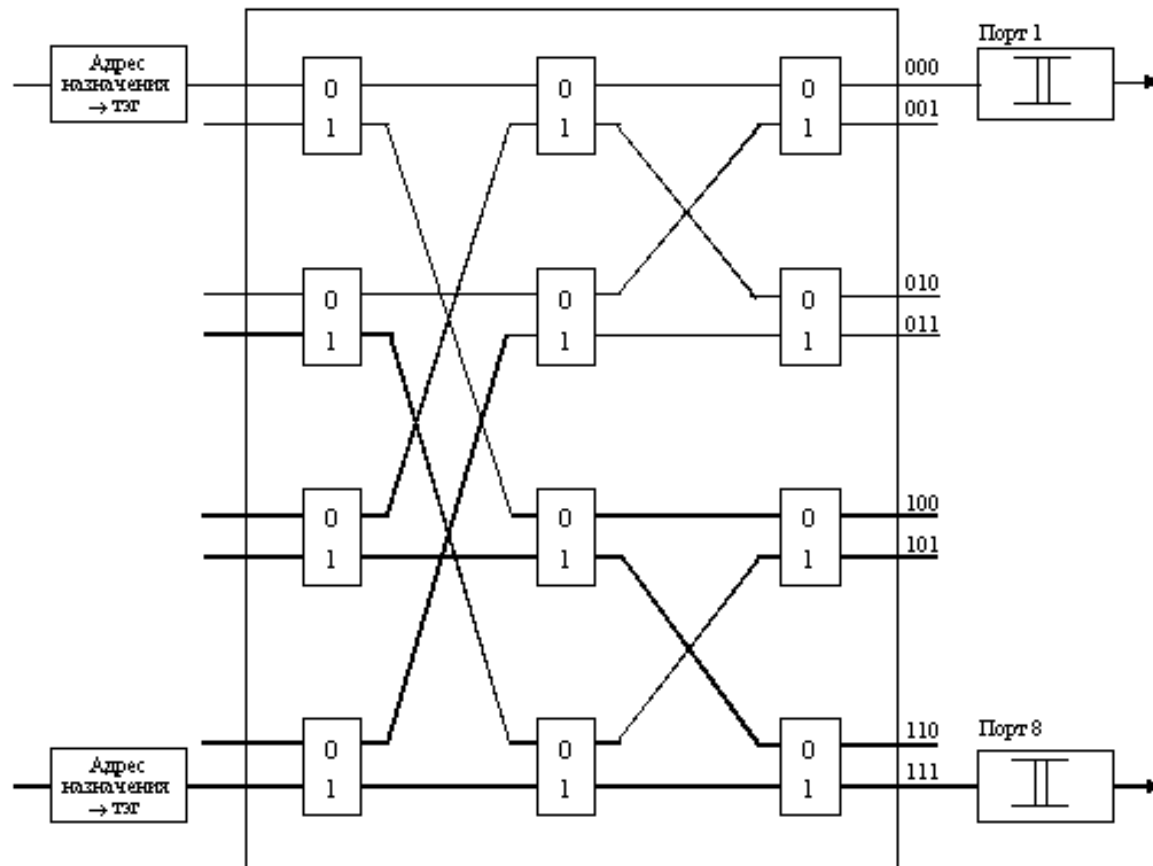
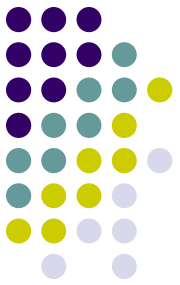


- коммутационная матрица;
- разделяемая многовходовая память;
- общая шина.

Коммутационная матрица



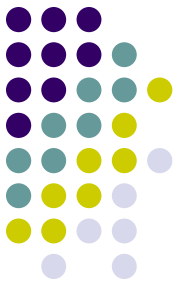
Коммутационная матрица



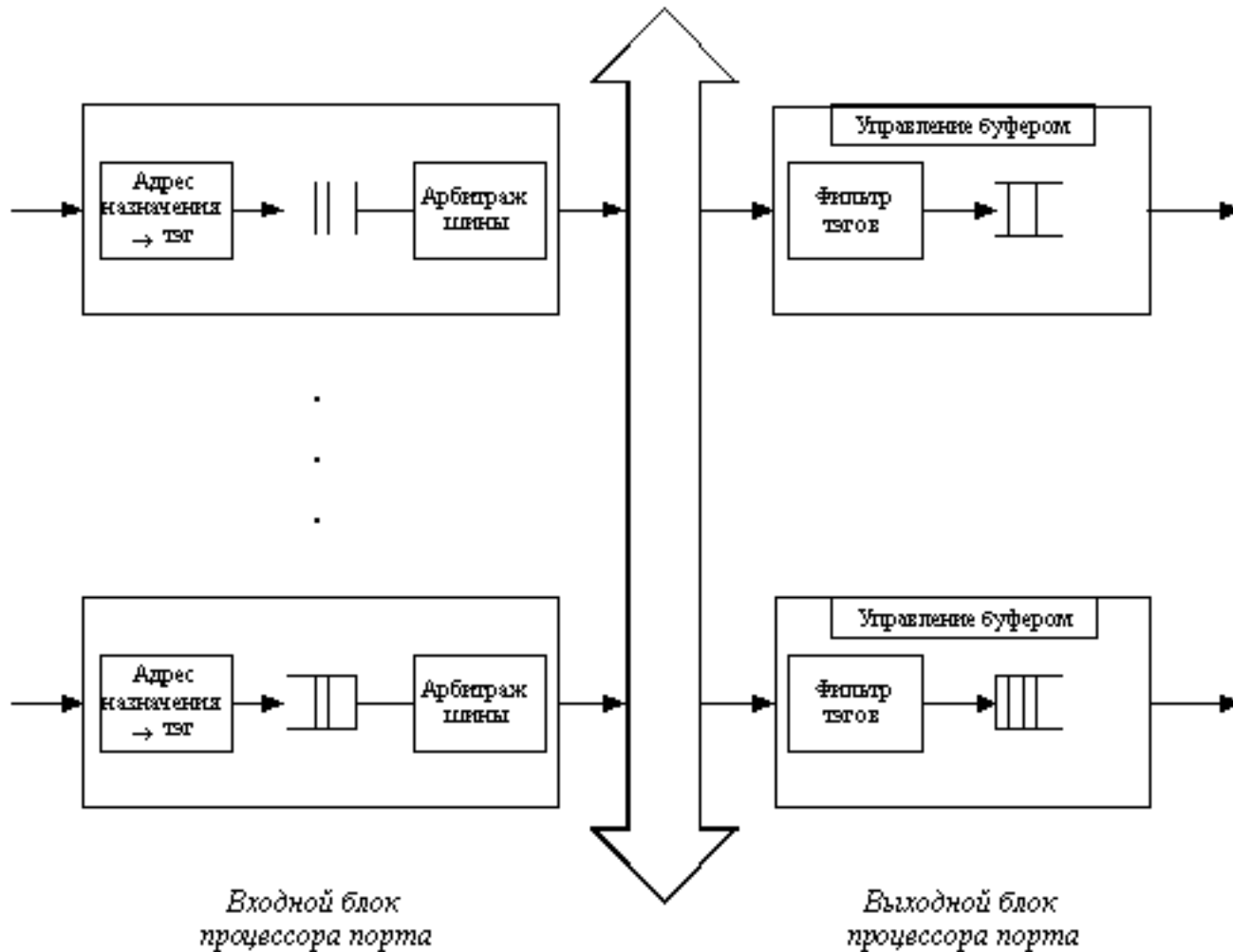
*Входные блоки
процессоров портов*

Коммутационная матрица

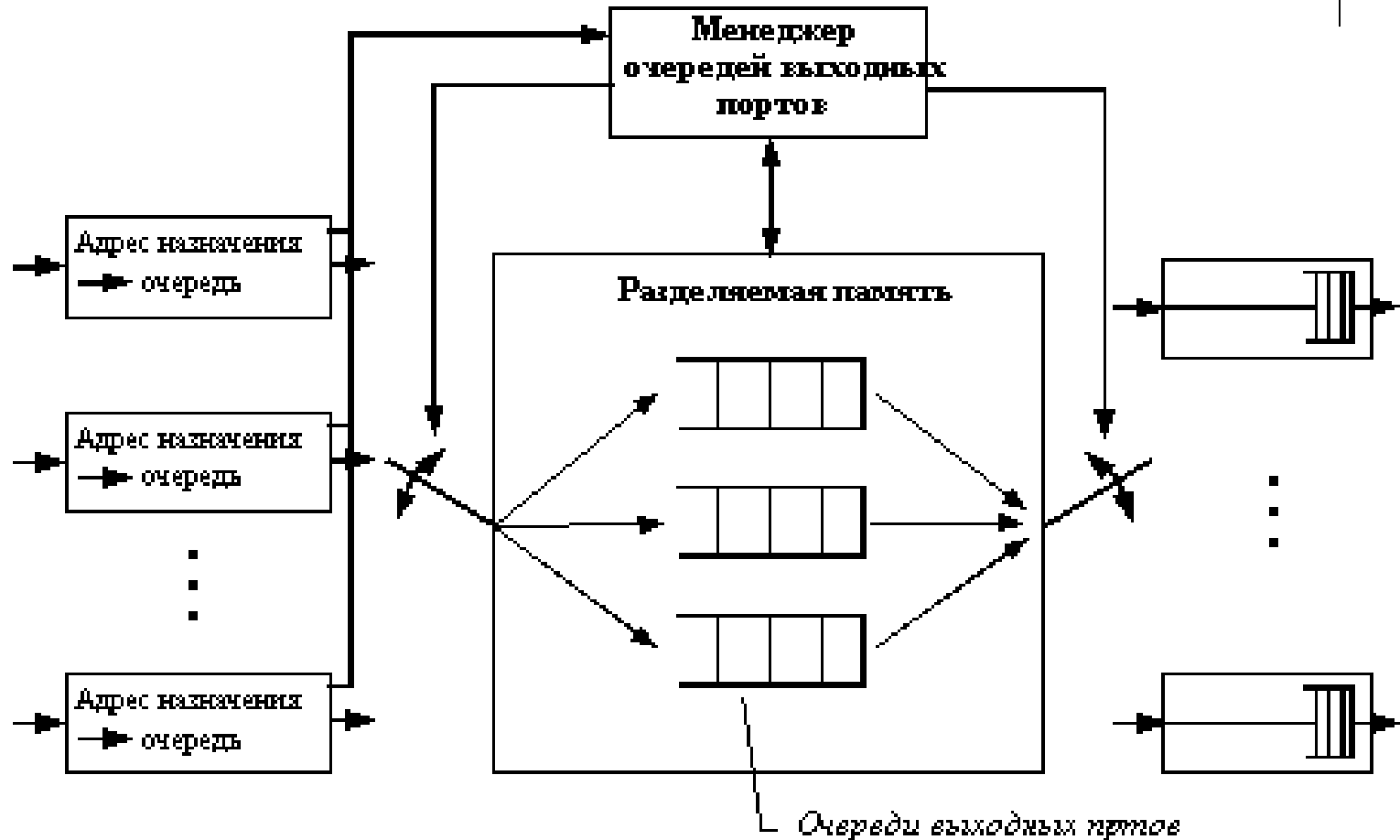
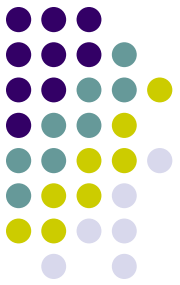
*Выходные блоки
процессоров портов*



Коммутаторы с общей шиной



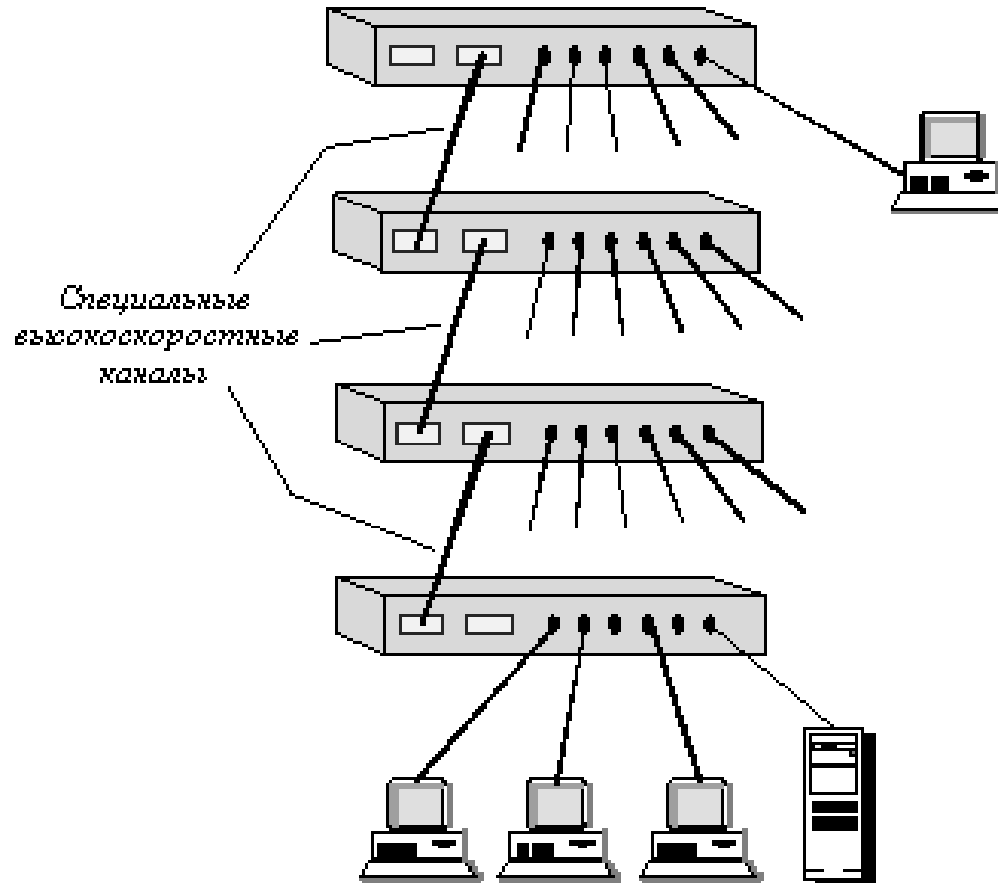
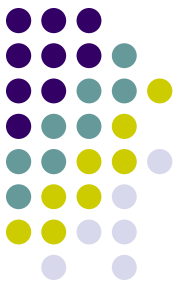
Коммутаторы с разделяемой памятью



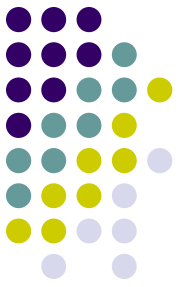
Комбинированные коммутаторы



СТЕКОВЫЕ КОММУТАТОРЫ



Характеристики производительности коммутаторов



- скорость фильтрации (filtering);
- скорость маршрутизации (forwarding);
- пропускная способность (throughput);
- задержка передачи кадра.