

# Лекция №4

# IP-сети

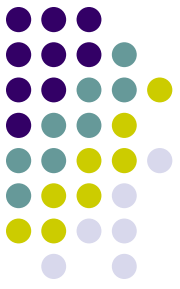
Компьютерные сети





# Контрольные вопросы

- Формат кадра Ethernet
- Функции концентратора, коммутатора
- Какую топологию физическую и логическую представляет собой сеть, построенная на витой паре с использованием коммутатора?
- Алгоритм работы коммутатора.



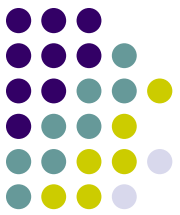
# Задачи сетевого уровня

- Доставка пакетов в сети с произвольной топологией
- Структуризация сети путем надежной локализации трафика
- Согласование различных протоколов канального уровня
- Локализация трафика и изоляция сетей

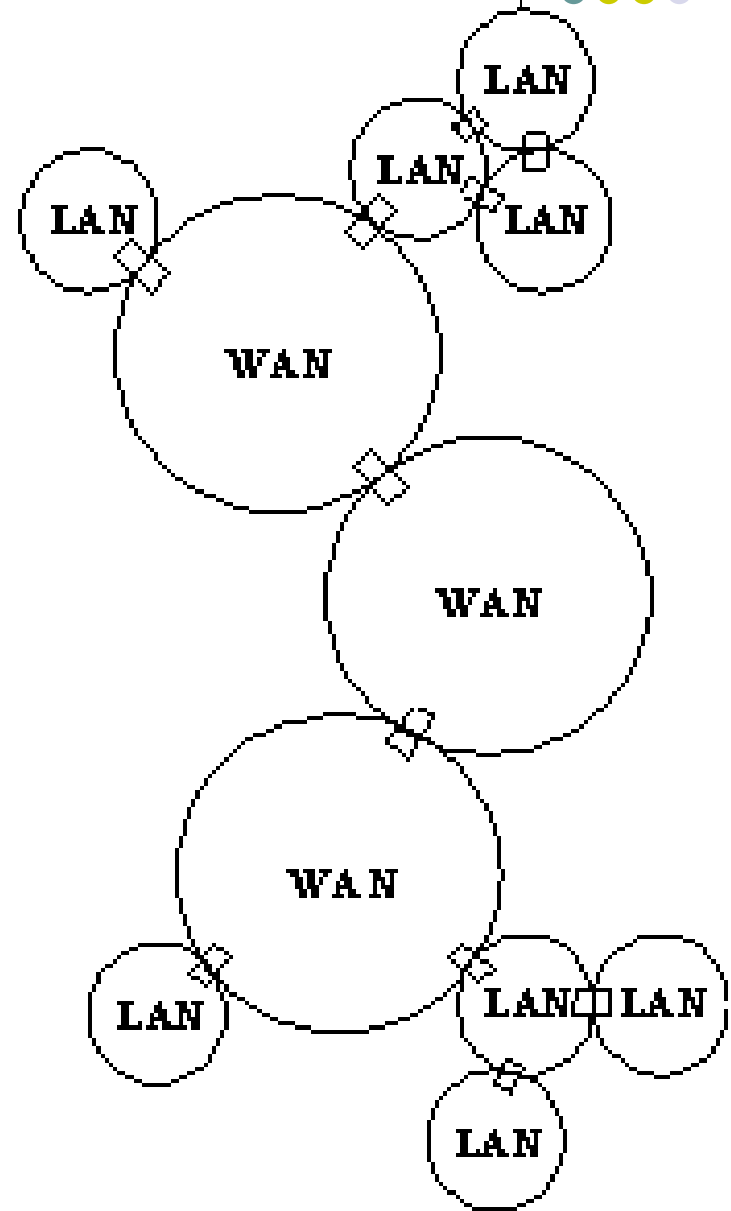


- Сетевой уровень позволяет передавать данные между любыми, произвольно связанными узлами сети.

# internetworking -> internetwork -> internet



- Маршрут - это последовательность маршрутизаторов, которые должен пройти пакет от отправителя до пункта назначения





- В протоколах сетевого уровня термин "сеть" означает совокупность компьютеров, соединенных между собой в соответствии с одной из стандартных типовых топологий и использующих для передачи пакетов общую базовую сетевую технологию. Внутри сети сегменты не разделяются маршрутизаторами, иначе это была бы не одна сеть, а несколько сетей. Маршрутизатор соединят несколько сетей в интерсеть.

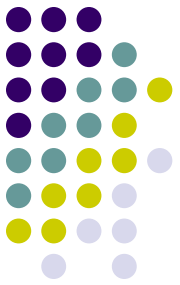
# Заголовок сетевого уровня



- номер фрагмента пакета
- время жизни пакета
- информация о наличии и о состоянии связей между сетями
- информация о загруженности сетей
- качество сервиса
- адреса отправителя и получателя

# IP<->MAC

- Address Resolution Protocol, ARP.
- RARP







- Transmission Control Protocol/Internet Protocol TCP/IP - это промышленный стандарт стека протоколов, разработанный для глобальных сетей.

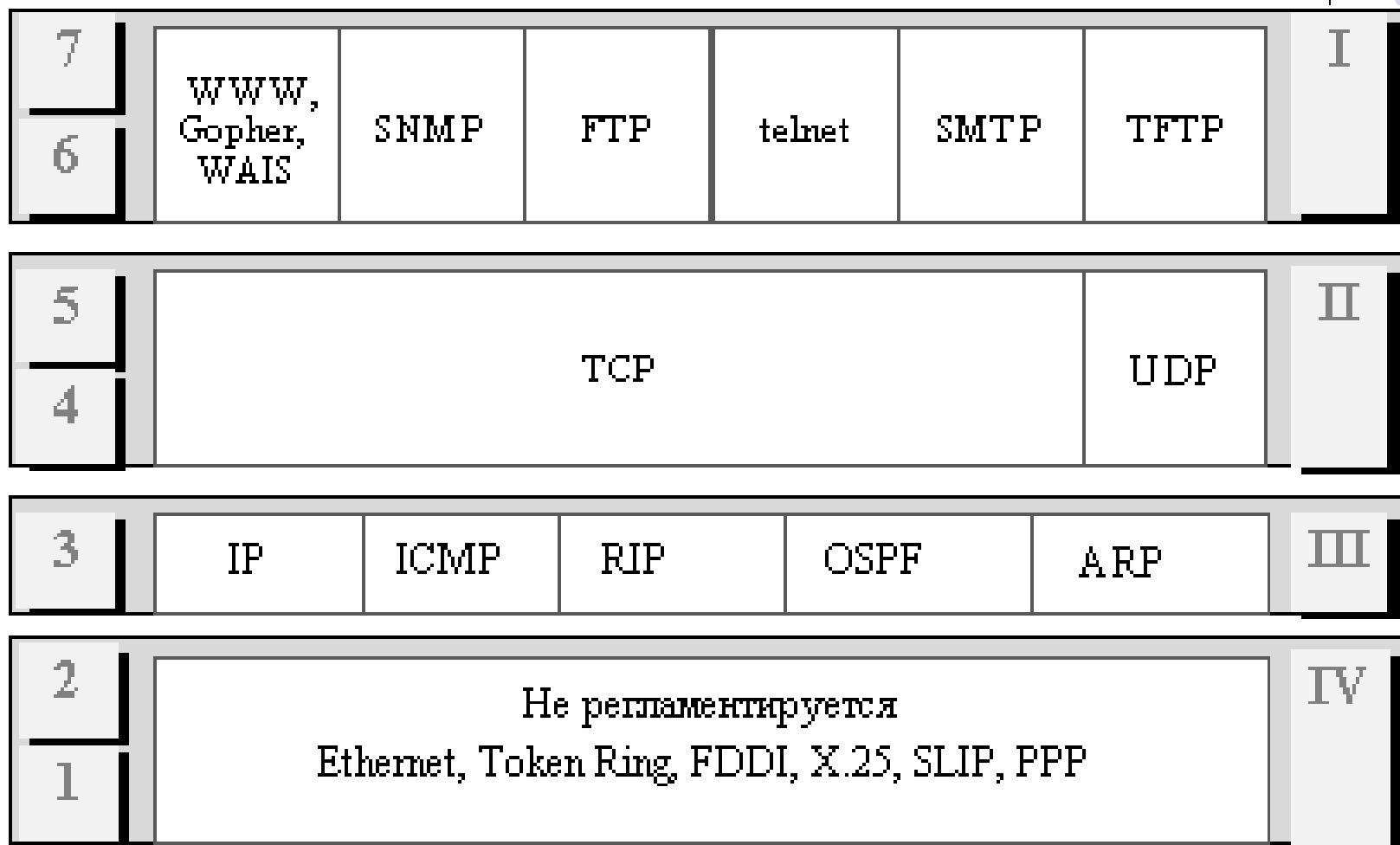


# Причины популярности TCP/IP

- Это наиболее завершенный стандартный и в то же время популярный стек сетевых протоколов, имеющий многолетнюю историю.
- Почти все большие сети передают основную часть своего трафика с помощью протокола TCP/IP.
- Это метод получения доступа к сети Internet.
- Этот стек служит основой для создания intranet- корпоративной сети, использующей транспортные услуги Internet и гипертекстовую технологию WWW, разработанную в Internet.
- Все современные операционные системы поддерживают стек TCP/IP.
- Это гибкая технология для соединения разнородных систем как на уровне транспортных подсистем, так и на уровне прикладных сервисов.
- Это устойчивая масштабируемая межплатформенная среда для приложений клиент-сервер.



# Стек TCP/IP

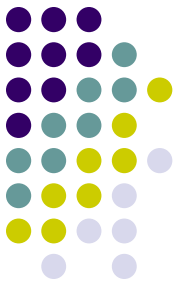


Уровни  
модели  
OSI

Уровни  
стека  
TCP/IP



- TCP Transmission Control Protocol
- UDP User Datagram Protocol



# Адресация в IP-сетях

- физический MAC-адрес
  - 11-A0-17-3D-BC-01
- сетевой IP-адрес
  - 109.26.17.100
- символичный DNS-имя
  - [www.kemsu.ru](http://www.kemsu.ru)



- 128.10.2.30 - традиционная десятичная форма представления адреса,
- 10000000 00001010 00000010 00011110 - двоичная форма представления этого же адреса.

# Структура IP-адреса



Класс А



Класс В



Класс С

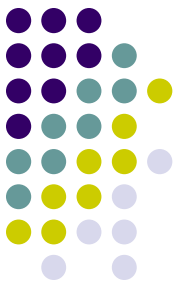


Класс D



Класс E





## Класс А

Адреса класса А назначаются узлам очень большой сети.

Старший бит в адресах этого класса всегда равен нулю.

Следующие семь бит первого октета представляют идентификатор сети. Оставшиеся 24 бита три октета содержат идентификатор узла. Это позволяет иметь 126 сетей с числом узлов до 17 миллионов в каждой.

## Класс В

Адреса класса В назначаются узлам в больших и средних по

размеру сетях. В двух старших битах IP-адреса класса В

записывается двоичное значение 10. Следующие 14 бит

содержат идентификатор сети два первых октета. Оставшиеся

16 бит два октета представляют идентификатор узла. Таким

образом, возможно существование 16 384 сетей класса В, в

каждой из которых около 65 000 узлов.



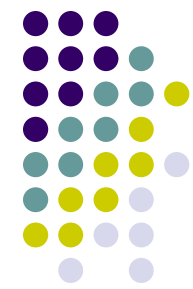
## Класс С

Адреса класса С применяются в небольших сетях. Три старших бита IP-адреса этого класса содержат двоичное значение 110. Следующие 21 бит составляют идентификатор сети, первые три октета. Оставшиеся 8 бит последнего октета отводятся под идентификатор узла. Всего возможно около 2 000 000 сетей класса С, содержащих до 254 узлов.

## Класс D

Адреса класса D предназначены для рассылки групповых сообщений. Группа получателей может содержать один, несколько или ни одного узла. Четыре старших бита в IP-адресе класса D всегда равны 1110. Оставшиеся биты обозначают конкретную группу получателей и не разделяются на части. Пакеты с такими адресами рассылаются избранной группе узлов в сети. Их получателями могут быть только специальным образом зарегистрированные узлы. Microsoft поддерживает адреса класса D, применяемые приложениями для групповой рассылки сообщений.





- A 0.1.0.0 126.0.0.0
- B 128.0.0.0 191.255.0.0
- C 192.0.1.0. 223.255.255.0
- D 224.0.0.0 239.255.255.255
- E 240.0.0.0 247.255.255.255

	Количество сетей	Количество узлов в сети	Диапазон значений идентификаторов сети
Класс А	126	16 777 214	1-126
Класс В	16 384	65 534	128-191
Класс С	2 097 152	254	192-223

# Соглашения о специальных адресах

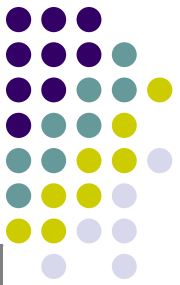


- 0 0 0 0 ..... 0 0 0 0
- 0 0 0 0 .....0 Номер узла
- 1 1 1 1 .....1 1
- Номер сети 1111.....11
- 127.0.0.1 loopback



# Address Resolution Protocol, ARP

0	8	16	24	31
Тип оборудования		Тип протокола		
HA-Len	PA-Len	Код операции		
Аппаратный адрес отправителя (октеты 0...3)				
Адрес отправителя (октеты 4,5)		IP-адрес отправителя (октеты 0,1)		
IP-адрес отправителя (октеты 2,3)		Аппаратный адрес адресата (0,1)		
Аппаратный адрес адресата (октеты 2,5)				
IP-адрес адресата (октеты 0-3)				

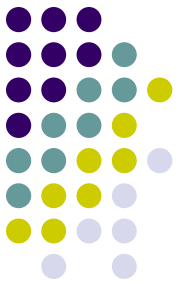


# Структура ARP пакета

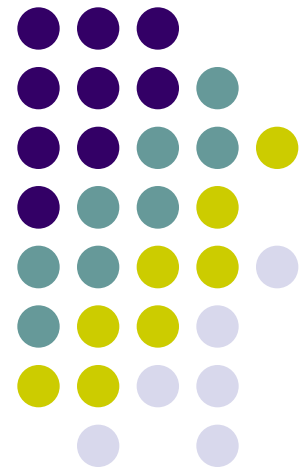
Поле	Описание
Hardware Type (Тип аппаратного обеспечения)	Задается тип используемого сетевого оборудования (Network Acces Layer), например Ethernet
Protocol Type (Тип протокола)	С помощью значений поля EtherType кадра Ethernet задается используемый при разрешении адресов протокол. Для протокола IP значение поля Protocol Type равно 0x08-00
Hardware Address Length (Длина адреса сетевого адаптера)	Задается длина адреса сетевого адаптера в байтах. Для Ethernet и Token Ring длины равны 6 байтам.
Protocol Address Length (Длина адреса протокола)	Задается длина адреса протокола в байтах. Для протокола IP длина равна 4 байтам.
Operation (Opcode) [операция (Код операции)]	Задается выполняемая операция
Sender's Hardware Address	Задается адрес сетевого адаптера отправителя
Sender's Protocol Address (Адрес протокола отправителя)	Задается адрес протокола отправителя
Target's Hardware Address (Адрес сетевого адаптера получателя)	Задается адрес сетевого адаптера получателя
Target's Protocol Address (Адрес протокола получателя)	Задается адрес протокола получателя

# IP<->Domain Name

- DNS Domain Name System



# часть 2.



# Протокол межсетевого взаимодействия IP



Основу транспортных средств стека протоколов TCP/IP составляет протокол межсетевого взаимодействия - Internet Protocol IP.

Функции протокола IP:

- перенос между сетями различных типов адресной информации в унифицированной форме;
- сборка и разборка пакетов при передаче их между сетями с различным максимальным значением длины пакета.





# Заголовок пакета IP

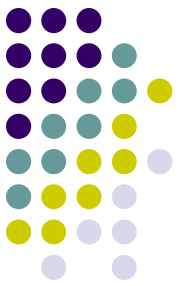
Поле	Аббревиатура
Номер версии	VERS
Длина заголовка	HLEN
Тип сервиса	SERVICE TYPE
Общая длина	TOTAL LENGTH
Идентификатор пакета	IDENTIFICATION
Флаги	FLAGS
Смещение фрагмента	FRAGMENT OFFSET
Время жизни	TIME TO LIVE

# Заголовок пакета IP



Поле	Аббревиатура
Идентификатор Протокола верхнего уровня	PROTOCOL
Контрольная сумма	HEADER CHECKSUM
Адрес источника	SOURCE IP ADDRESS
Адрес назначения	DESTINATION IP ADDRESS
Поле Резерв	IP OPTIONS

# Заголовок пакета IP



Максимальная длина поля данных пакета IP	65535 байтов
Максимальная длина кадра Ethernet	1500 байтов

- При передаче по сетям различного типа длина пакета выбирается с учетом максимальной длины пакета протокола нижнего уровня, несущего IP-пакеты.

# Управление фрагментацией



- Протоколы транспортного уровня (протоколы TCP или UDP) считают, что максимальный размер поля данных IP-пакета равен 65535, и поэтому могут передать ему сообщение такой длины для транспортировки через сеть.
- В функции уровня IP входит разбиение длинного сообщения на более короткие пакеты с созданием соответствующих служебных полей, нужных для последующей сборки фрагментов в исходное сообщение.

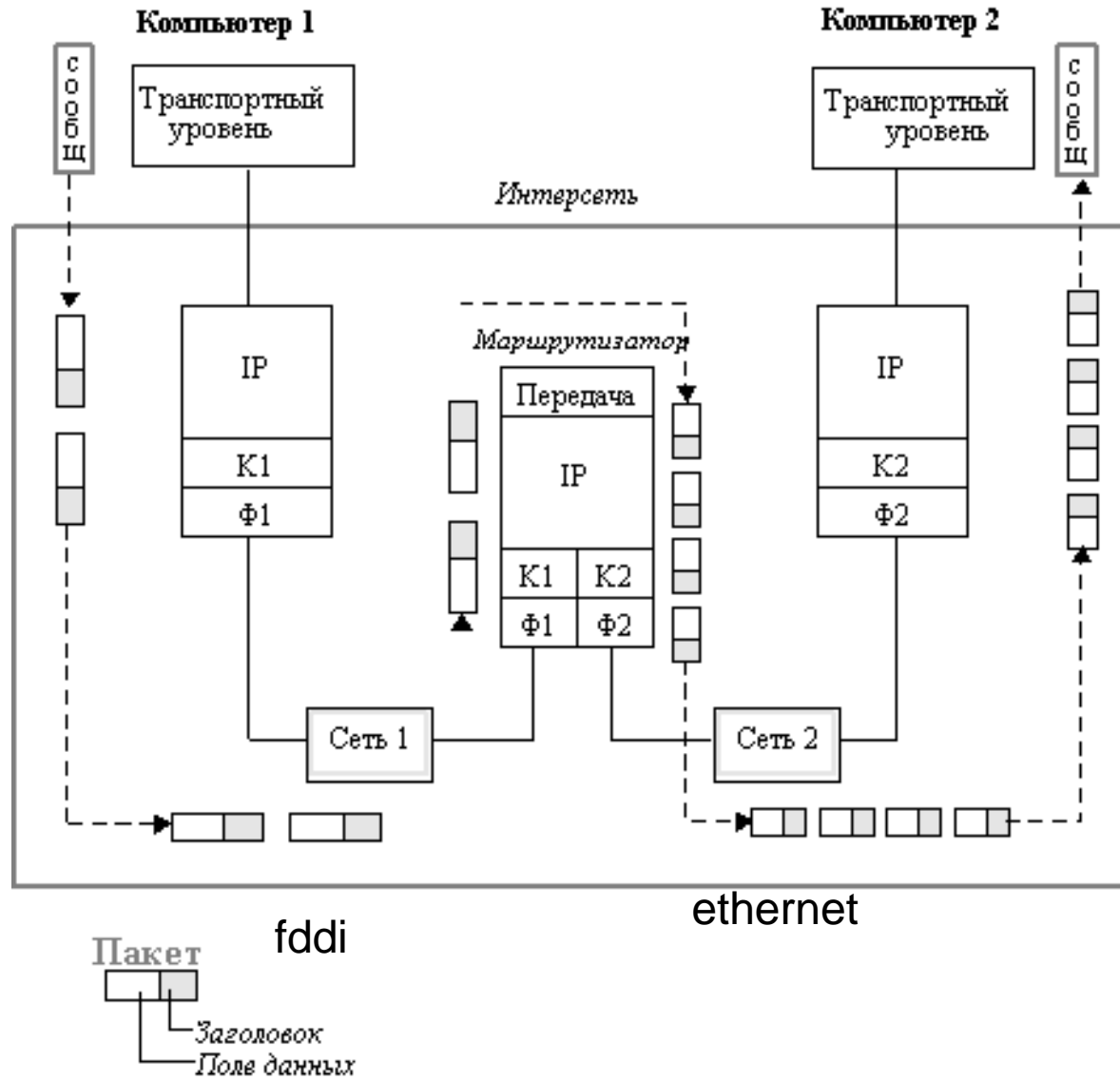
# Управление фрагментацией

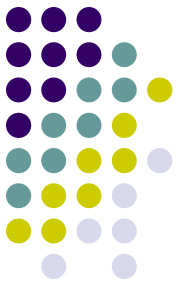


- В большинстве типов локальных и глобальных сетей определяется понятие максимальный размер поля данных кадра или пакета, в которые должен инкапсулировать свой пакет протокол IP.
- Эту величину обычно называют максимальной единицей транспортировки - **Maximum Transfer Unit, MTU**.
- Сеть Ethernet - 1500 байт,
- Сеть FDDI - 4096 байт,
- Сеть X.25 - 128 байт.



# Управление фрагментацией





# Маршрутизация

**Маршрутизация** - процесс выбора пути для передачи пакетов.

**Маршрут** — это последовательность маршрутизаторов, которые должен пройти пакет от отправителя до пункта назначения.

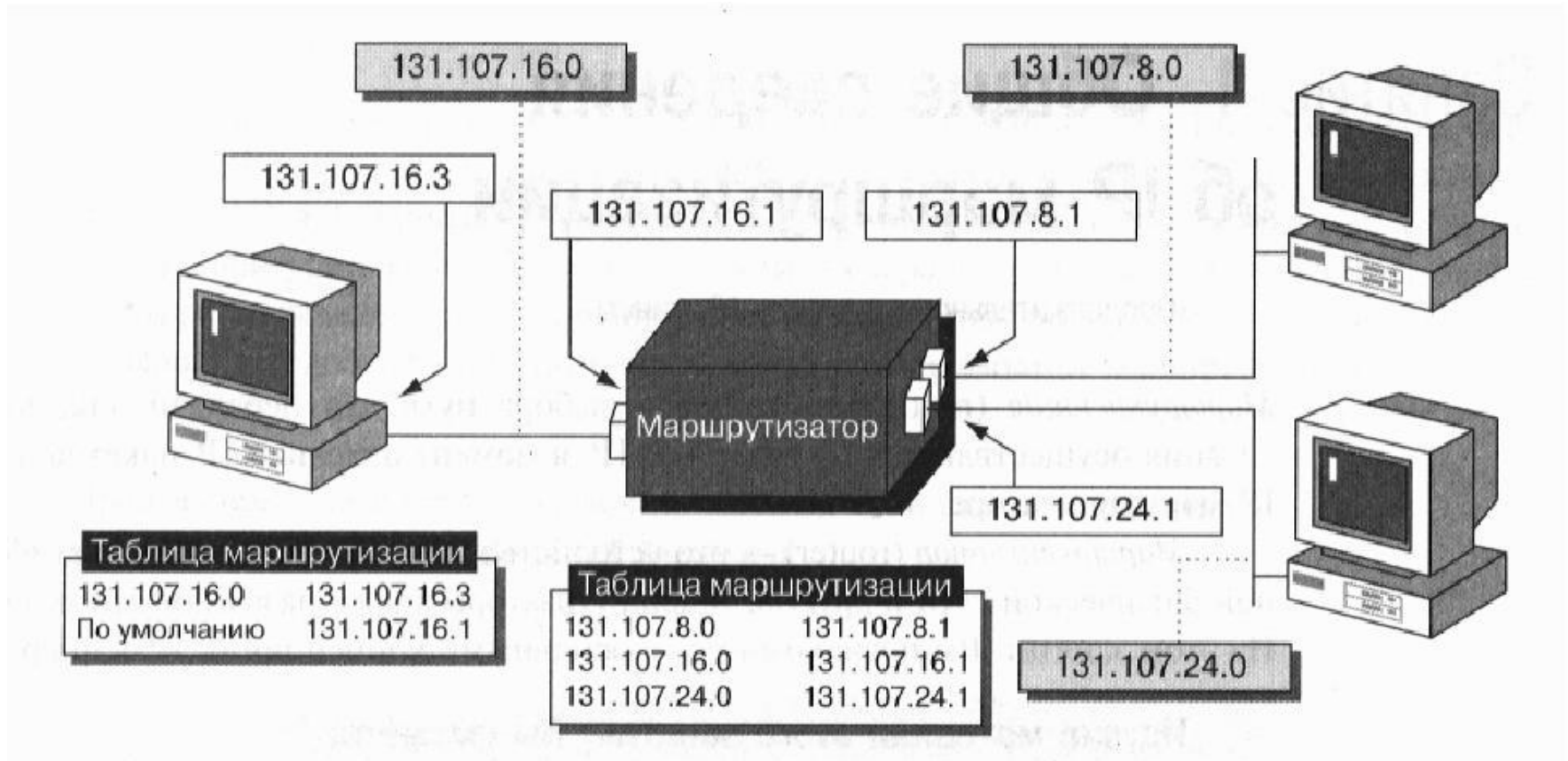
# Маршрутизация: функции сетевого уровня



- передача пакетов между конечными узлами в составных сетях;
- выбор маршрута передачи пакетов, наилучшего по некоторому критерию;
- согласование разных протоколов канального уровня, использующихся в отдельных подсетях одной составной сети.



# Маршрутизация: пример



# Функции маршрутизатора



- Функции физического и канального уровня
- Функции сетевого уровня

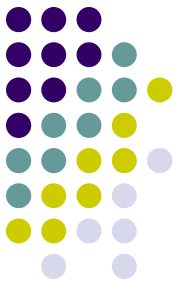
# Функции маршрутизатора: физический и канальный уровень



- получение доступа к среде,
- формирование битовых сигналов,
- прием кадра,
- подсчет его контрольной суммы и передачу поля данных кадра верхнему уровню, в случае если контрольная сумма имеет корректное значение.

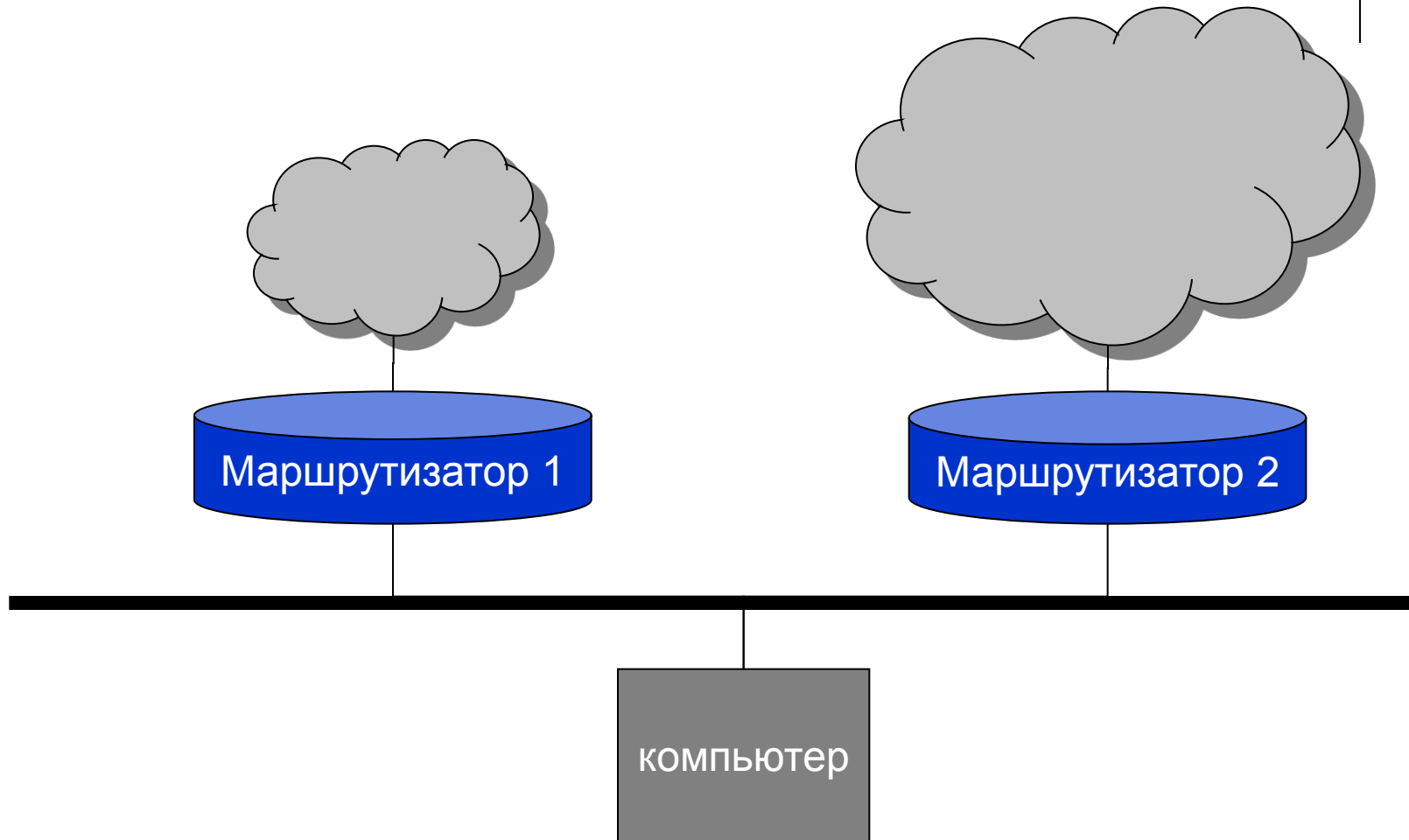
# Функции маршрутизатора:

## сетевой уровень



- извлекается из пакета заголовок сетевого уровня и анализируется содержимое его полей,
- проверяется контрольная сумма,
- Выполняется проверка, не превысило ли время, которое провел пакет в сети время жизни пакета, допустимой величины,
- определяется маршрут пакета.

# Маршрутизация: выбор маршрута



# Маршрутизация: таблица маршрутизации



```

D:\WINDOWS\system32\cmd.exe
D:\Documents and Settings\Admin>route print
=====
Список интерфейсов
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 14 a5 d9 19 26 ..... ьфряёхё Broadcom 802.11b/g WLAN - |шэшыюёС яырэш
ёют·шьр ярьхёют
0x20004 ...00 17 08 44 7a 9d ..... Broadcom 440x 10/100 Integrated Controller -
Kaspersky Anti-Virus NDIS Miniport
0x90005 ...00 16 41 d7 43 79 ..... -ёрштхё ёхёТхёр фюёСёяр ь ьюьры№эющ ёхёш Blu
etooth - |шэшыюёС яырэшёют·шьр ярьхёют
=====
Активные маршруты:
Сетевой адрес      Маска сети      Адрес шлюза      Интерфейс      Метрика
0.0.0.0            0.0.0.0        192.168.0.1      192.168.0.50   25
127.0.0.0          255.0.0.0      127.0.0.1        127.0.0.1      1
192.168.0.0        255.255.255.0  192.168.0.50     192.168.0.50   25
192.168.0.50       255.255.255.255  127.0.0.1        127.0.0.1      25
192.168.0.255     255.255.255.255  192.168.0.50     192.168.0.50   25
224.0.0.0          240.0.0.0      192.168.0.50     192.168.0.50   25
255.255.255.255   255.255.255.255  192.168.0.50     192.168.0.50   1
255.255.255.255   255.255.255.255  192.168.0.50     20004          1
255.255.255.255   255.255.255.255  192.168.0.50     90005          1
Основной шлюз:      192.168.0.1
=====
Постоянные маршруты:
Отсутствует

D:\Documents and Settings\Admin>_
  
```

СТОЯНИЕ
СТИ
рика)
20
130
1450
50
0
0
-

# Маршрутизация: оптимизация

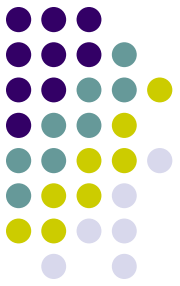


В стеке TCP/IP существуют несколько подходов к оптимизации маршрута продвижения пакета:

- *Одношаговый подход*
- *Маршрутизация от источника*
- *Маршрутизация по умолчанию*

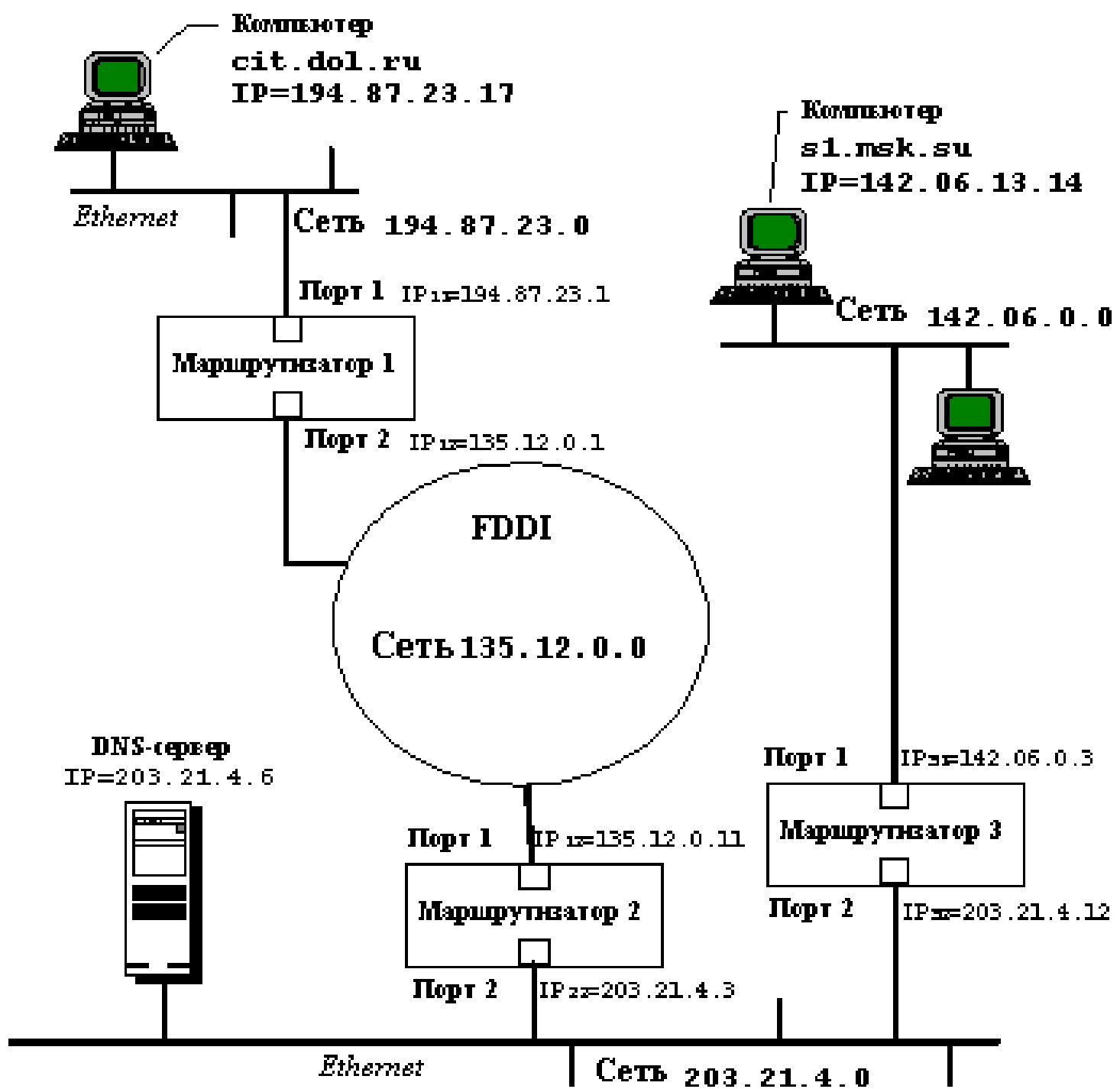
# Маршрутизация:

## алгоритмы построения таблиц маршрутизации



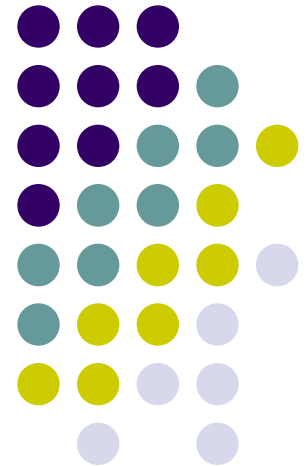
- алгоритмы фиксированной маршрутизации,
- алгоритмы простой маршрутизации,
  - Случайная
  - Лавинная
  - Маршрутизация по предыдущему опыту
- алгоритмы адаптивной маршрутизации.





# Маска IP сети

02.12.2009



# Структуризация сетей IP с помощью масок



- Задача:
  - размещение слабо взаимодействующие компьютеры по разным сетям.
- пути решения:
  - получение от NIC дополнительных номеров сетей.
  - использование масок, которые позволяют разделять одну сеть на несколько сетей.



# Маска подсети

- Маска подсети выделяет часть IP-адреса и позволяет TCP/IP отличить идентификатор сети от идентификатора узла.

## Правило:

- В маске подсети биты, соответствующие идентификатору сети, устанавливаются в 1. Таким образом, значение каждого октета будет равно 255. Все биты, соответствующие идентификатору узла, устанавливаются в 0.



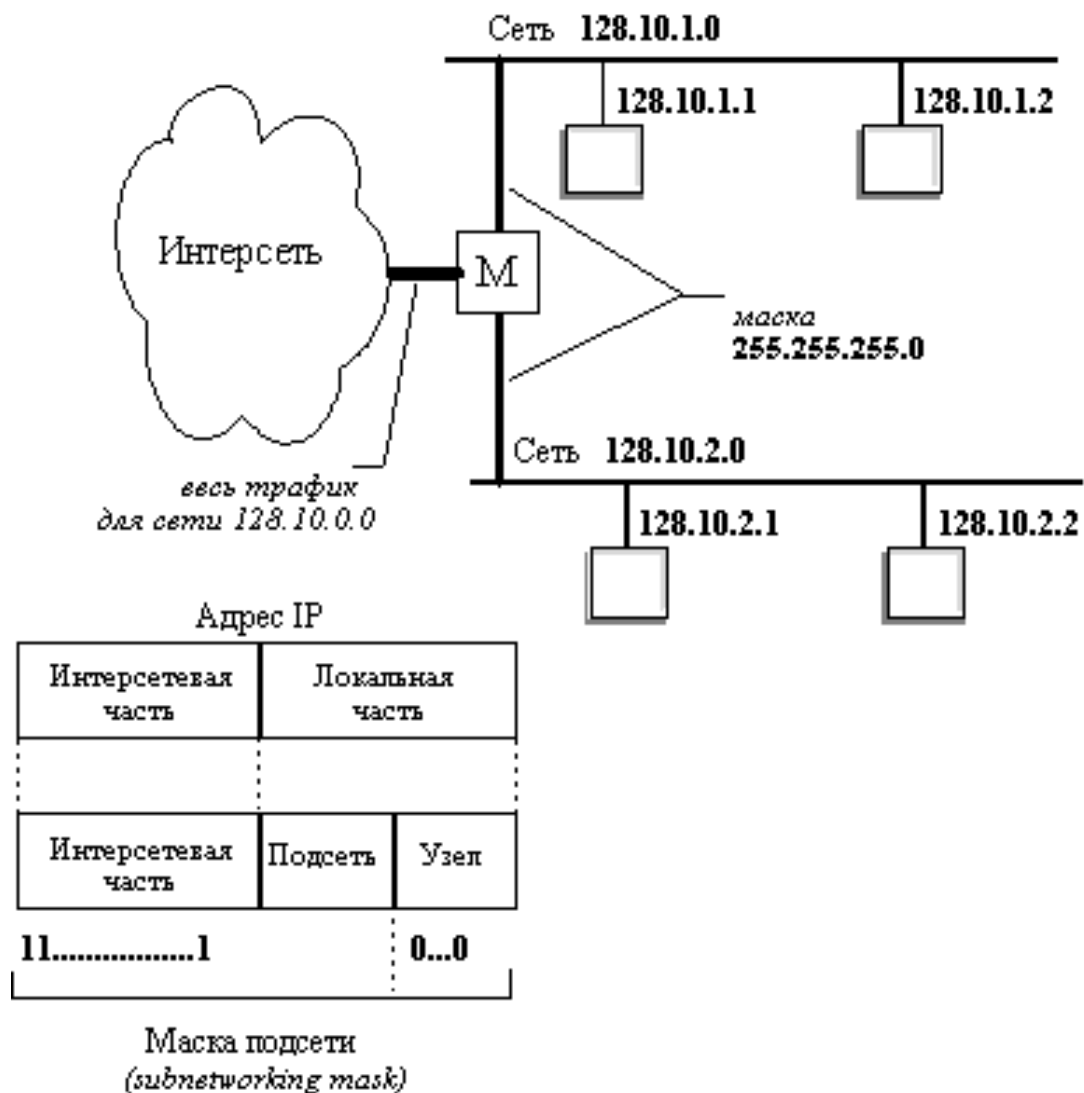
# Маска подсети

Класс адресов	Биты, используемые для маски подсети	Десятичная запись с точками
Класс А	11111111 00000000 00000000 00000000	255.0.0.0
Класс В	11111111 11111111 00000000 00000000	255.255.0.0
Класс С	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255.0

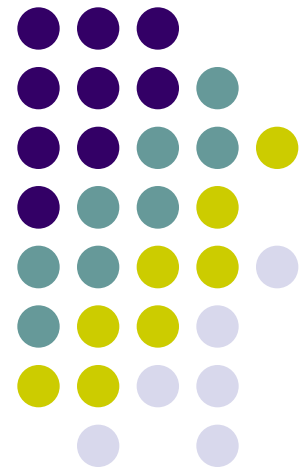
## Пример для класса В

IP-адрес	131.107.	16.200
Маска подсети	255.255.	0.0
Идентификатор сети	131.107.	y.z
Идентификатор узла	w.x.	16.200

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАСОК ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАНИЯ СЕТИ

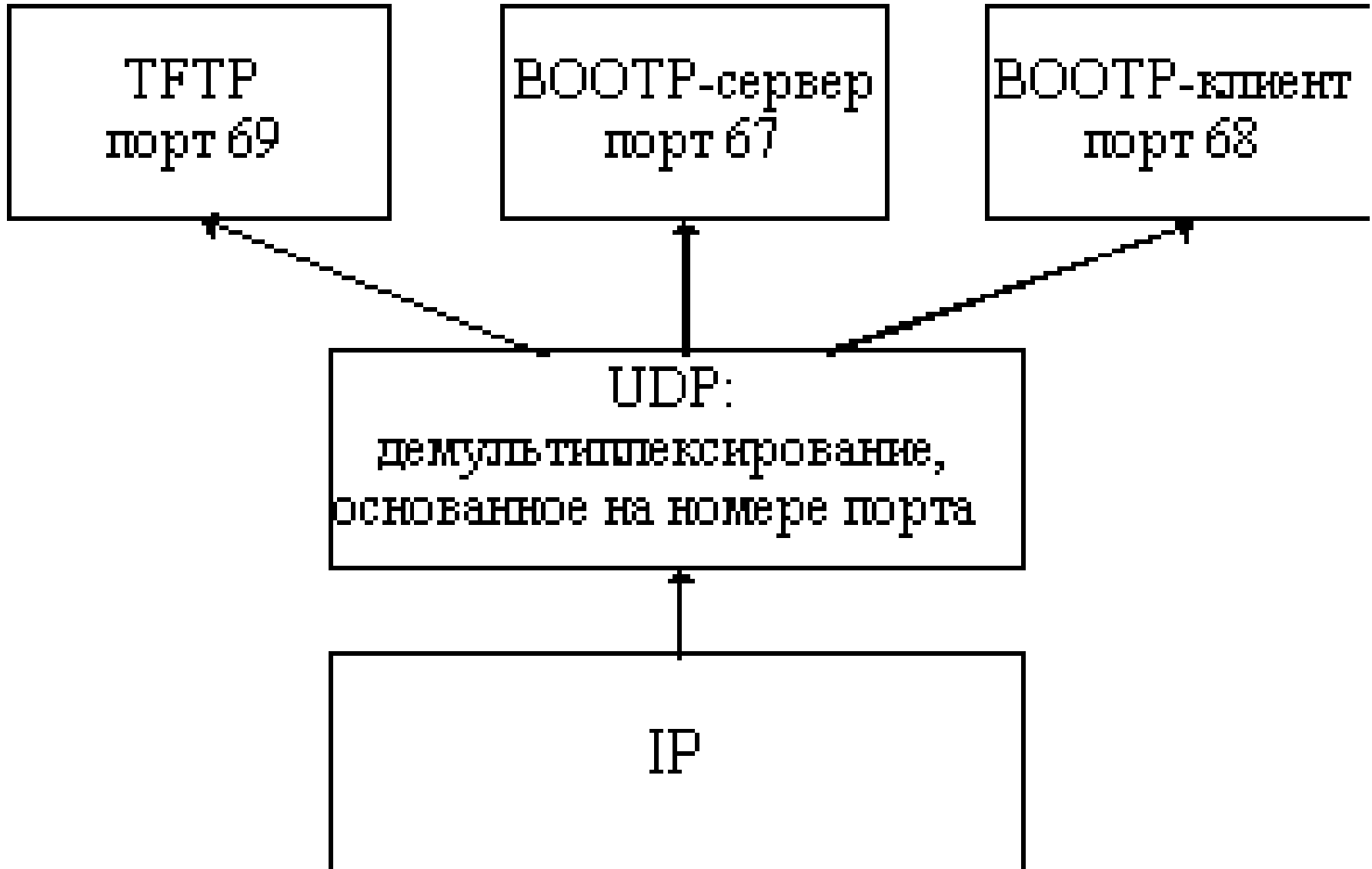


# Конец

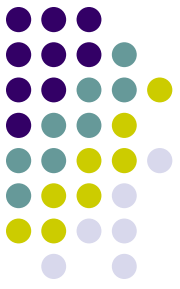




# UDP User Datagram Protocol



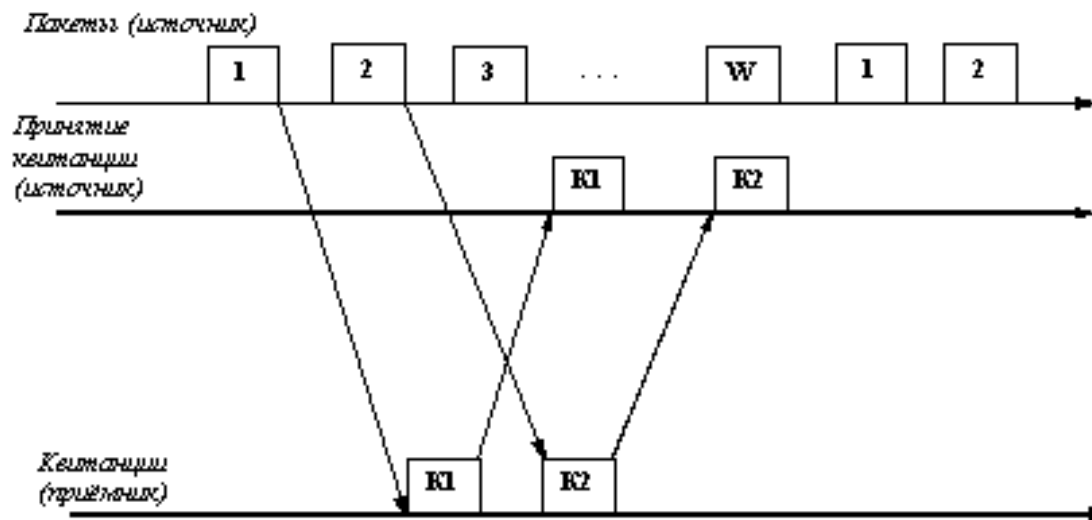
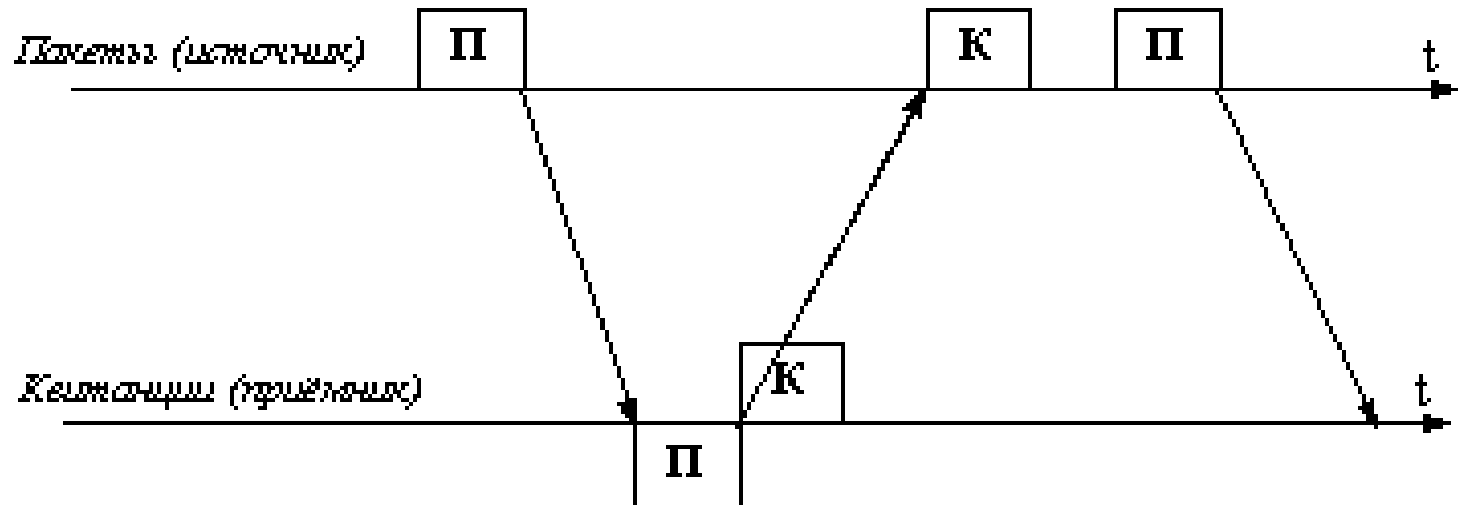
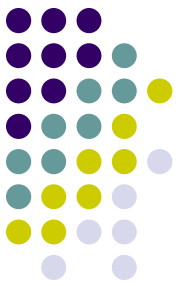




# UDP-пакет

- UDP source port - номер порта процесса-отправителя,
- UDP destination port - номер порта процесса-получателя,
- UDP message length - длина UDP-пакета в байтах,
- UDP checksum - контрольная сумма UDP-пакета

# TCP Transmission Control Protocol





# Формат сообщений TCP

- Порт источника SOURCE PORT
- Порт назначения DESTINATION PORT
- Последовательный номер SEQUENCE NUMBER
- Подтвержденный номер ACKNOWLEDGEMENT NUMBER
- Длина заголовка HLEN
- Резерв RESERVED
- Кодовые биты CODE BITS
- Окно WINDOW
- Контрольная сумма CHECKSUM
- Указатель срочности URGENT POINTER
- Опции OPTIONS
- Заполнитель PADDING