

- **Системы ввода, вывода и хранения информации**
- **Артемьев Борис Викторович**
- **Email: iu4@artemiev.su**
- **15 лекций**
- **8 семинаров**
- **Рубежный контроль на 9 неделе**
- **ДЗ на 13 неделе (Реферат ~25 стр.)**

- **Экзамен автоматом !!!**
- Рубежная контрольная – **зачет**
- Реферат + презентация (7 мин) на семинаре после 13 ноября до 13 декабря
- Срок сдачи до 14 ноября
- Посещение > 10 лекций

• **Правила оформления рефератов**

- Рефераты представляются в электронном виде (doc, pdf) объемом 25 стр. формата А4, шрифт Times New Roman, кегель 12, поля 2 см со всех сторон, межстрочный интервал полуторный. Название заглавными буквами, через два интервала фамилии и инициалы автора, группа - центрировать по центру, отступа первой строки нет.
- Структура текста реферата: оглавление, список сокращений, введение, постановка задачи, дискуссия, основные результаты, выводы.
- Иллюстрации выполняются с учетом последующего воспроизведения на экране, возможно использование gif и flash анимации.
Файл с рефератом называть по фамилии и инициалам автора + № версии.
- **Пример: [ivanov_B_V_1.doc](#)**
- **Высылать на адрес iu4@artemiev.su**

Структура реферата

- Титульный лист
- Оглавление
- Список сокращений
- Введение
- Тема ~25 стр.
- **Выводы**
- *Приложения*

Определение

оборудование, обеспечивающее работу ядра вычислительной системы с внешними источниками и потребителями информации. Для этого УВВиХИ обеспечивают согласование информационных и физических характеристик внешних объектов с используемыми в ЭВС.

• УВВ и ХИ

- Предназначены для ввода-вывода данных в ЭВС, пересылки данных, их хранения. В перечень, именуемых также внешними устройствами, входит большое количество различных цифровых и цифроаналоговых приборов и устройств. Их характерной особенностью является независимость от ЦП. Они имеют собственное управление и функционируют по командам последнего. Имеют режим прямого доступа к памяти (DMA). С функциональной точки зрения УВВиХИ, подключаемые к современным компьютерам, можно разделить на следующие категории ->

ЦП



Устройства хранения

Устройство ввода информации

Устройства вывода информации

ИНТЕРФЕЙСЫ

Устройства передачи данных

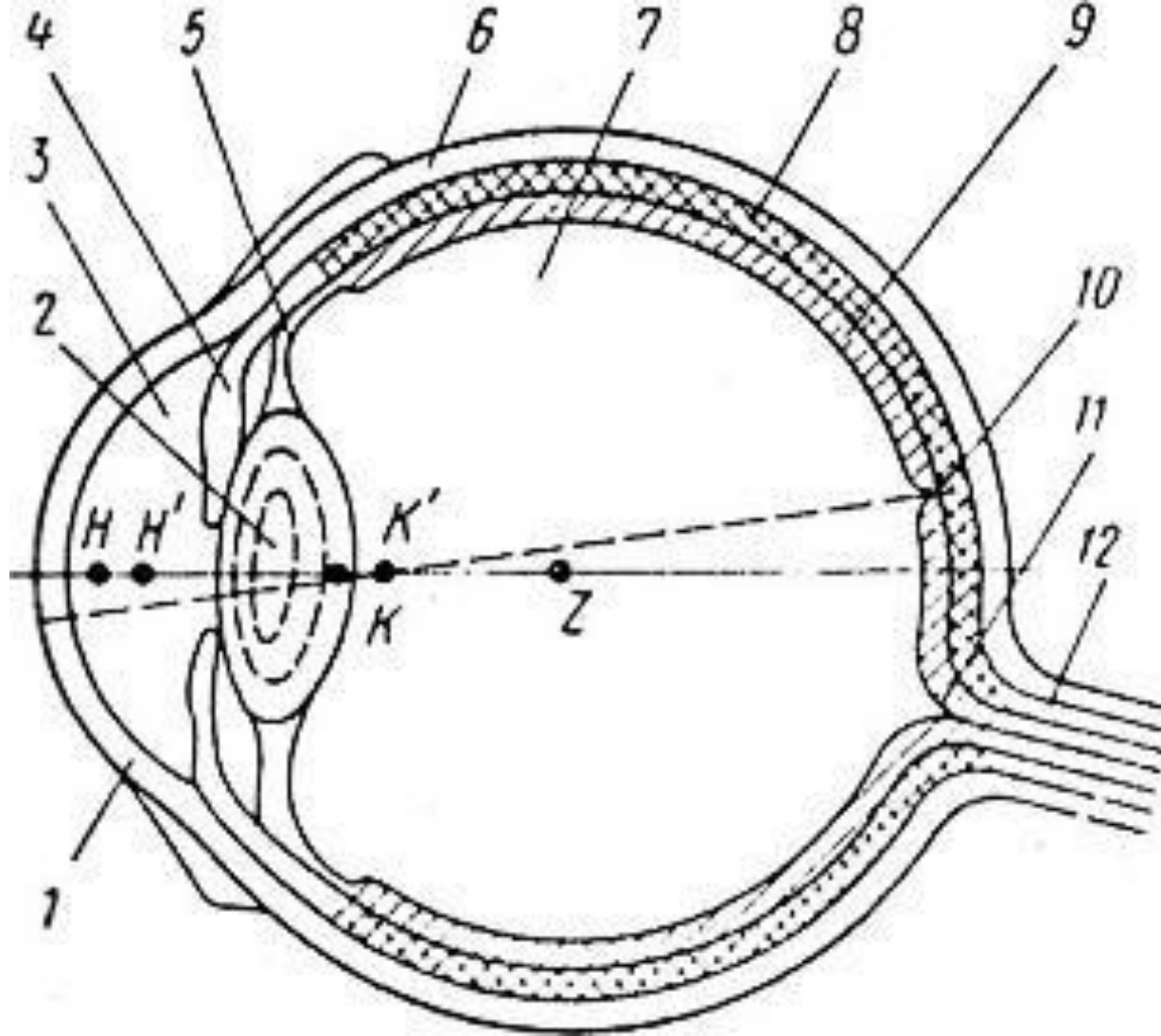
Устройства хранения информации емкость скорость чт\зап время хранения алгоритм доступа	Устройство ввода информации производительность Тип вводимой инф Динамич. диап.	Устройство вывода информации производительн. Разрешение (цвет, геом) Динамич. диап.	Комбинированные устройства
магнитные диски оптические диски (магнитооптические) CD, DVD, BD стримеры, флешпамять, SSD диски	Клавиатура Мыши Джойстик Джитайзер Сканеры (планш., барабан., ручные, спец. (штрих.)) АЦП, счетчики, датчики	Экран Принтер Плоттер Проектор Табло ЦАПы УВ диск. Инф.	Фотоаппараты, аудио, видеоплееры - каждый хранит, записывает, выводит, преобразует

Иллюзии или реальность



- Интерфейсы **ввода** информации
- Интерфейсы **вывода** информации

Глаз человека



Параметры

Фокусное расстояние
- $f = 22,8$ мм

Относительное
отверстие от 1:15 до
1:2.8

Межзрачковое
расстояние ~ 65 мм

Поле зрения глаза – 150° (гор.) x 125° (верт.)

Поле резкого видения - 2°

Поле опознавания - 30° (гор.) x 22° (верт.)

Основные свойства глаза.

Аккомодация - способность глаза резко видеть предметы , находящиеся от него на различных расстояниях, за счет

Адаптация - свойство глаза приспособливаться к различным яркостям ($2 \cdot 10^{-6}$ - $2 \cdot 10^5$ кд/м²)

Основные механизмы адаптации:

Яркость объектов меньше 1 кд/м² - ночное зрение (работают только палочки),

Яркость объектов меньше 10 кд/м² - сумеречное зрение (работают и палочки и колбочки);

Яркость объектов больше 10 кд/м² - дневное зрение (работают только колбочки);

Зрачковый рефлекс - рефлекторное изменение диаметра зрачка глаза при изменении яркости рассматриваемых объектов (15-8 мм);

Пороговый контраст - наименьший контраст, воспринимаемый глазом (зависит от яркости объекта):

$L=1$ кд/м² $K_{пор}=15\%$

$L=100-350$ кд/м² $K_{пор}=2\%$

Контрастная чувствительность - величина обратная пороговому контрасту.

Разрешающая способность глаза - свойство глаза отдельно видеть два близко расположенных предмета. *Острота зрения* - величина обратная предельному углу разрешения.

Предельный угол разрешения зависит от яркости и контраста наблюдаемых объектов

$$\Psi_{гр} [\text{угл. мин}] = \frac{0.44 + 0.63L^{-0.42}}{(k - 0.02)^{2/3}},$$

где L [кд/м²]-яркость объекта, k - контраст объекта.

Конвергенция - схождение оптических осей правого и левого глаза к рассматриваемому объекту. Максимальный угол конвергенции примерно 32°.

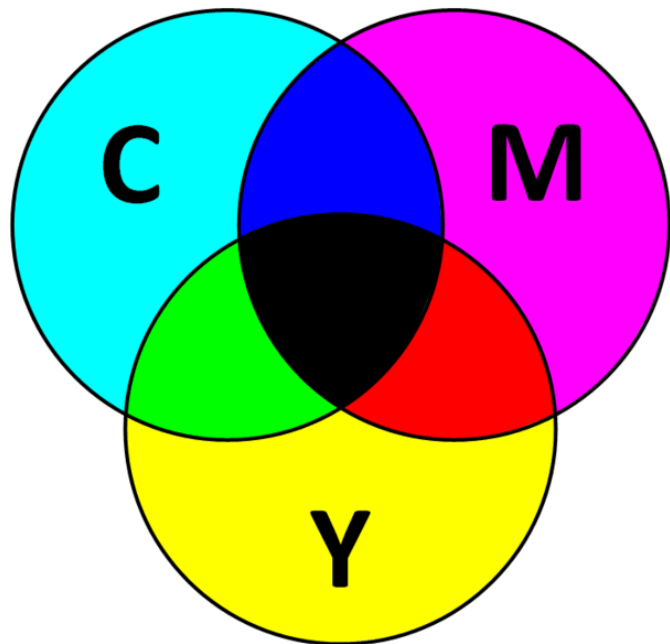
Бинокулярное зрение - способность человека создавать единый зрительный образ при наблюдении одновременно обоими глазами.

Стереоскопический эффект - способность человека формировать трехмерный объемный образ объектной картины по двум плоским изображениям на сетчатках правого и левого глаза.

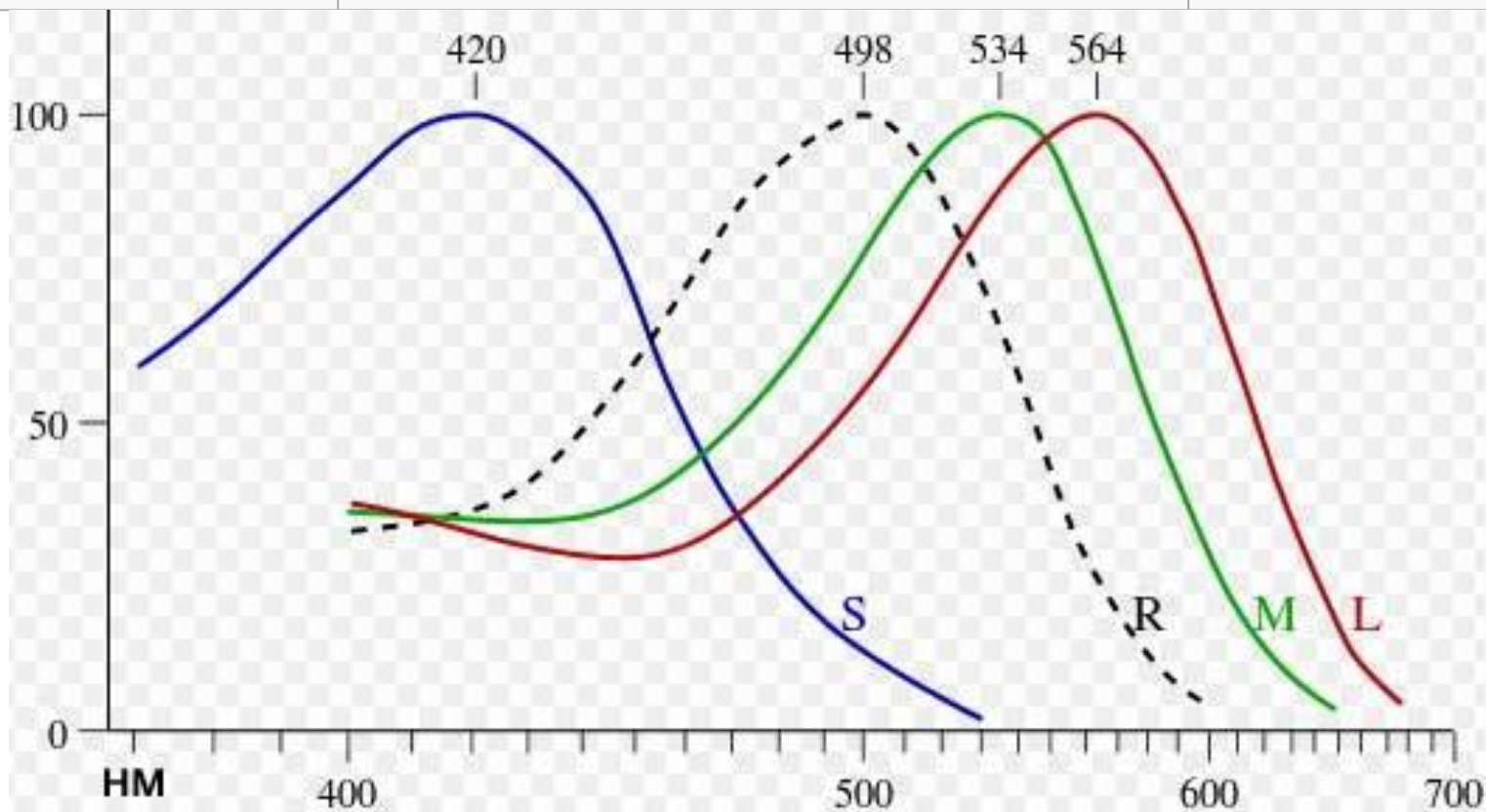
• Контроль зрения

- **Бинокулярность** – формирование в единый образ информации от двух глаз
- Наличие глубинного зрения проверяется путём предъявления силуэтных изображений
- **Стереоскопического** — случайно-точечных стереограмм, которые должны вызывать у наблюдателя специфическое восприятие расстояния, отличающееся от впечатления основанного на монокулярных признаках.
- **Острота зрения** - способность глаза воспринимать *раздельно* две точки, расположенные друг от друга на некотором расстоянии ($1'$)
- **Диапазон яркостей** для глаза от 10^{-6} кд·м⁻² (адаптированного к темноте), до 10^6 кд·м⁻² (адаптированного к свету).

Светочувствительные клетки сетчатки (фоторецепторы) бывают двух типов: палочки и колбочки первые отвечают только за восприятие света (играя ведущую роль при ночном зрении), а вторые — также и за различение цветов (преобладая при дневном зрении). Светочувствительный пигмент палочек — родопсин — способен реагировать на крайне малые количества лучистой энергии (распад под действием падающего света уже 6—10 его молекул воспринимается как слабая вспышка).



Тип колбочек	Воспринимаемые длины волн	Максимум чувствительности
S	400—500 нм	420—440 нм
M	450—630 нм	534—555 нм
L	500—700 нм	564—580 нм



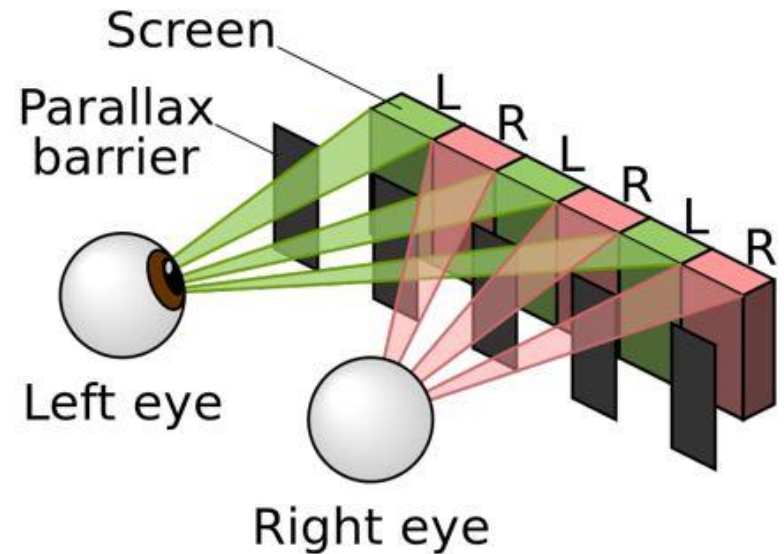
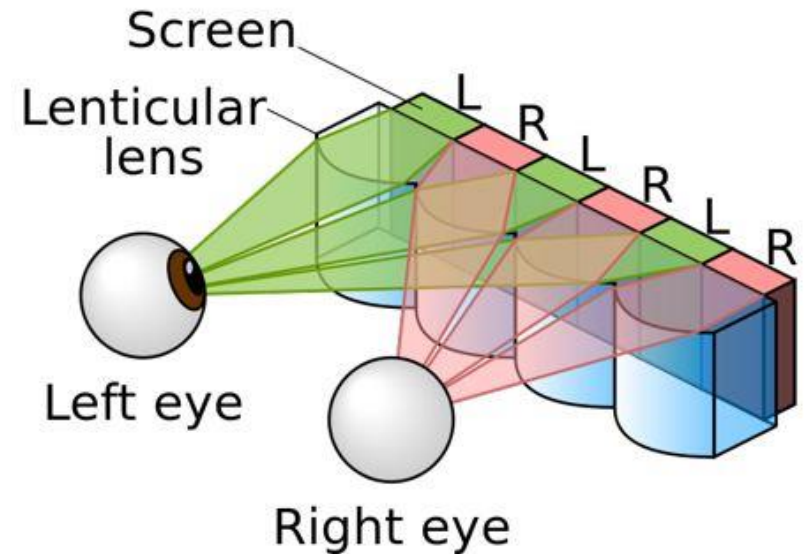
Затраты энергии ?

Стереоскопический эффект

Способность человека формировать трехмерный объемный образ объектной картины по двум плоским изображениям на сетчатках правого и левого глаза.

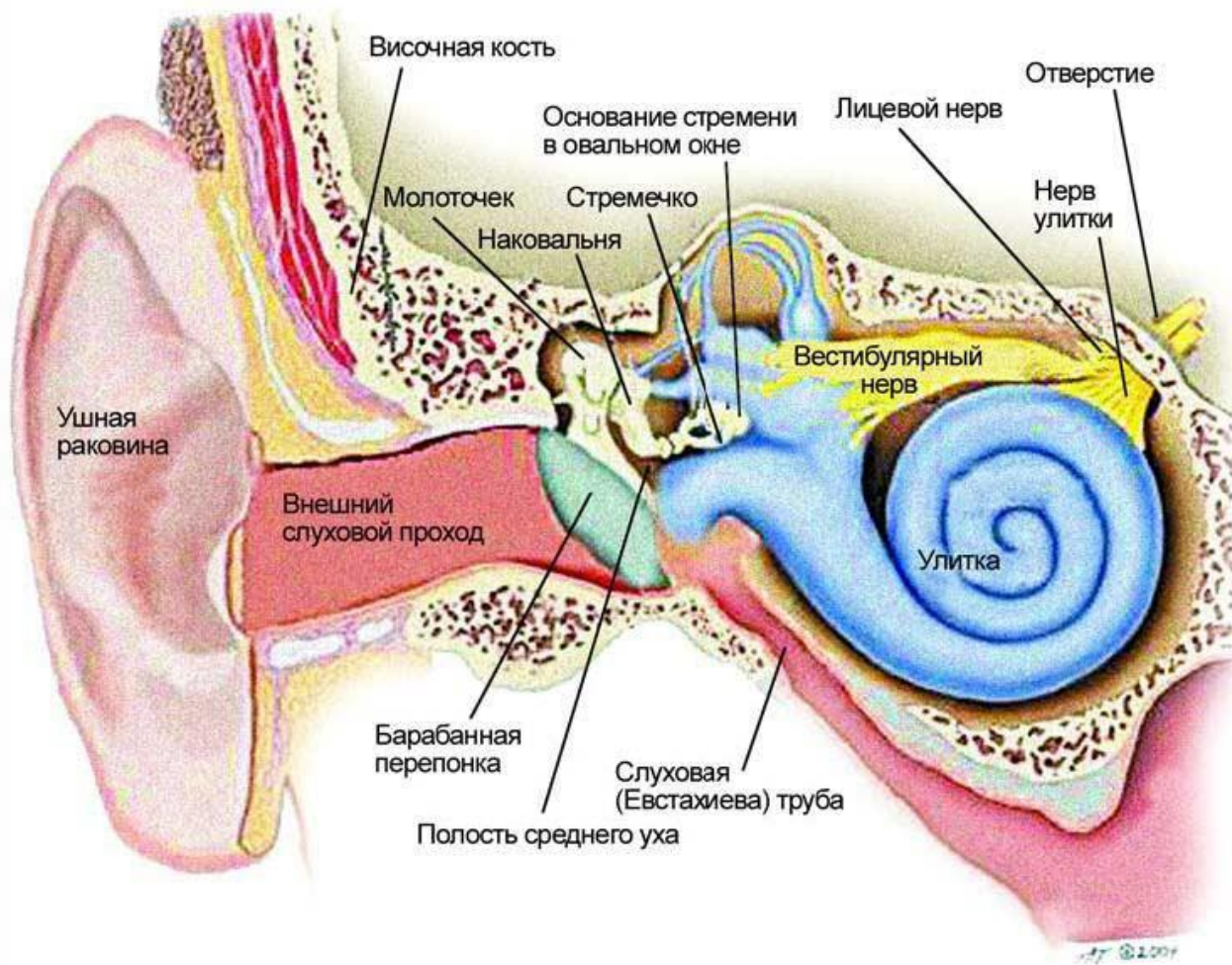
- Поляризационный эффект
- Чередование изображений во времени

и ----->



Ухо человека

орган предназначенный для восприятия звуковых колебаний и отвечающий за ориентацию в пространстве и способность удерживать равновесие. Ухо - парный орган, который размещается в височных костях

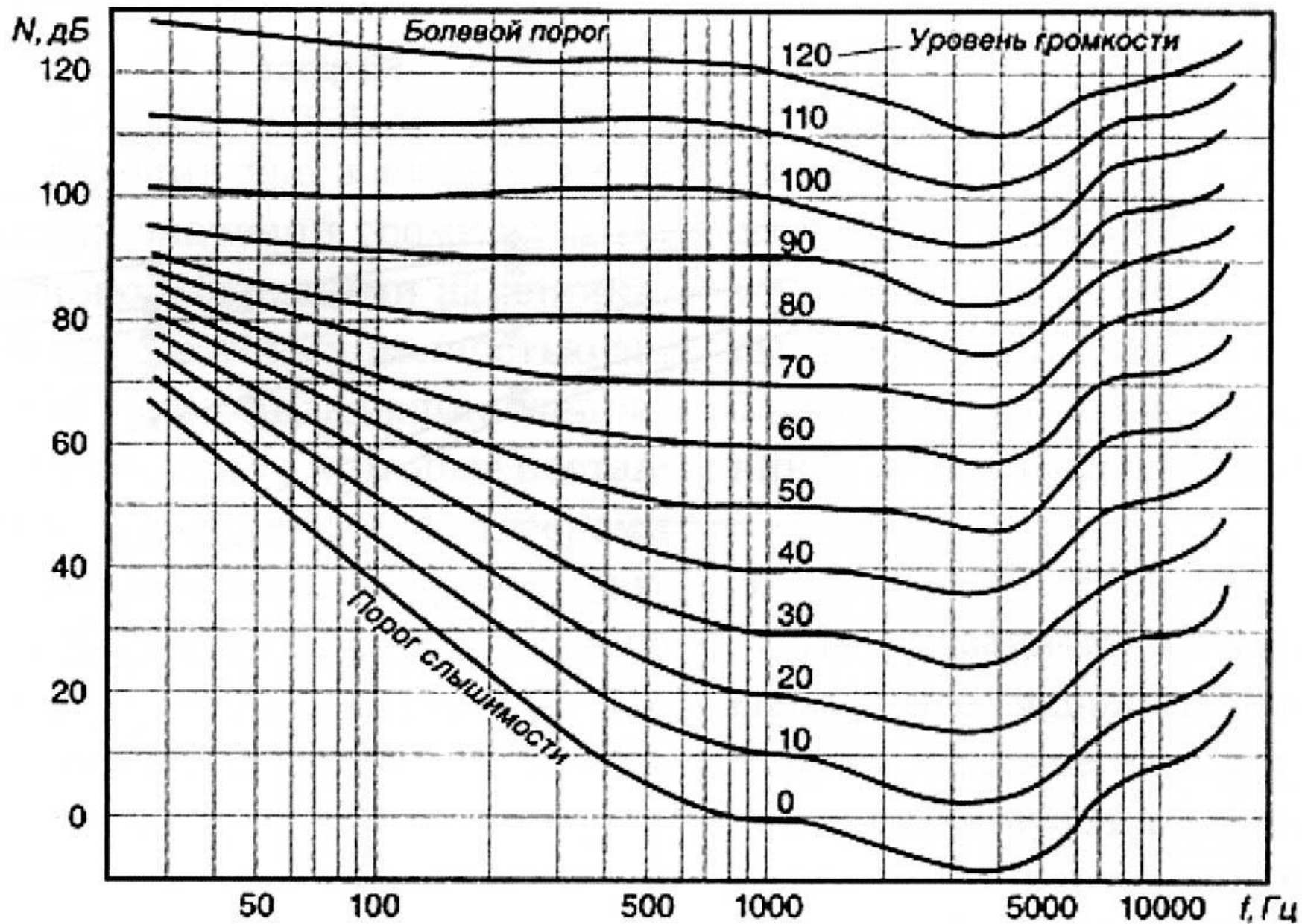


Человек воспринимает звуковые волны частотой от 16 до 20 000 Гц ,



Уровень звукового давления N
измеряется по относительной шкале.
Значение звукового давления,
отнесённое к порогу слышимости на 1 кГц
~ 20 мкПа

$$N = 20 \lg (p / 20 \text{ мкПа}) \text{ дБ}$$



- **маскировка по времени прихода звука:**

- одновременное
- неодновременное

По типу маскирующего и маскируемого звуков:

- чистого тона чистым тоном различной частоты
- чистого тона шумом
- речи монотонным шумом
- речи импульсными звуками и т. п.

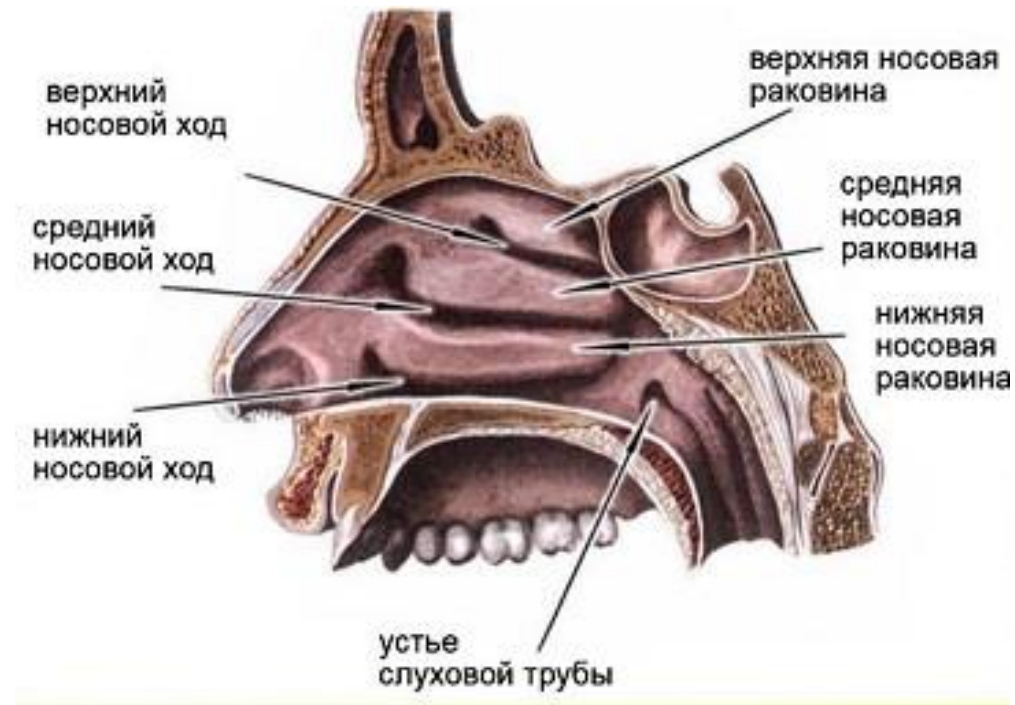
Чем ближе частота маскируемого звука к частоте маскирующего, тем сильнее он будет скрываться.

Низкочастотный звук маскирует высокочастотный

- Время маскировки зависит от частоты и амплитуды сигнала и может достигать >10 мс.
- Человек может слышать звуки в низкочастотной области, хотя этих звуков не было! Колебания мембраны в ухе не линейны и в ней могут возникать колебания с разностной частотой между двумя более высокочастотными.

Шепот, шелест листьев	20...30
Тихая речь. Шум улицы ночью	30...40
Разговорная речь. Обычное учреждение	40...60
Громкая речь. Кашель. Шум улицы днем	60...70
Оркестр. Шум автомобиля	70...80
Крик. Шум поезда, мотоцикла	80...90
Водопад Ниагара. Шумный фабричный цех	90...100
Шум авиационного мотора. Орудийный выстрел	100...120
Шум реактивного двигателя	120...140

- Нос - орган обоняния млекопитающих играют в их жизни весьма важную роль;
- По степени развития обонятельной функции млекопитающие подразделяются на две группы:
макросматиков с исключительно острым обонянием (большинство млекопитающих)
микросматиков с умеренно развитым обонянием (приматы, китообразные).
- Самый мощный стимулятор ассоциативного мышления

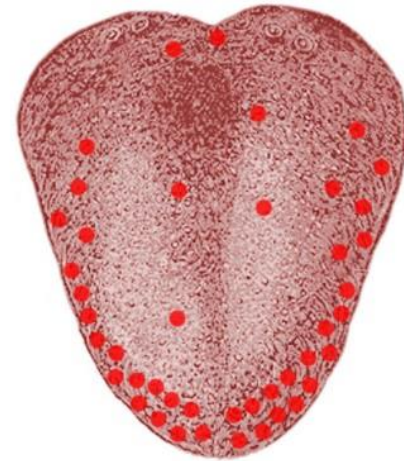


- Обонятельная система человека состоит из рецепторных клеток. Аксоны рецепторов образуют обонятельный нерв, пронизывающий основание черепа и вступающий в обонятельную луковицу. Обонятельные клетки постоянно обновляются и живут около 2 месяцев.
- При попадании пахучих веществ в слизь эти вещества на короткое время связываются с обонятельными рецепторными белками, что в итоге приводит к импульсному разряду в аксоне рецептора.

Органы вкуса

- млекопитающих представлены вкусовыми сосочками, которые расположены на слизистых оболочках языка и мягкого нёба и содержат рецепторы вкуса. Система восприятия вкусовых ощущений у млекопитающих — **четырёхкомпонентная**, причём первичными вкусами являются:

- сладкий,
- солёный,
- кислый
- горький.



- Соответствующие рецепторы распределяются по поверхности языка неравномерно: **сладкий** и **солёный** вкус воспринимаются преимущественно кончиком языка, **кислый** — его боками, **горький** — средней частью спинки языка.

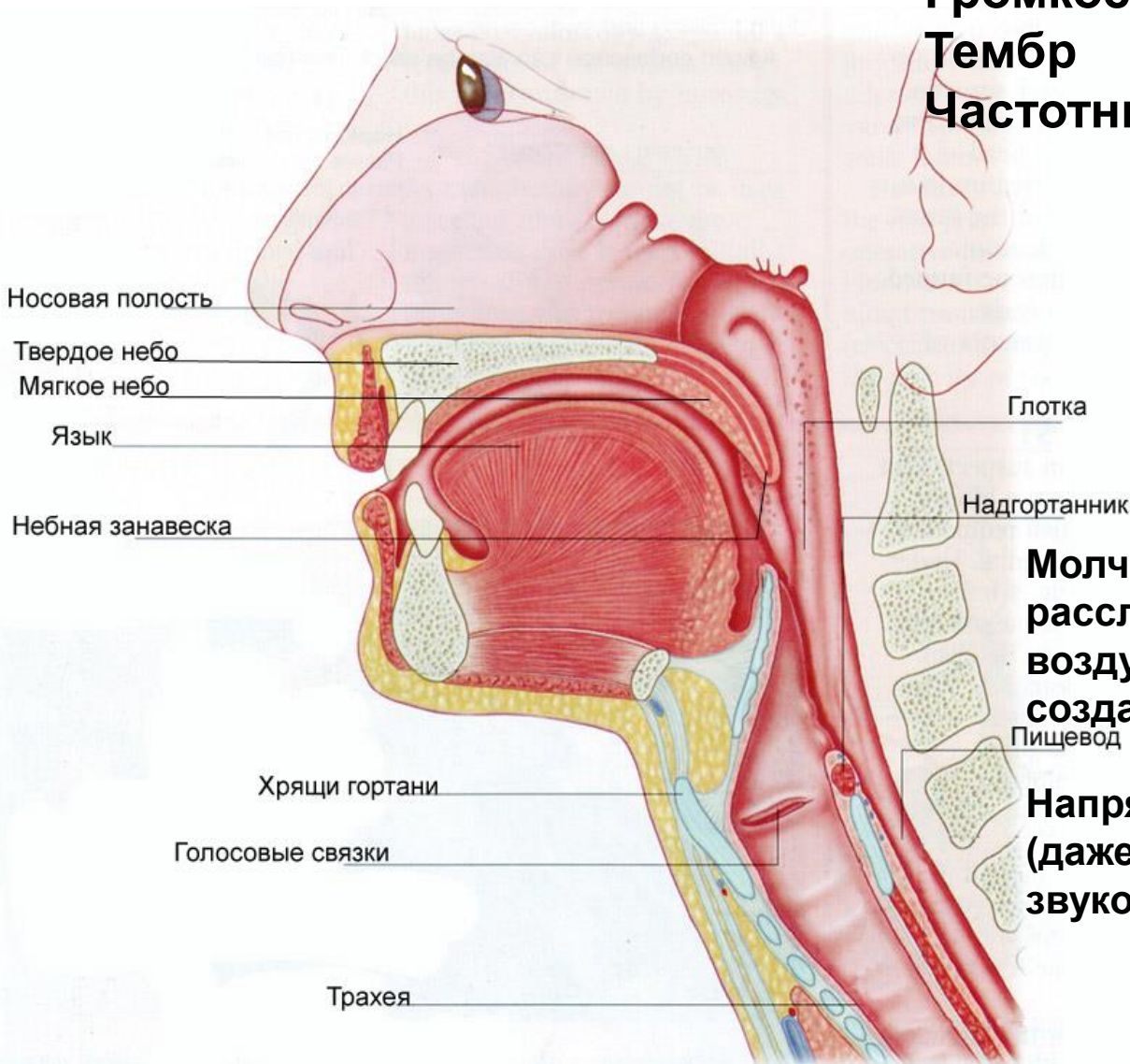
- Интерфейсы вывода информации

• Голосовой аппарат человека

Громкость (амплитуда)

Тембр

Частотный диапазон 44 - 2300 Гц



Молчание – голосовые связки расслаблены, треугольная щель, воздух из легких проходит не создавая колебаний.

Напряжение связок и закрытие щели (даже частичное) ведет к появлению звуковых колебаний.

Система "оператор - ЭВМ"

- Емкость памяти человека порядка **10^9 бит** (подсчет проводился по количеству нейронов. К сожалению, при жизни человеком не используется большая часть памяти). Для сравнения - количество информации книжного фонда Государственной библиотеки РФ около 47,2 млн уч. ед. **$\sim 10^{16}$ бит.**
- Кратковременная память обладает очень малой емкостью, около **3 байт**, и за короткий период наблюдения человек может запомнить и повторить названия всего от пяти до девяти объектов (так называемое "магическое число" инженерной психологии).
- Скорость восприятия оператором внешней информации весьма низка. Порядка 70% информации человек воспринимает зрительными органами, причем пропускная способность сетчатки глаза равна **10^7 бит/с.** Казалось бы, это достаточно высокие значения, но исследования показали, что максимальное число одновременно воспринимаемых предметов равно пяти - девяти у разных операторов. Поэтому реальная средняя скорость восприятия зрительной информации оценивается в **25 бит/с.**

Система "оператор - ЭВМ"

- Пропускная способность операторов при работе за дисплеем зависит и от типа решаемых задач. средние значения параметров "рабочих характеристик" оператора, собранные опытным путем:
- **при чтении "про себя" - 45 бит/с,**
- **при громком чтении - 30 бит/с,**
- **корректорская работа - 18 бит/с,**
- **набор на клавиатуре - 16 бит/с.**

- Скорость вывода звуковой информации не должна превышать **1,2 бит/с**, иначе она плохо воспринимается человеком. Правда, эта скорость может быть несколько повышена при восприятии связанной речи, что определяется лексической, лингвистической и грамматической особенностями построения речевых сообщений.
- Такая низкая скорость восприятия информации человеком объясняется малой скоростью распространения возбуждения вдоль волокон нервной системы, составляющей **100 - 150 м/с**. (сигнал в меди $\sim 2/3$ с с) Скорость обработки информации ЭВМ определяется скоростью протекания электронных процессов в элементах, блоках и устройствах ЭВС и скоростью передачи информации, которые несоизмеримо выше скорости восприятия человеком информации, ее обдумывания и выдачи реакции на нее.

- Совершенствование **устройств** с целью обеспечения удобства работы оператора (речевой ввод-вывод информации, объемные изображения, полуавтоматические и автоматические устройства ввода-вывода), а также организация режима с разделением времени призваны согласовывать быстродействия операторов и ЭВМ для достижения максимальной эффективности использования ЭВС.

Контрольные вопросы

- Перечислите основные устройства ЭВС.
- Для чего предназначены?
- Интерфейсы человека для ввода информации?
- Интерфейсы человека для вывода информации?
- Назовите группы, на которые подразделяются ПУ по назначению.
- Какие параметры ВС с разделением времени ограничивают число ПУ и соответственно операторов? Зависит ли это от квалификации операторов?
- Какие эргономические параметры человека-оператора при работе с ПУ сказываются на эффективности функционирования ВС?
- Каким образом совершенствование ПУ позволит повысить эффективность использования ЭВС?

- Перечислите основные параметры человеческого зрения.
- Назовите основные параметры человеческого слуха.
- Каким образом размер азбуки влияет на скорость восприятия информации?
- Назовите информационные, частотные и энергетические параметры человеческой речи.
- Чем же обусловлено малое по сравнению с ЭВМ быстродействие человека-оператора?
- Назовите нерешенных до конца проблемы периферийных устройств (ПУ).
- Перспективные интерфейсы ЧЕЛОВЕК-ЭВМ

Open Systems Interconnection (OSI)

109 стан – 37 - ISO/IEC 7498-1:1994 Basic Reference Model:
The Basic Model

Международная программа стандартизации обмена данными между компьютерными системами различных производителей.

Open Systems Interconnection reference model

Семиуровневая (физический, канальный, сетевой, транспортный, сеансовый, представления, прикладной) модель стандартной сетевой архитектуры, разработанная Международным комитетом по стандартизации (ISO).

Модель OSI является базой для определения стандартов сетевых протоколов, благодаря чему совместимые с этой моделью устройства могут надежно взаимодействовать друг с другом. В модели OSI каждый уровень выполняет часть сетевых функций, используя сервис нижележащего уровня и предоставляя свои услуги вышележащему.

- **Уровень приложения (Application)** - интерфейс с прикладными процессами.
- **Уровень представления (Presentation)** - согласование представления (форматов, кодировок) данных прикладных процессов.
- **Сеансовый уровень (Session)** - установление, поддержка и закрытие логического сеанса связи между удаленными процессами.
- **Транспортный уровень (Transport)** - обеспечение безошибочного сквозного обмена потоками данных между процессами во время сеанса.
- **Сетевой уровень (Network)** - фрагментация и сборка передаваемых транспортным уровнем данных, маршрутизация и продвижение их по сети от компьютера-отправителя до компьютера-получателя.
- **Канальный уровень (Data Link)** - управление каналом передачи данных, управление доступом к среде передачи, передача данных по каналу, обнаружение ошибок в канале и их коррекция.
- **Физический уровень (Physical)** - физический интерфейс с каналом передачи данных, представление данных в виде физических сигналов и их кодирование (модуляция).

- **Инкапсуляция и обработка пакетов**

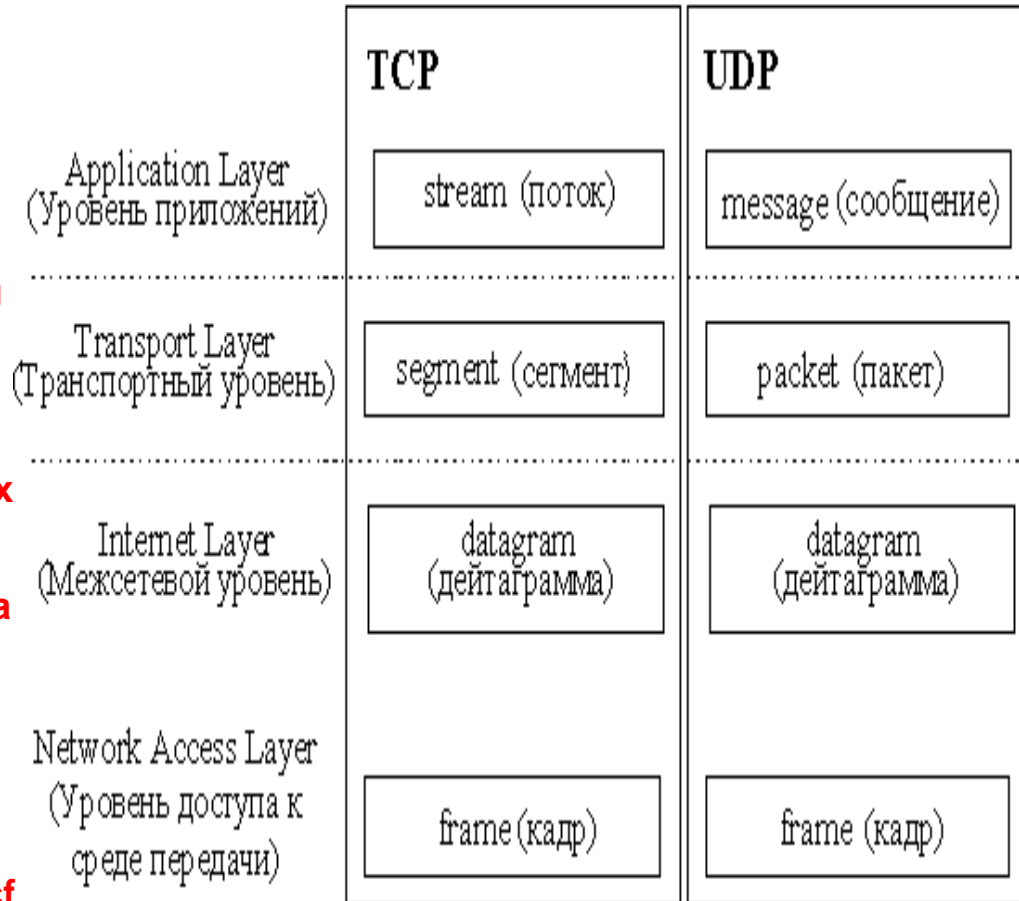
При продвижении пакета данных по уровням сверху вниз каждый новый уровень добавляет к пакету свою служебную информацию в виде заголовка и, возможно, трейлера (информации, помещаемой в конец сообщения). Эта операция называется инкапсуляцией данных верхнего уровня в пакете нижнего уровня. Служебная информация предназначена для объекта того же уровня на удаленном компьютере, ее формат и интерпретация определяются протоколом данного уровня

- Модель OSI предложена достаточно давно, однако протоколы, на ней основанные, используются редко, во-первых, в силу своей не всегда оправданной сложности, во-вторых, из-за существования хотя и не соответствующих строго модели OSI, но уже хорошо зарекомендовавших себя стеков протоколов (например, **TCP/IP**).
- *Поэтому модель OSI стоит рассматривать, в основном, как опорную базу для классификации и сопоставления протокольных стеков.*

МОДЕЛЬ OSI	NETBIOS/SMB	TCP/IP	IPX/SPX	OSI
прикладной	SMB	Telnet FTP SNMP	SAP	X.400 X.500 FTAM
представительный		WWW	NCP	Представительный протокол OSI
сеансовый	NetBIOS			сеансовый протокол OSI
транспортный		TCP	SPX	транспортный протокол OSI
сетевой		IP RIP OSPF	IPX RIP NLSP	ES-ES IS-IS
канальный		802.3(Ethernet), 802.5(Token Ring), FDDI, Fast Ethernet, SLIP, 100VG-AnyLAN, X.25, ATM, LAP-B, LAP-D, PPP		
физический		Коаксиал, экранированная и не экранированная витая пара, оптоволокно, радиоволны		

Протоколом называется набор правил, задающих форматы сообщений и процедуры, которые позволяют компьютерам и прикладным программам обмениваться информацией. Эти правила соблюдаются каждым компьютером в сети, в результате чего любой хост-получатель может понять отправленное ему сообщение. *Стек* протоколов TCP/IP можно рассматривать как многоуровневую структуру.

- **Стек протоколов TCP/IP (v4, v6)**
- **TCP/IP** - собирательное название для набора (стека) сетевых протоколов разных уровней, используемых в Интернет. Особенности TCP/IP:
- открытые стандарты протоколов, разрабатываемые независимо от программного и аппаратного обеспечения;
- независимость от физической среды передачи;
- система уникальной адресации;
- стандартизованные протоколы высокого уровня для распространенных пользовательских сервисов.
- **mac ФИЗИЧЕСКИЙ АДРЕС устройства** (как правило задан производителем *Media Access Control*)
- **E8 01 9D 67 54 2A**
- **Адрес IPv4 192.168.001.001 - 32 бита** (сеть А,В,С)
- **Адрес IPv6 fe80:0:0:0:200:f8ff:fe21:67cf** 128 бит



User Datagram Protocol — протокол пользовательских дейтаграмм
Transmission Control Protocol/Internet Protocol — протокол управления передачей)

Стек протоколов TCP/IP

IPv6

- Существуют различные типы адресов IPv6: одноадресные (Unicast), групповые (Anycast) и многоадресные (Multicast).
- **Unicast**. Пакет, посланный на такой адрес, достигает в точности интерфейса, который этому адресу соответствует.
- **Anycast** синтаксически неотличимы от адресов Unicast, но они адресуют группу интерфейсов. Пакет, направленный такому адресу, попадёт в ближайший (согласно метрике маршрутизатора) интерфейс. Адреса Anycast могут использоваться только маршрутизаторами.
- **Multicast** идентифицируют группу интерфейсов. Пакет, посланный на такой адрес, достигнет всех интерфейсов, привязанных к группе многоадресного вещания.
- Широковещательные адреса IPv4 (обычно xxx.xxx.xxx.255) выражаются адресами многоадресного вещания IPv6.
- Адреса разделяются двоеточиями (напр. **fe80:0:0:0:200:f8ff:fe21:67cf**). Несколько нулевых групп может быть пропущено с помощью двойного двоеточия (fe80::200:f8ff:fe21:67cf). **Пропуск единственный в адресе.**

Стек протоколов TCP/IP
делится на 4 уровня:

1. *прикладной (application)*
2. *транспортный (transport)*
3. *сетевой (internet)*
4. *уровень доступа к среде передачи (network access)*

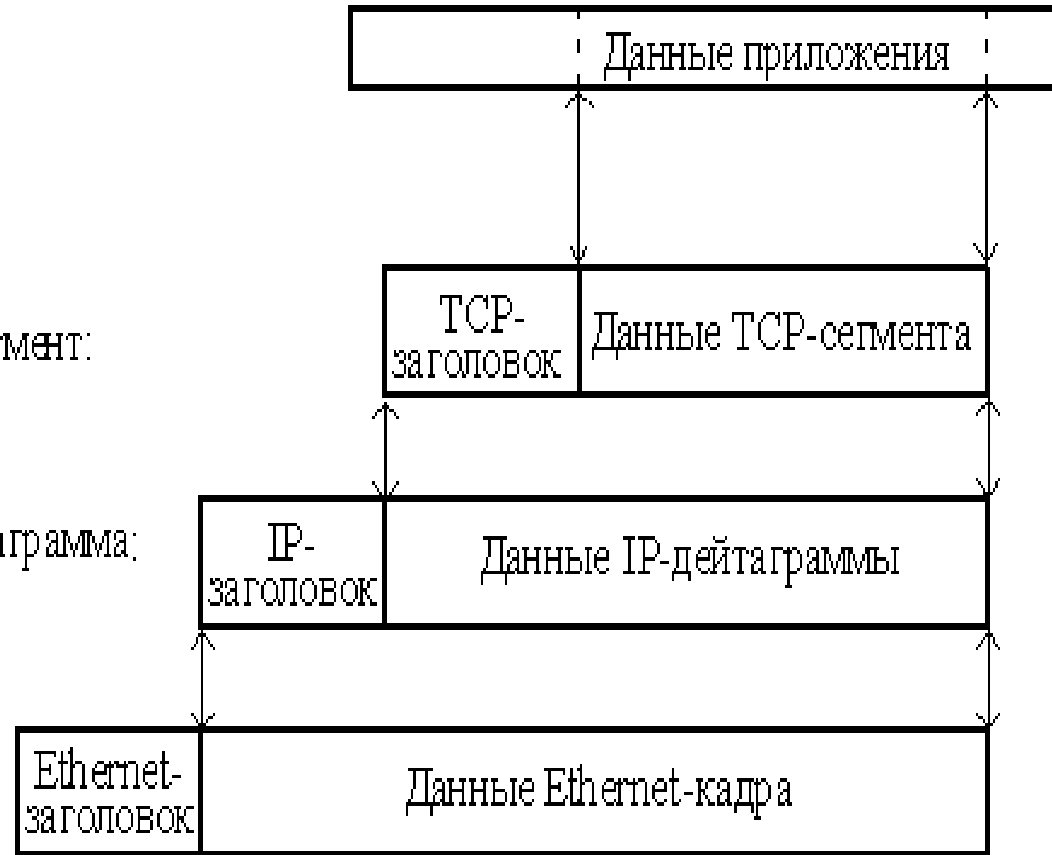
Термины, применяемые для обозначения блока передаваемых данных, различны при использовании разных протоколов транспортного уровня - TCP и UDP. Как и в модели OSI, данные более верхних уровней инкапсулируются в пакеты нижних уровней

TCP-сегмент:

IP-дейтаграмма:

Кадр

Ethernet:

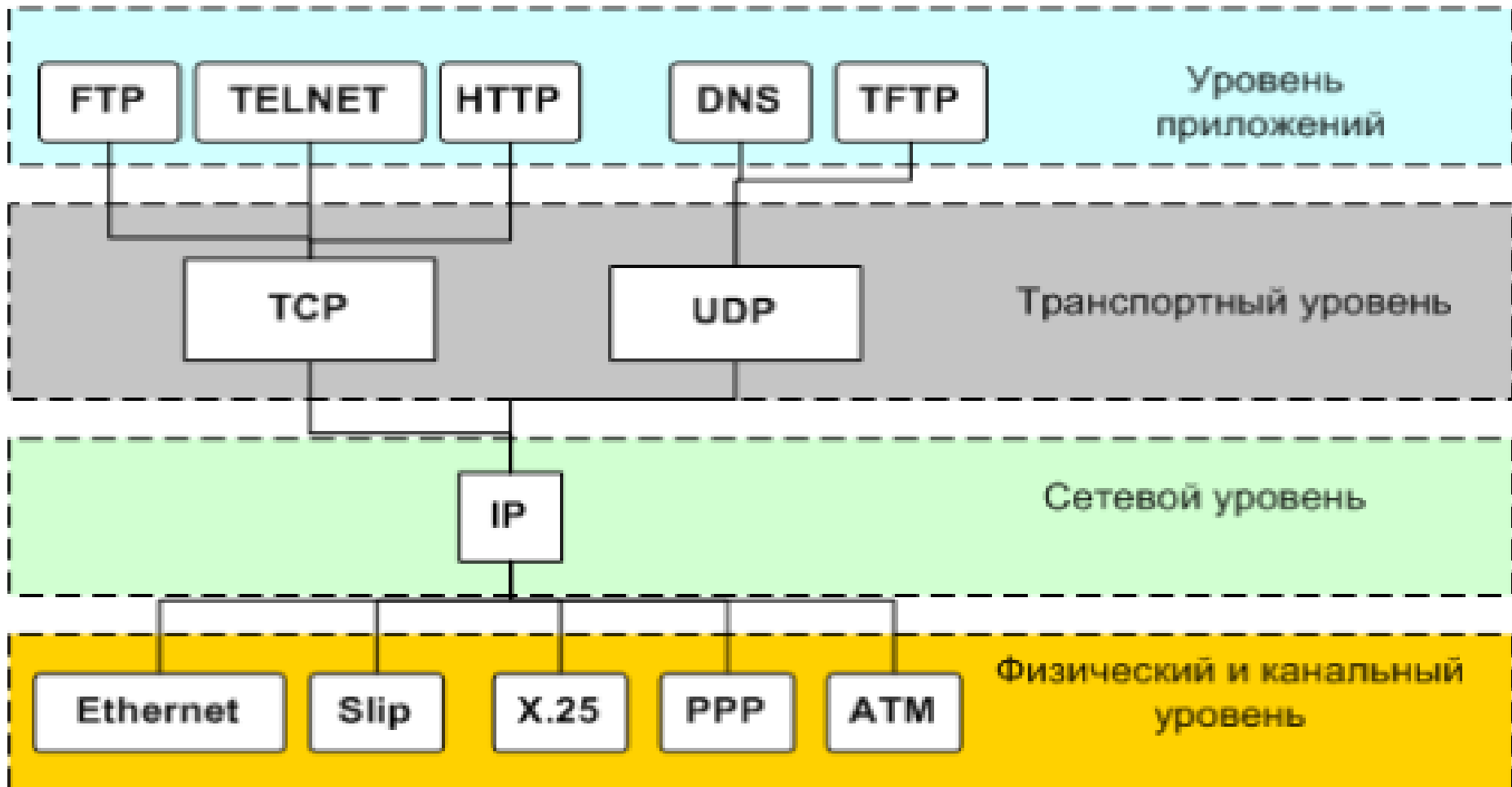


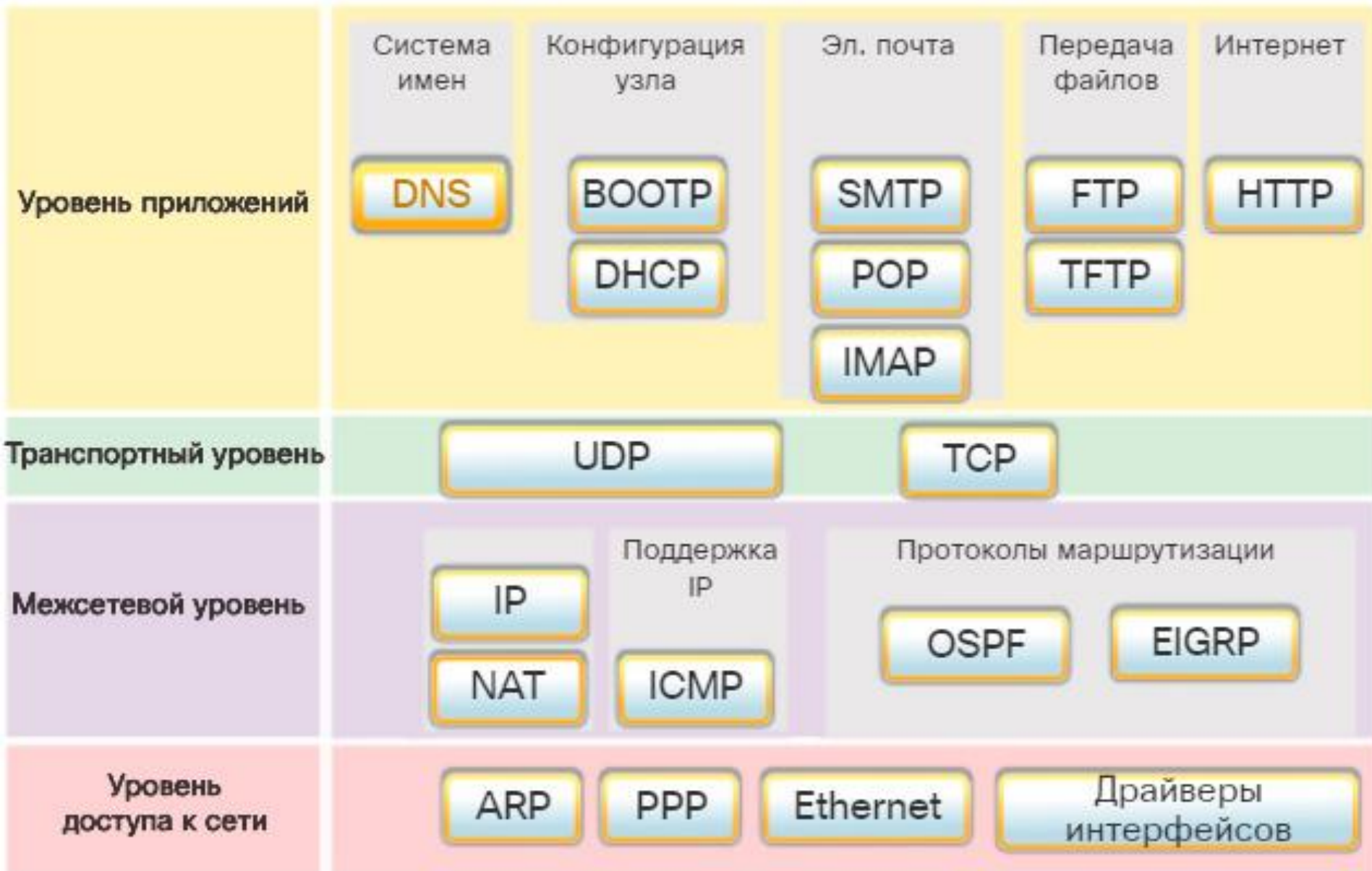
TCP, UDP, SCTP, DCCP

IP (RIP)

Ethernet, IEEE 802.11 Wireless Ethernet, SLIP, Token Ring, ATM

Стек протоколов TCP/IP

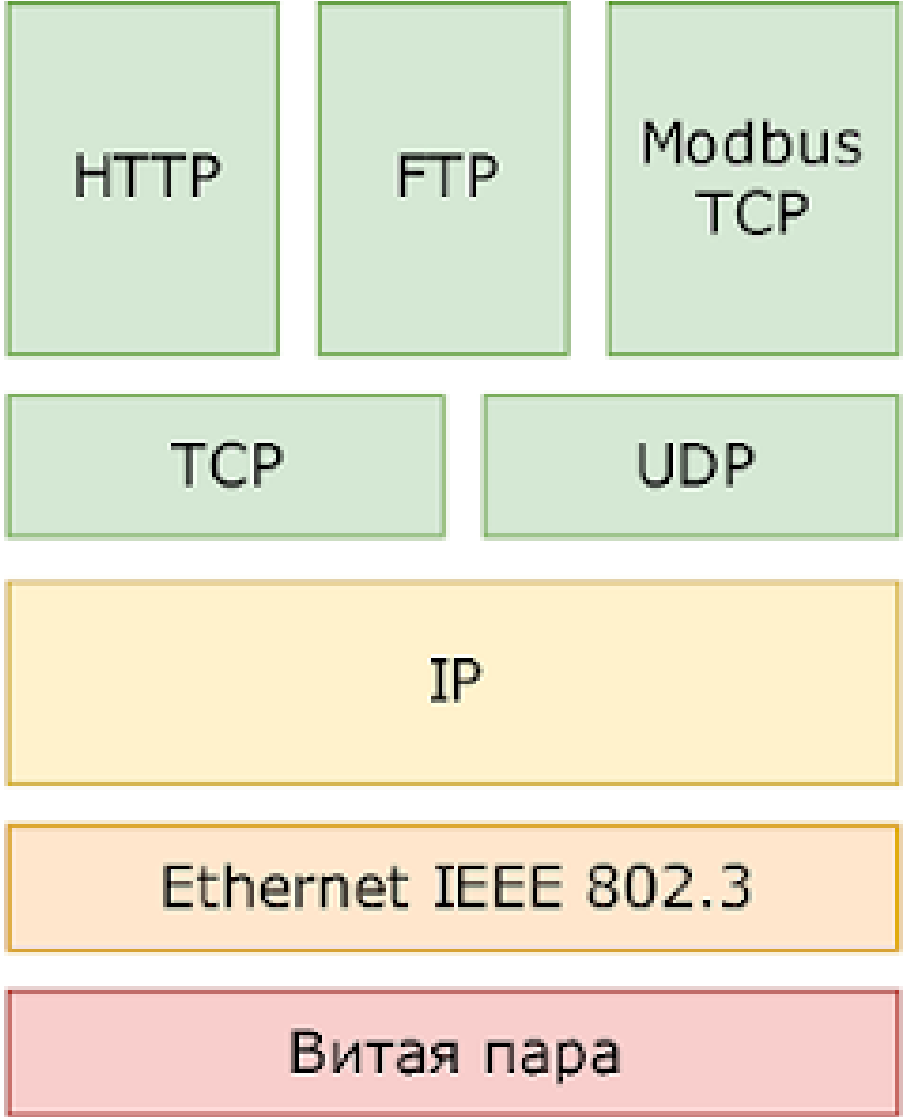




Уровни модели OSI



Набор протоколов TCP/IP



OSI



TCP/IP



Соотношение уровней стеков OSI и TCP/IP

- стек протоколов TCP/IP включает в себя четыре уровня:
 - прикладной уровень - Application layer, HTTP, FTP, DNS, SNMP
 - транспортный уровень - Transport layer, TCP, UDP
 - сетевой уровень - Internet layer, IP? RIP
 - канальный уровень - Link layer.
-
- **Уровень приложений** – прикладной (порты: 80, 20-21, 53...)
 - Приложения, работающие со стеком TCP/IP, могут также выполнять функции уровней представления и частично сеансового модели OSI; например, преобразование данных к внешнему представлению, группировка данных для передачи и т.п.
 - Распространенными примерами приложений являются программы ftp, HTTP-серверы и клиенты (WWW-браузеры), программы работы с электронной почтой.
 - Для пересылки данных другому приложению, приложение обращается к тому или иному модулю транспортного уровня.

Протоколы прикладного уровня стек

Вопросы

Протокол	Назначение	Номер порта
NTP (Network Time Protocol)	Протокол сетевого времени, используется для синхронизации системных часов компьютеров в сетях	123 (UDP)
DNS (Domain Name System, или Service)	Служба доменных имен, используется для преобразования (разрешения) понятных людям имен компьютеров (например, имен типа www.microsoft.com) в IP-адреса	53 (TCP и UDP)
NetBIOS name service и WINS (Windows Internet Naming Service)	Служба имен NetBIOS и служба межсетевых имен Windows, используются для преобразования NetBIOS-имен компьютеров (например, имен типа SERVER) в IP-адреса	137 и 138 (UDP)
NetBIOS session service	Служба сеансов NetBIOS, используется для установления сеансов между компьютерами	139 (TCP)
LDAP (Lightweight Directory Access Protocol)	Простой протокол доступа к каталогу, используется для работы с различными сетевыми каталогами (например, со службой Active Directory в доменах на основе Windows Server 2003)	389 (TCP)
RPC (Remote Procedure Call)	Вызов удаленной процедуры, используется для работы со многими сетевыми службами в сетях Майкрософт	135 (TCP)
Telnet	Протокол для обеспечения терминального доступа к удаленным компьютерам	23 (TCP)

FTP (File Transfer Protocol)	Протокол передачи файлов, один из «старейших» протоколов Интернета; используется для эффективной и надежной передачи файлов между клиентом и сервером FTP	20 и 21 (TCP)
TFTP (Trivial File Transfer Protocol)	Упрощенный вариант FTP, не имеет таких функций, как проверка пользователя при входе, просмотр каталогов и файлов сервера; используется только для записи и чтения файлов	69 (UDP)
(In)lpr	Протокол Gopher («суслик»), используется для доступа к текстовым информационным ресурсам на удаленном сервере	70 (TCP)
HTTP (HyperText Transfer Protocol)	Протокол передачи гипертекста, самый популярный сегодня протокол, используемый во Всемирной паутине (World Wide Web); описывает, каким способом нужно представлять данные (текстовые, аудио-, видео- и т. д.) на веб-серверах, как к ним обращаться с помощью веб-браузера (например, программы Internet Explorer) и как передавать эти данные	80 (TCP)
NNTP (Network News Transfer Protocol)	Протокол передачи сетевых новостей, используется для обмена сообщениями в системах телеконференций	119 (TCP)
SMTP Simple Mail Transfer Protocol)	Простой протокол передачи почты, используется почтовыми серверами для обмена электронными сообщениями (на этапе отправки почтового сообщения его автором)	25 (TCP)

<p>POP3 Post Office Protocol)</p>	<p>«Протокол почтового отделения», довольно простой протокол, используемый почтовым клиентом (например, программой Outlook Express) для подключения к своему почтовому ящику на сервере и считывания сообщений (на этапе доставки почтового сообщения адресату)</p>	<p>110 (TCP)</p>
<p>IMAP4 Internet message access protocol</p>	<p>Протокол доступа к электронным сообщениям — более функциональный, чем POP3, клиентский протокол для доступа к почтовому серверу</p>	<p>143 (TCP) K</p>
<p>SSL Secure Sockets Layer)</p>	<p>Протокол, обеспечивающий согласование алгоритмов и обмен ключами шифрования. Используется для защиты данных при их пересылке по сетям</p>	<p>25 (SMTP) 995 (POP3S) 993 (IMAPS) 443 (HTTPS) (TCP)</p>

Транспортный уровень

Протоколы транспортного уровня обеспечивают прозрачную доставку данных между двумя прикладными процессами. Процесс, получающий или отправляющий данные с помощью транспортного уровня, идентифицируется на этом уровне номером, который называется номером порта. Таким образом, роль адреса отправителя и получателя на транспортном уровне выполняет номер порта (**порт**).

Анализируя заголовок своего пакета, полученного от межсетевого уровня, транспортный модуль определяет по номеру порта получателя, какому из прикладных процессов направлены данные, и передает эти данные соответствующему прикладному процессу (возможно, после проверки их на наличие ошибок и т.п.). Номера портов получателя и отправителя записываются в заголовок транспортным модулем, отправляющим данные; заголовок транспортного уровня содержит также и другую служебную информацию; формат заголовка зависит от используемого транспортного протокола.

На транспортном уровне работают два основных протокола: UDP и TCP. TCP (Transmission Control Protocol - протокол контроля передачи) - надежный протокол с установлением соединения: он управляет логическим сеансом связи (устанавливает, поддерживает и закрывает соединение) между процессами и обеспечивает надежную (безошибочную и гарантированную) доставку прикладных данных от процесса к процессу.

Сетевой уровень - протокол IP

Протокол IP доставляет блоки данных, называемых дейтаграммами, от одного IP-адреса к другому. IP-адрес является уникальным 32-битным идентификатором сетевого интерфейса компьютера. Данные для дейтаграммы передаются IP-модулю транспортным уровнем. IP-модуль предваряет эти данные заголовком, содержащим IP-адреса отправителя и получателя и другую служебную информацию, и сформированная таким образом дейтаграмма передается на уровень доступа к среде передачи (например, одному из физических интерфейсов) для отправки по каналу передачи данных.

Не все компьютеры могут непосредственно связаться друг с другом; часто для того, чтобы передать дейтаграмму по назначению, требуется направить ее через один или несколько промежуточных компьютеров по тому или иному маршруту. Задача определения маршрута для каждой дейтаграммы решается протоколом IP.

Когда модуль IP получает дейтаграмму с нижнего уровня, он проверяет IP-адрес назначения. Если дейтаграмма адресована данному компьютеру, то данные из нее передаются на обработку модулю вышестоящего уровня (какому конкретно - указано в заголовке дейтаграммы). Если же адрес назначения дейтаграммы - чужой, то модуль IP может принять два решения: первое - уничтожить дейтаграмму, второе - отправить ее дальше к месту назначения, определив маршрут следования - так поступают промежуточные станции - маршрутизаторы.

Также может потребоваться, на границе сетей с различными характеристиками, разбить дейтаграмму на фрагменты, а потом собрать в единое целое на компьютере-получателе. Это задача протокола IP

Уровень доступа к среде передачи (канальный уровень)

Функции этого уровня:

отображение IP-адресов в физические адреса сети (MAC-адреса). Эту функцию выполняет протокол ARP (Address Resolution Protocol - протокол определения адреса)

инкапсуляция IP-дейтаграмм в кадры для передачи по физическому каналу и извлечение дейтаграмм из кадров. При этом не требуется какого-либо контроля безошибочности передачи (хотя он может и присутствовать), поскольку в стеке TCP/IP такой контроль возложен на транспортный уровень или на само приложение. В заголовке кадров указывается точка доступа к сервису (SAP, Service Access Point) - поле, содержащее код протокола межсетевое уровня, которому следует передать содержимое кадра (в нашем случае это IP);

определение представления данных в физической среде; пересылка и прием кадра.

На этом рисунке показан стек протоколов **TCP/IP**. Он делится на следующие уровни (начиная с верхнего): прикладной, транспортный, сетевой, интерфейсный и аппаратный.

Набор протоколов TCP/IP

В протоколе TCP/IP строго зафиксированы правила передачи информации от отправителя к получателю. Сообщение или поток данных приложения отправляется протоколу Internet транспортного уровня, то есть **Протоколу пользовательских дейтаграмм (UDP)** или **Протоколу управления передачей (TCP)**. Получив данные от приложения, эти протоколы разделяют всю информацию на небольшие блоки, которые называются *пакетами*. К каждому пакету добавляется адрес назначения, а затем пакет передается на следующий уровень протоколов Internet, то есть сетевой уровень.

На сетевом уровне пакет помещается в дейтаграмму **протокола Internet (IP)**, к которой добавляется заголовок и концевик. Протокол сетевого уровня определяет адрес следующего пункта назначения IP-дейтаграммы (она может быть передана сразу получателю или на промежуточный шлюз) и отправляют ее на уровень сетевого интерфейса. Уровень сетевого интерфейса принимает **IP-дейтаграммы** и передает их в виде *кадров* с помощью аппаратного обеспечения, такого как адаптер Ethernet