

## 2. Эталонная модель открытых систем

Компьютерной сетью предоставляются **сервисы**

*по совместному использованию ресурсов:*

- файлов
- принтеров
- модемов
- факсов
- баз данных, знаний
- серверов приложений и др.

## *Проблемы реализации сервисов*

- Распределение функций между ОС и приложениями
- Обеспечение прозрачности доступа к ресурсу
- Проблема именования ресурсов
- Обеспечение непротиворечивости данных  
(репликация — *синхронизация содержимого нескольких копий объекта*, транзакции - *группа последовательных операций с базой данных*)
- Организация распределенных вычислений
- Доставка запросов и ответов

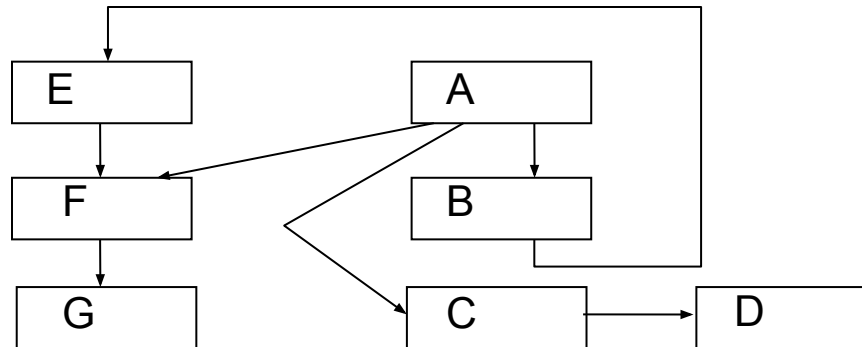
# Сеть как открытая система

Организация взаимодействия между устройствами сети является **сложной** задачей и включает в себя несколько этапов, поэтому для ее решения используется известный **универсальный прием** -

**декомпозиция задачи**, что предполагает:

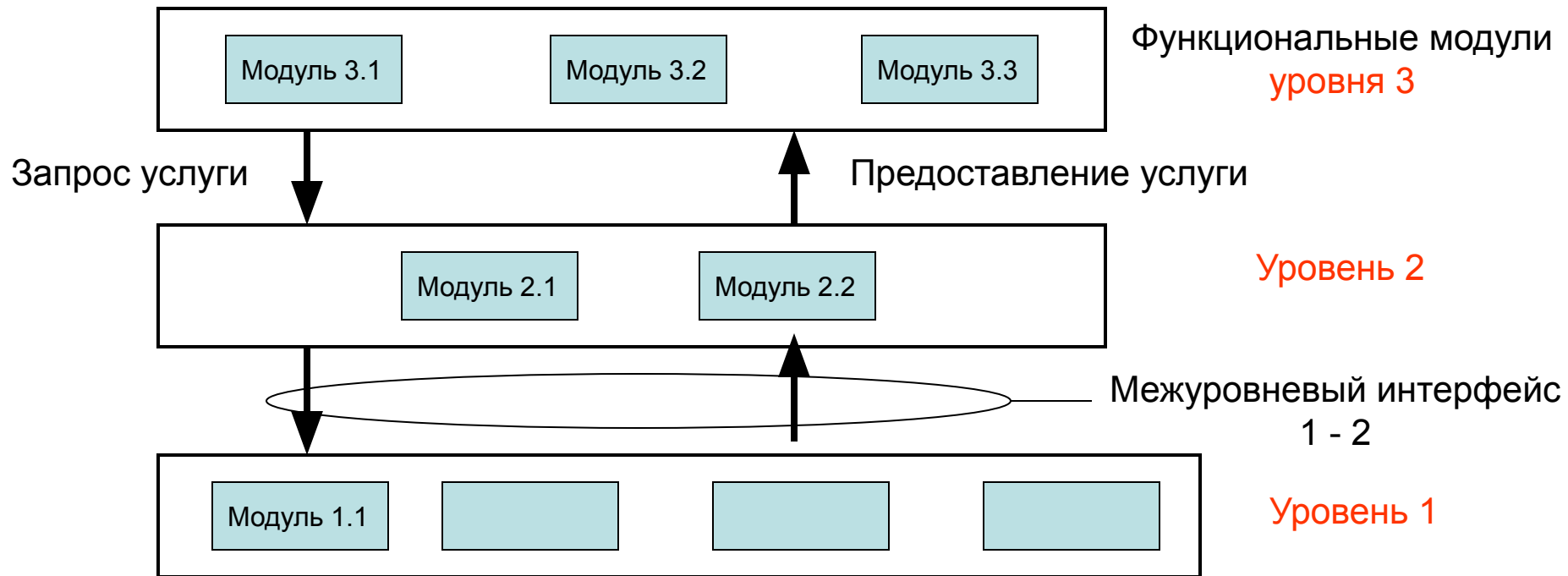
- Разбиение задачи на **подзадачи**, разделение процесса на различные **уровни**
- Четкое определение **функций** каждого модуля и **интерфейсов** между ними

Результат - ясность структуры, возможность независимой **разработки**, **тестирования** и **модификации** системы на уровне модулей.



# ■ Многоуровневый подход - создание иерархии задач

После представления исходной задачи в виде модулей эти модули группируют и упорядочивают **по уровням**, образующим иерархию.



**Каждый вышележащий уровень использует нижележащий в качестве инструмента для решения своих задач.**

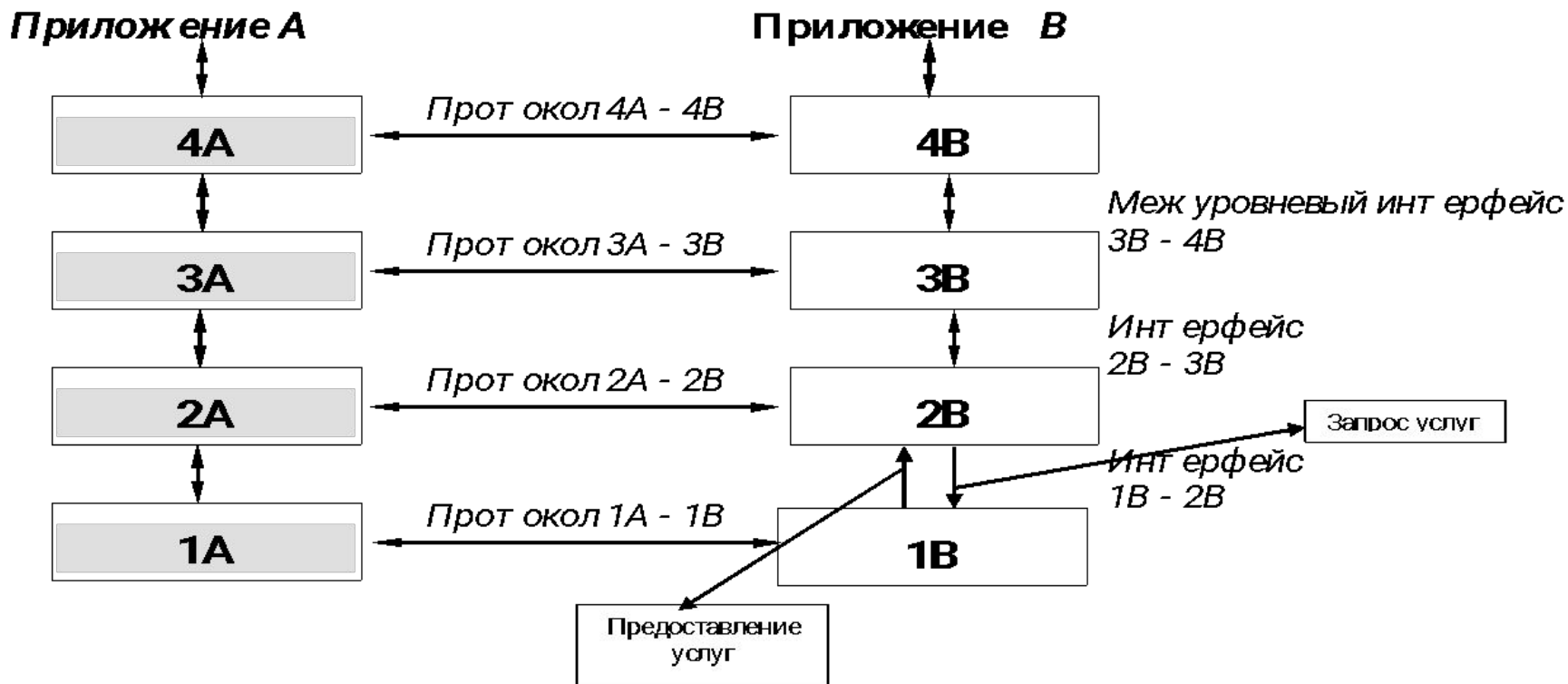
**Межуровневый интерфейс (интерфейс услуг)** – определяет набор функций, которые нижележащий уровень предоставляет вышележащему.

# Многоуровневая модель файловой системы



# Две взаимодействующие системы

Каждый уровень поддерживает три интерфейса (1А-2А; 2А-1А; 1А-1В).



**Протокол** – интерфейс со средствами взаимодействия другой стороны, расположенными на том же уровне иерархии (4А – 4В);

Протоколы разных уровней **независимы** друг от друга;

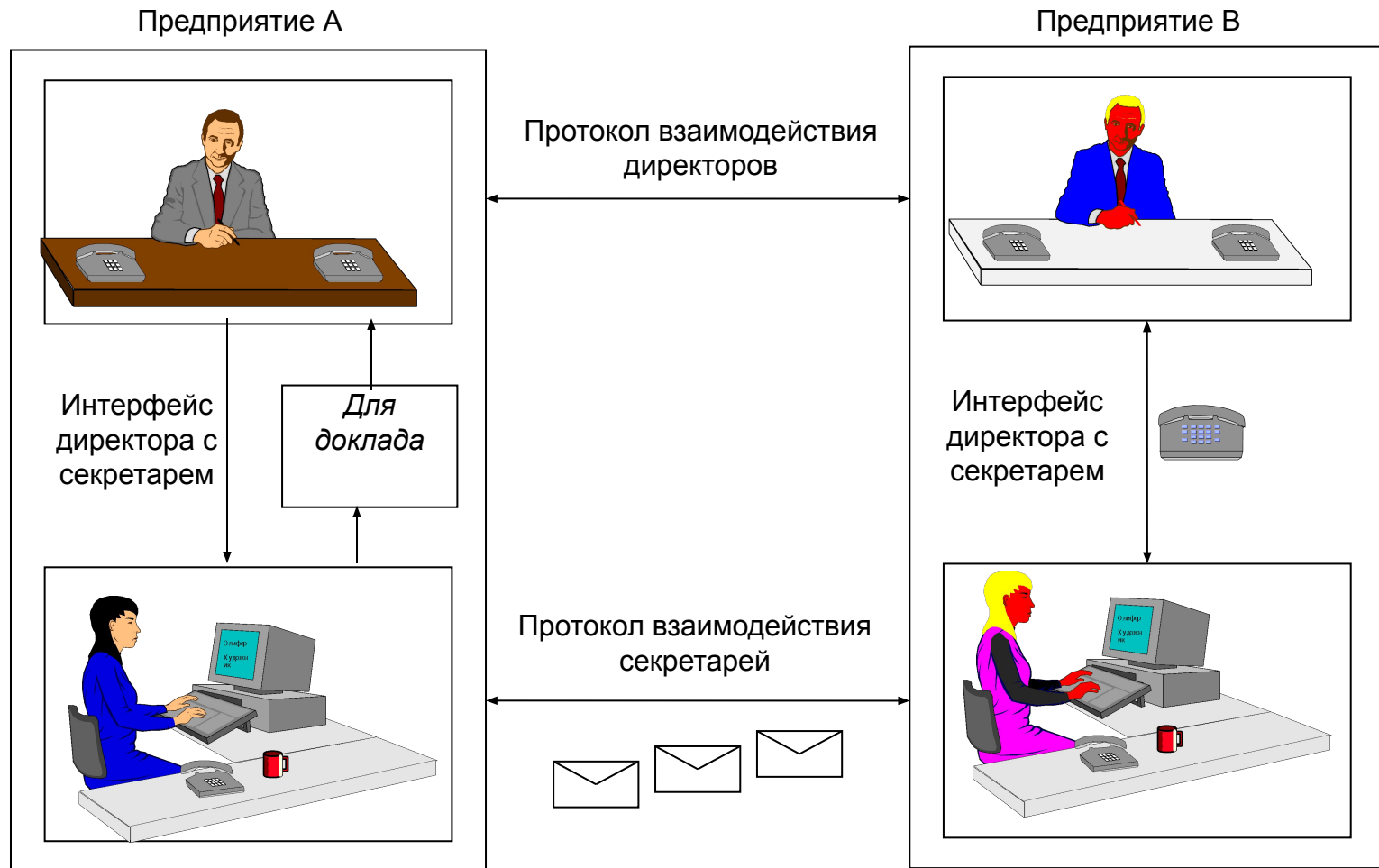
**Стек протоколов** – иерархически организованный набор протоколов, достаточный для организации взаимодействия узлов сети

**Интерфейс** обозначает **статiku** этого взаимодействия, т.е. что именно, в каком формате и на каком месте должен предоставлять объект.

**Протокол** обычно обозначает **динамiku** взаимодействия - чем именно и в какой последовательности должны обмениваться взаимодействующие объекты.

Это разделение существует, оно традиционно, хотя и интерфейс и протокол относятся к одному и тому же явлению. И когда их иногда смешивают в одну сущность (которую называют то "интерфейс", то "протокол") в этом нет особенной ошибки. В самом деле, чем "спецификация в пространстве" (интерфейс) отличается в своей сущности от "спецификации во времени" (протокол)?

# Две взаимодействующие системы





**Спецификация** - формализованное описание аппаратных или программных компонентов, способов их функционирования, взаимодействия с другими компонентами, условий эксплуатации, ограничений и особых характеристик (не всякая *спецификация* является стандартом).

**Открытая спецификация** - опубликованные, общедоступные спецификации, соответствующие стандартам и принятые в результате достижения согласия после всестороннего обсуждения всеми заинтересованными сторонами.

**Открытая система** - исчерпывающий и согласованный **набор** международных **стандартов** на информационные технологии и профили функциональных стандартов, которые реализуют **открытые спецификации** на интерфейсы, службы и поддерживающие их форматы, чтобы обеспечить **взаимодействие** (интероперабельность) и **мобильность** программных приложений, данных и персонала.

## ***Примеры открытых спецификаций и стеков протоколов:***

Ethernet (IEEE 802.3)

DECnet (стек компании Digital)

TCP/IP (стек Интернета)

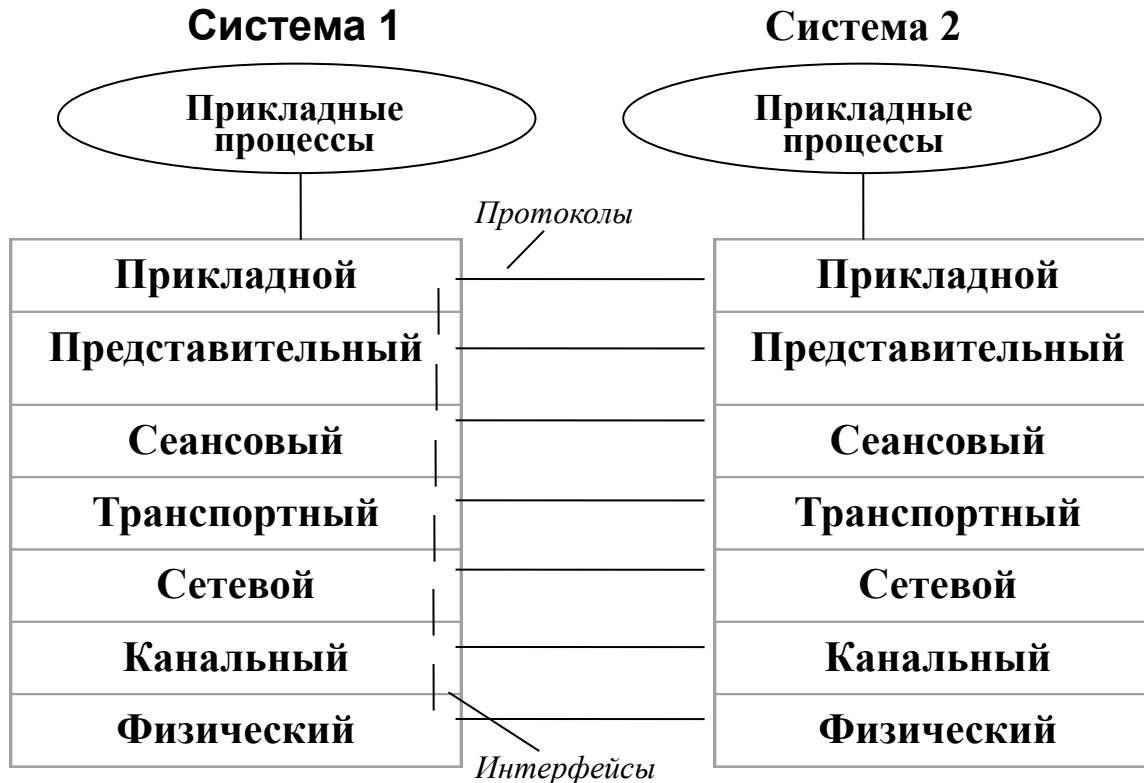
SNA (стек компании IBM)

## **■ *Преимущества открытых систем:***

- легкость сопряжения сетей
- поддержка различными производителями, гетерогенность (неоднородность)
- легкость замены, модернизация
- простота освоения и обслуживания

# Модель взаимодействия открытых систем

## OSI / ISO (Open System Interconnection/International Organization for Standardization)



- Модель OSI / ISO определяет только *функции и названия уровней*



# Функции уровней модели OSI

## **Прикладной уровень (application Layer) (7) -**

набор различных сетевых сервисов (реализуемых разнообразными протоколами), которые обеспечивают интерфейс с программным обеспечением, организующим доступ и работу пользователя в сети с разделяемыми ресурсами.

- Идентификация, проверка прав доступа пользователя, доступ к разделяемым ресурсам;
- принт- и файл-сервис, почта, удаленный доступ...

*Единица данных, которой оперирует прикладной уровень, обычно называется **сообщением**.*

Примерами приложений являются подключение к WEB-сайтам, электронная почта, использование пересылки гипертекстовых файлов HTTP и др.

## **Уровень представления (presentation Layer)(6) -**

*согласовывает форму представления (синтаксис) данных при взаимодействии двух прикладных процессов*

- преобразование данных из внешнего формата во внутренний, который поддерживается обеими сторонами;
- шифровка и расшифровка данных с целью секретности.

Типовые графические стандарты уровня – PICT, TIFF и JPEG (Joint Photographic Expert Group).

Стандарты представления видео и звука - MIDI, MPEG (Moving Pictures Expert Group)

## **Сеансовый уровень (session Layer)(5)**

*- Устанавливает сеанс связи между двумя рабочими станциями, управляет диалогом объектов прикладного уровня, фиксирует, какая из сторон является активной в данный момент, разрывает связь.*

- установление способа обмена сообщениями (дуплексный или полудуплексный);
- синхронизация обмена сообщениями;
- организация “контрольных точек” диалога;
- сбор статистических данных, часть из которых используется для биллинговых систем интернет-провайдеров;
- рассылка экстренных сообщений о наличии проблем на трех верхних уровнях.

Примеры протоколов пятого уровня – сетевая файловая система (Network File System – NFS), система X-Window, протоколы сеансового уровня стека Apple Talk (Apple Talk Session Protocol – ASP,... ).

## **Транспортный уровень (Transport Layer (4) -**

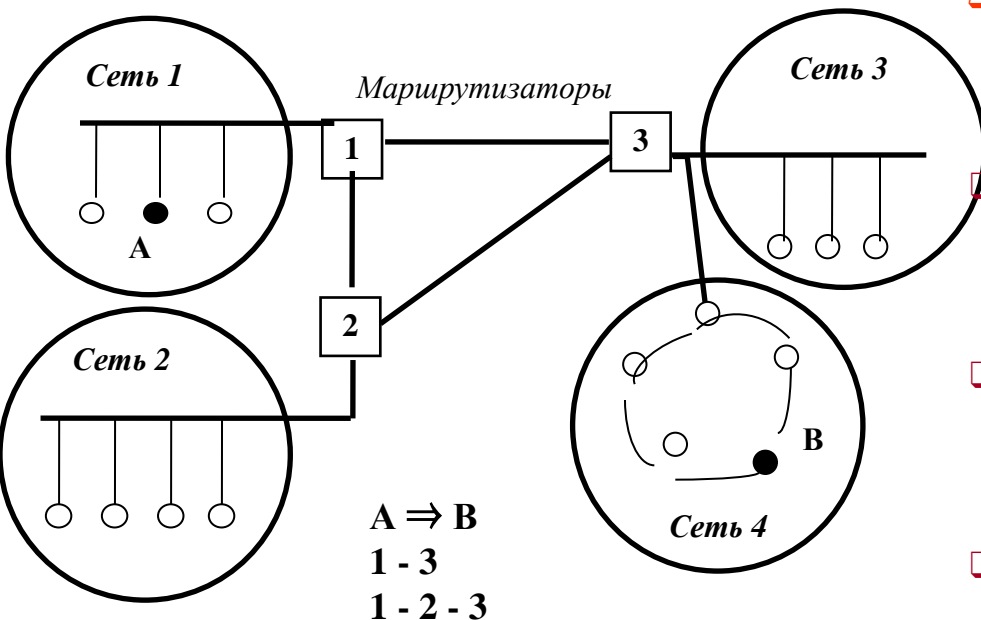
*обеспечение доставки информации с требуемым качеством между любыми узлами сети*

- разбивка сообщения сеансового уровня на пакеты, нумерация их на передающей станции;
- буферизация принимаемых пакетов;
- упорядочивание прибывающих пакетов на принимающей стороне;
- адресация прикладных процессов;
- установление логического соединения, управление мультиплексированным потоком;
- обнаружение и исправление ошибок передачи, таких как искажение, потеря и дублирование пакета.

Примерами протоколов транспортного уровня служат протокол TCP, UDP, протокол последовательного обмена пакетами SPX – Sequenced Packet Exchange.



**Сетевой уровень** (network layer)(3) – обеспечивает образование единой транспортной системы объединяющей несколько сетей, называемой составной сетью



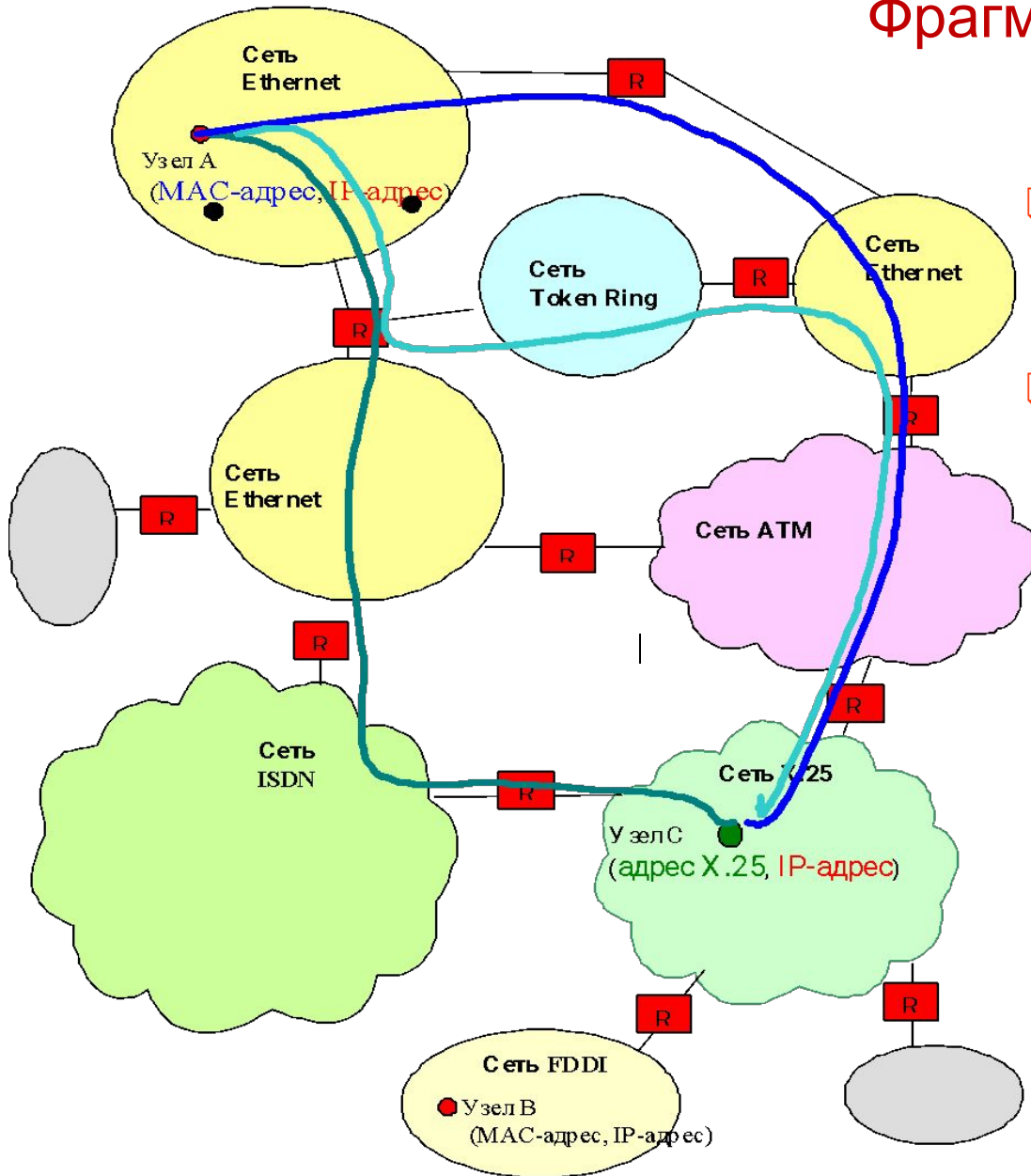
- ❑ **Определение маршрута и доставка пакета** между любыми двумя узлами сети с произвольной топологией
- ❑ согласование технологий при передаче данных между сетями с разными технологиями
- ❑ управление параметрами процесса передачи (временные задержки, уровни загрузки линий связи и др.)
- ❑ создание барьеров на пути нежелательного трафика.

Функции сетевого уровня реализуются группой протоколов (маршрутизируемые, маршрутизирующие) и маршрутизаторами.

Примеры протоколов сетевого уровня – X.25, IPX и IP.

**Маршрут** - последовательность прохождения пакетом маршрутизаторов в составной сети.

# Фрагмент сети Интернет



- Каждый узел составной сети должен иметь сетевой и канальный адрес (физический)
- Для передачи пакета через очередную сеть, сетевой уровень помещает его в поле данных кадра соответствующей канальной технологии, указывая в заголовке кадра канальный адрес интерфейса следующего маршрутизатора.

## **Канальный уровень** (data link layer)(2) - обеспечивает

надежную доставку **кадра** между двумя станциями, соединенными индивидуальной линией связи, в сети с произвольной топологией (глобальные сети),  
- либо между любыми станциями в сети с типовой топологией (локальные сети)

- ❑ проверка доступности разделяемой среды
- ❑ инкапсуляция IP-дейтаграмм в кадры для передачи и извлечение дейтаграмм из кадров при приеме
- ❑ отображение IP-адресов в физические адреса сети (МАК- адреса).Эту функцию выполняет протокол ARP;
- ❑ подсчет и проверка контрольной суммы
- ❑ установление логического соединения между взаимодействующими узлами
- ❑ согласование скоростей передатчика и приемника информации

Протоколы канального уровня реализуется компьютерами, концентраторами, коммутаторами и маршрутизаторами. В компьютерах функции канального уровня реализуются сетевыми адаптерами и их драйверами.

На уровне 2 используются такие протоколы, как Frame Relay, Ethernet, ATM.

## **Физический уровень** (*physical layer*) **(1)** -

*передача битов по физическим каналам связи (коаксиальный кабель, витая пара, оптоволокно, радиоканал)*

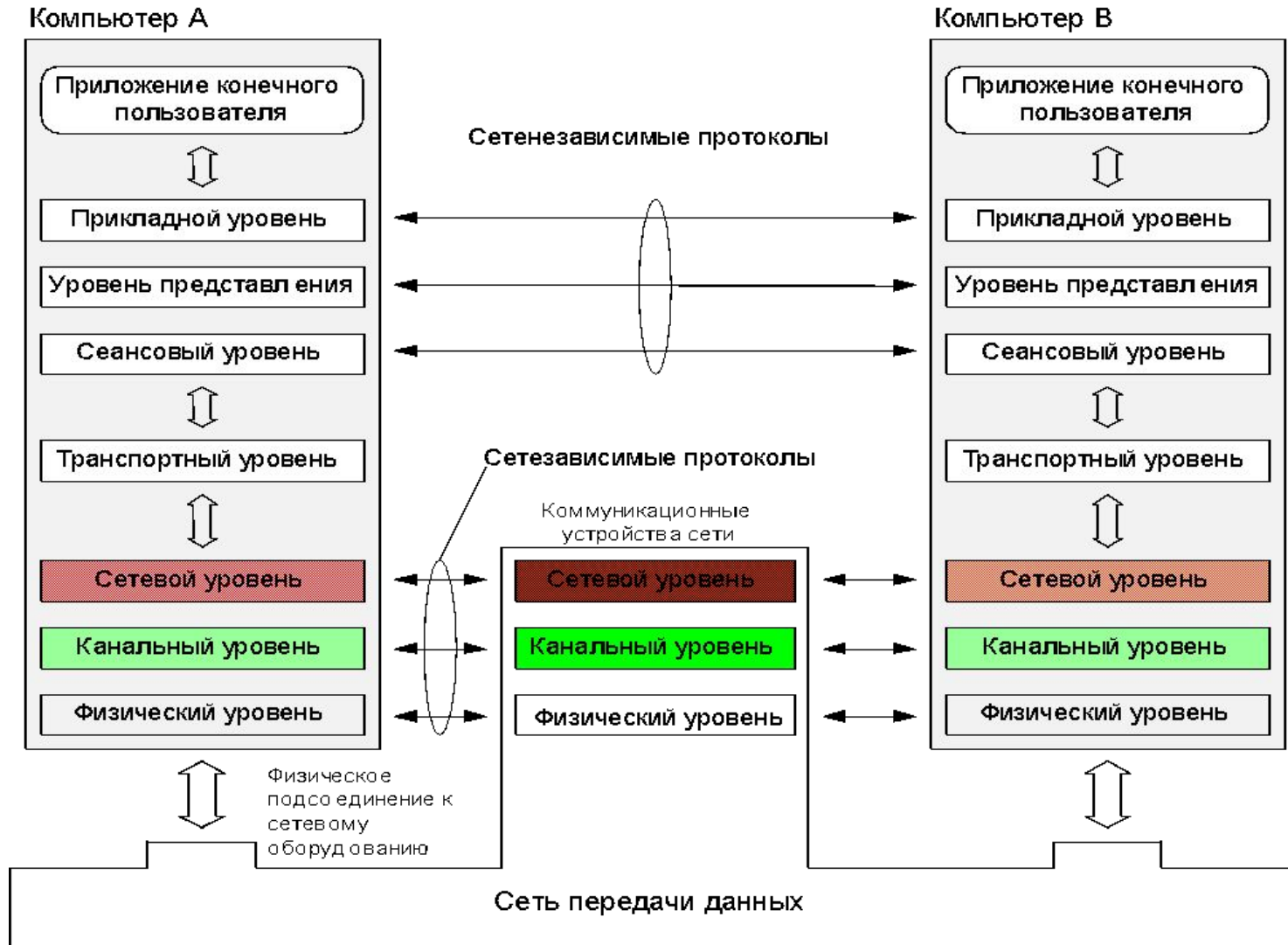
- формирование электрических сигналов
- кодирование информации
- синхронизация
- модуляция
- физическая скорость передачи данных
- максимальная дальность передачи

Реализуется аппаратно на всех устройствах подключенных к сети.

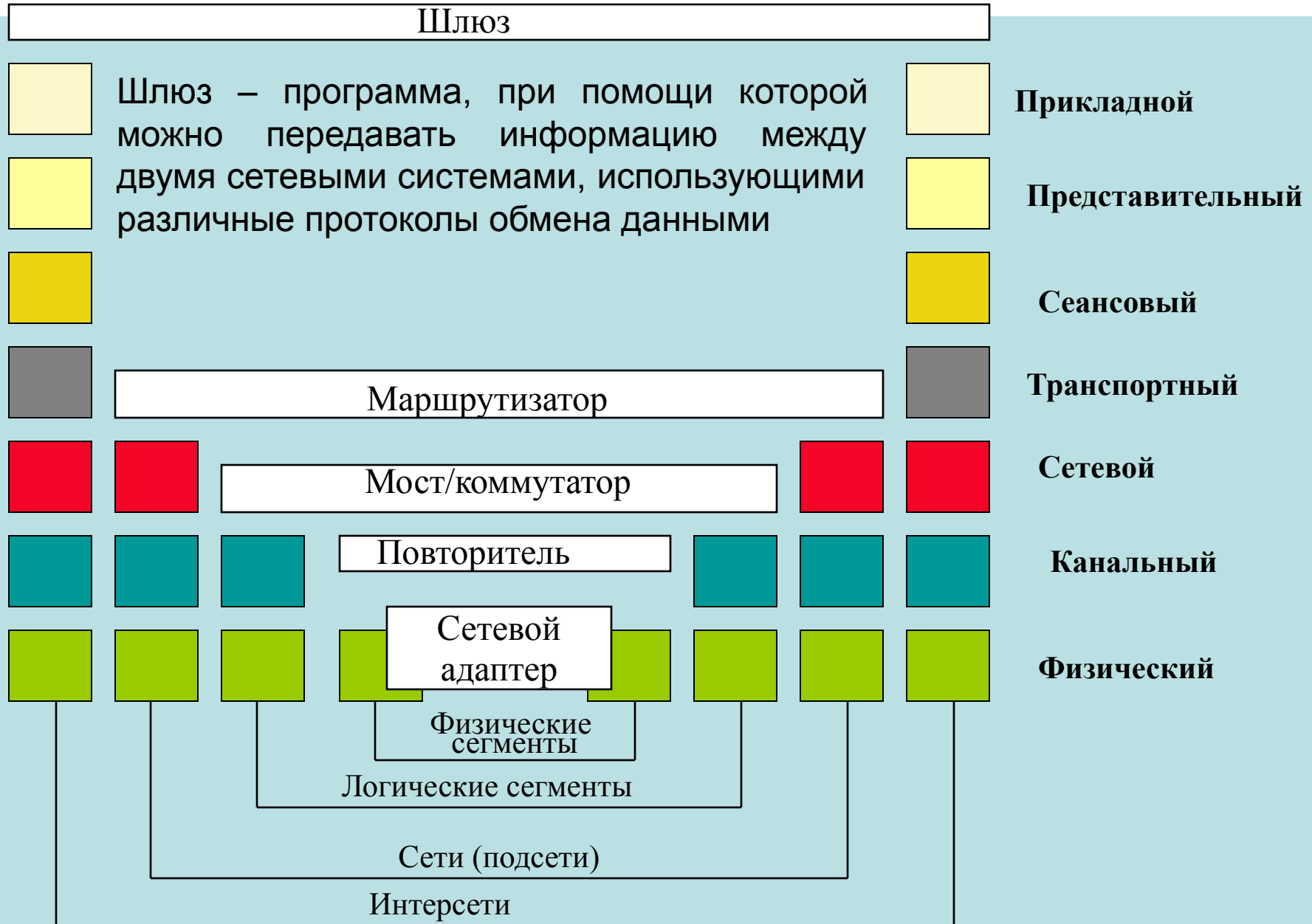
Со стороны компьютера функции физического уровня выполняются сетевым адаптером или последовательным портом, в коммутаторах и маршрутизаторах – это функции физических интерфейсов.

Для обмена информацией на уровне 1 имеется ряд стандартов используемых для передачи речи и данных: E1, T1, SDN, xDSL, WDM.

# Сетезависимые и сетезависимые уровни модели OSI



# Уровни, на которых работают коммуникационные устройства



# Протоколы

Выбор протоколов зависит от характеристик способа коммуникации, включая характеристики источника, адресата и канала. Чтобы сообщение было успешно доставлено и понято, эти правила, или протоколы, необходимо соблюдать. Существует множество доступных протоколов, регулирующих успешные процессы связи. После согласования способа коммуникации применяемые протоколы должны учитывать следующие требования:

- ✓ установленные отправитель и получатель;
- ✓ общепринятые язык и грамматика;
- ✓ скорость и время доставки;
- ✓ требования к подтверждению или уведомлению о получении сообщения.

Протоколы, используемые в сети связи, и протоколы, управляющие успешными процессами коммуникации, имеют общие основные характеристики. Помимо указания адреса источника и назначения, для соответствия упомянутым выше требованиям компьютерные и сетевые протоколы определяют способ передачи сообщения через сеть. К наиболее распространенным компьютерным протоколам относятся:

- кодирование сообщения;
- форматирование и инкапсуляция сообщения;
- размер сообщения;
- временные параметры сообщения;
- параметры доставки сообщения.

# Протоколы

Один из первых этапов отправки сообщения — кодирование. **Кодирование** — это процесс преобразования информации в форму, приемлемую для последующей передачи. **Декодирование** — обратный процесс, в результате которого информация преобразуется в исходный вид сообщения.

Кодирование используется также при обмене данными с помощью компьютера. Кодирование данных при обмене между узлами должно соответствовать среде связи. Прежде всего узел-отправитель преобразует передаваемое по сети сообщение в биты. Каждый бит кодируется набором звуков, световых волн или электрических импульсов, в зависимости от типа сети. Узел назначения принимает и декодирует сигналы и интерпретирует сообщение.

При отправке сообщения от источника к получателю необходимо использовать определённый формат или структуру. При передаче сообщения от уровня приложения до физического уровня оно вкладывается в формат нижестоящего уровня (инкапсулируется). Процесс размещения одного формата сообщения (письмо) внутри другого (конверт) называется **инкапсуляцией**. Для инкапсуляции каждого сообщения компьютера перед отправкой по сети используется особый формат, который называется **кадром**. В кадре указаны адреса исходного узла и узла назначения. Формат зависит от типа сообщения и канала доставки. Деинкапсуляция производится в тот момент, когда получатель достаёт письмо из конверта.



# Протоколы

**Размер сообщения.** Ещё одним правилом коммуникации является размер. При передаче длинного сообщения от одного узла к другому по сети необходимо поделить его на части. Размеры этих частей, или кадров, строго регулируются. Кроме всего прочего, они зависят от используемого канала. Слишком длинные или короткие кадры не доставляются.

Ограничения по размеру кадров заставляют исходный узел делить длинные сообщения на части, соответствующие требованиям к минимальному и максимальному размеру. Этот метод называется **сегментацией**. Каждая часть инкапсулируется с информацией об адресе в отдельный кадр и затем передаётся по сети. Узел-адресат распаковывает сообщения и собирает их вместе для обработки и интерпретации.

**Метод доступа** определяет, когда конкретный пользователь сети сможет отправить сообщение. Компьютерам необходимо выбирать метод доступа. Чтобы узнать, когда начать отправку сообщений и как реагировать на коллизии, узлам в сети нужно определить метод доступа.

**Управление потоком.** Временные параметры влияют также на количество отправляемой информации и скорость доставки. При отправке данных по сети узел-отправитель может передавать сообщения быстрее, чем узел назначения их принимает и обрабатывает. Управление потоком позволяет узлу-источнику и узлу назначения **согласовать время для успешной связи**.

**Тайм-аут ответа.** У сетевых узлов существуют правила, определяющие время ожидания ответа и действие, выполняемое по истечении этого времени.

# Параметры доставки сообщения

Оптимальный способ доставки сообщения может различаться. В одних случаях информацию нужно передать только одному пользователю. И наоборот, иногда информацию нужно одновременно передать группе пользователей или всем пользователям определённой сети. Если одно и то же сообщение нужно передать группе получателей, это доставка «**один ко многим**» или «**один ко всем**».

Кроме того, в некоторых случаях отправителю нужно убедиться, что сообщение доставлено успешно. Для этого получатель должен отправить подтверждение доставки. Если подтверждения не требуется, метод доставки сообщения называется **неподтверждённым**.

Вариант доставки «**один к одному**» в компьютерных сетях называется **одноадресным (unicast)**. Это означает, что у сообщения есть только один адресат.

Если узел рассылает сообщения методом «**один ко многим**», это называется **многоадресной или групповой рассылкой (multicast)**.

Если всем сетевым узлам необходимо получить сообщение в одно и то же время, используется **широковещательная рассылка (broadcast)**, что представляет собой метод доставки сообщений «**один ко всем**».

Кроме того, для узлов предусмотрены правила рассылки сообщений **с подтверждением и без подтверждения**.

# Параметры доставки сообщения

подтверждения.

# Функции элементов сети

- ❑ **Компьютеры**, на которых работают сетевые приложения, поддерживают функции всех уровней.
- ❑ **Коммутаторы** обычно поддерживают функции двух нижних уровней, что ограничивает их возможности передачей данных в пределах только одной подсети.
- ❑ **Маршрутизаторы** поддерживают функции трех нижних уровней, сетевой - для объединения подсетей (в том числе и различных технологий) в составную сеть и нахождения маршрута между конечными узлами, а функции нижних уровней – для передачи данных в пределах отдельных подсетей.

# Виды стандартов:

- стандарты отдельных фирм (IBM Token Ring)
- стандарты специальных комитетов и объединений (ATM Forum)
- национальные стандарты, например SONET - Synchronous Optical Networking – стандарт США
- международные стандарты, например SDH

## **Организации, занимающиеся разработкой стандартов в области вычислительных сетей:**

- *Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO или International Standards Organization)* - ассоциация ведущих национальных организаций по стандартизации разных стран.
- *Международный союз электросвязи (International Telecommunications Union, ITU)* — специализированный орган Организации Объединенных Наций. Сектор технической стандартизации — ITU-T бывший Международный консультативный Комитет по Телефонии и Телеграфии (МККТТ) (Consultative Committee on International Telegraphy and Telephony, CCITT).
- *Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике — Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)* — национальная организация США, определяющая сетевые стандарты (серия стандартов 802).

- *Европейская ассоциация производителей компьютеров (European Computer Manufacturers Association, ECMA)* — некоммерческая организация, активно сотрудничающая с ITU-T и ISO.
- *Ассоциация производителей компьютеров и оргтехники (Computer and Business Equipment Manufacturers Association, CBEMA)* — организация американских фирм-производителей аппаратного обеспечения; аналогична европейской ассоциации ЕКМА.
- *Ассоциация электронной промышленности (Electronic Industries Association, EIA)* — промышленно-торговая группа производителей электронного и сетевого оборудования; является национальной коммерческой ассоциацией США (RS-232).
- *Министерство обороны США (Department of Defense, DoD).*
- *Американский национальный институт стандартов (American National Standards Institute, ANSI)* — представляет США в ISO..

# Популярные стандартные стеки коммуникационных протоколов

## *Стек OSI*

- ◆ Государственная поддержка США
- ◆ Независимый от производителей международный стандарт
- ◆ Мощный набор сервисов прикладного уровня
- ◆ Нижние уровни - Ethernet, Token Ring, FDDI
- ◆ Широко используется компанией AT&T

## *Стек TCP/IP*

- ◆ Лидирующее положение
- ◆ Разработан министерством обороны США (DoD)
- ◆ Отлично масштабируется (Internet)
- ◆ Нижние уровни в локальных сетях - Ethernet, Token Ring, FDDI, в глобальных сетях - SLIP/PPP, X.25, ISDN, ATM
- ◆ Развитые сервисы прикладного уровня



## ***Стек IPX/SPX***

- ◆ Разработан Novell для ОС NetWare в начале 80-х годов
- ◆ IPX и SPX адаптация XNS фирмы Херох
- ◆ Эффективен в небольших сетях
- ◆ Включается в другие ОС - SCO UNIX, Solaris, Windows NT

## ***Стек NetBIOS/SMB***

- ◆ Разработан IBM и Microsoft в 1984 году
- ◆ Отсутствуют средства маршрутизации
- ◆ Используется в OS/2, W4W, Windows NT/2000, Windows 95/98

## ◆ ***Стек SNA***

- ◆ Разработан фирмой IBM для мэйнфреймов

## ***Стек DEC***

- ◆ Разработан фирмой Digital Equipment для машин VAX



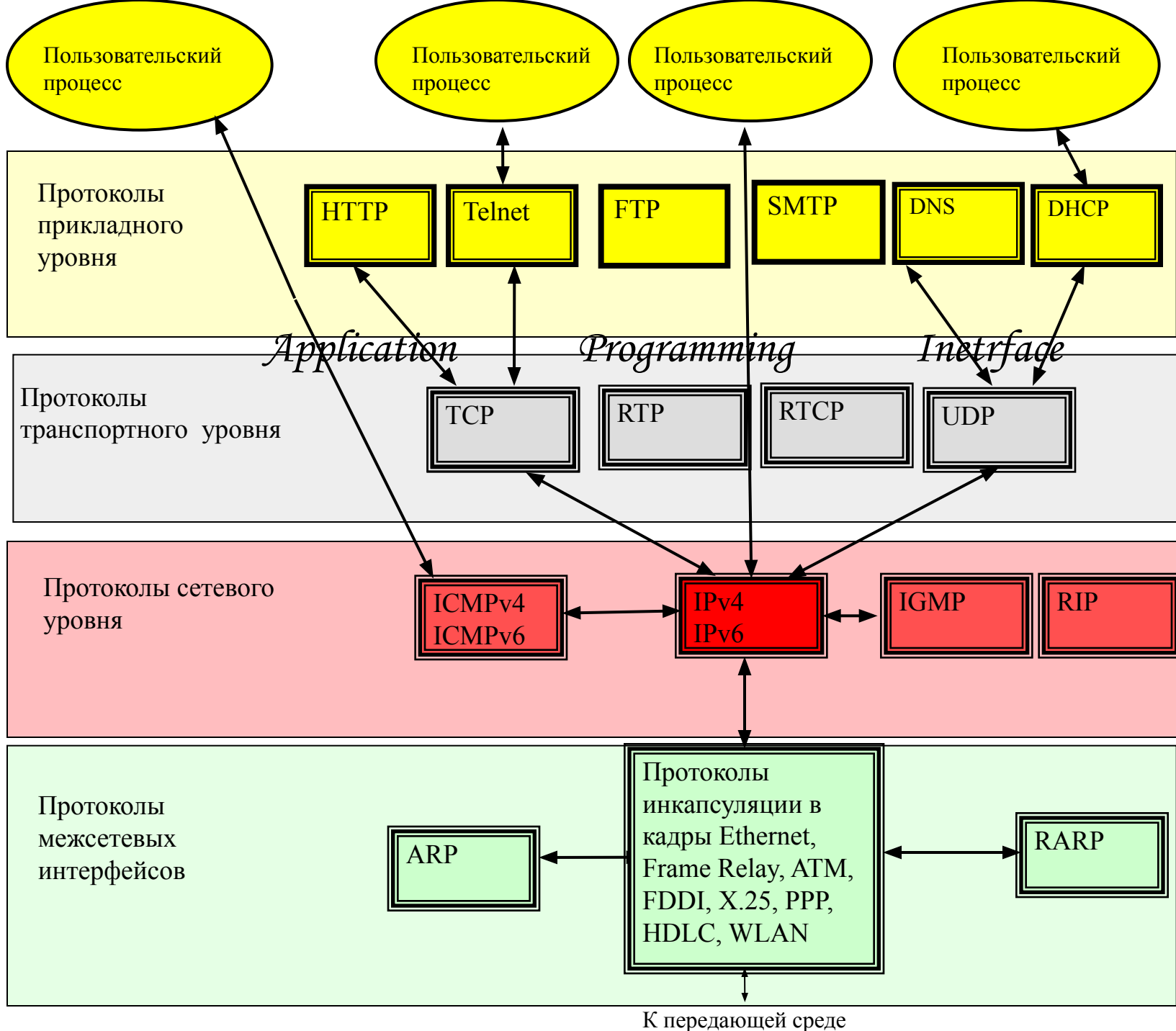
Исторически и технически открытым стандартом сети Internet является стек протоколов TCP/IP.

По мере продвижения данных вниз по уровням модели на каждом уровне к данным добавляется заголовок (а также концевик на 2-ом уровне) – инкапсуляция.

При получении физическим уровнем последовательности бит и передачи их на верхние уровни для обработки, происходит декапсуляция

# Сетевая модель TCP/IP





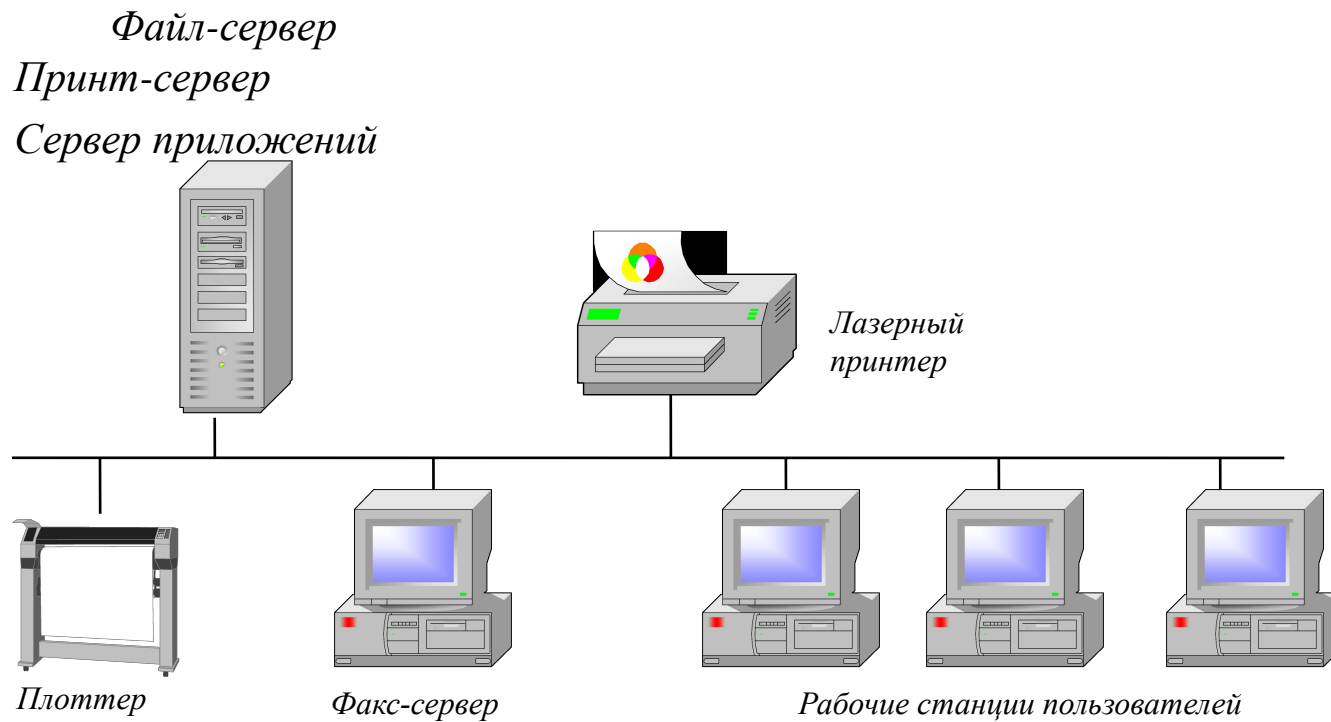
# Наборы стеков протоколов и отраслевые стандарты

Модель OSI	IBM/ Microsoft	TCP/IP	Novell	Стек OSI
Прикладной	SMB	HTTP, DNS, DHCP, Telnet, FTP, SNMP, WWW	NCP,  SAP	X.400 X.500 FTAM
Представительный				Представ. протокол OSI
Сеансовый	NetBIOS			
Транспортный		TCP, UDP	SPX	Трансп. протокол OSI
Сетевой		IPv4(6), ICMPv4(6), RIP, OSPF, NAT	IPX, RIP NLSP	ES-ES IS-IS
Канальный	802.3 (Ethernet), 802.5 (Token Ring), FDDI, Fast Ethernet, SLIP, 100VG-AnyLAN, PPP, X.25, ATM, LAP-B, HDLC, PPP, FrameRelay			
Физический	Коаксиал, экранированная и неэкранированная витая пара, оптоволокно, радиоволны			

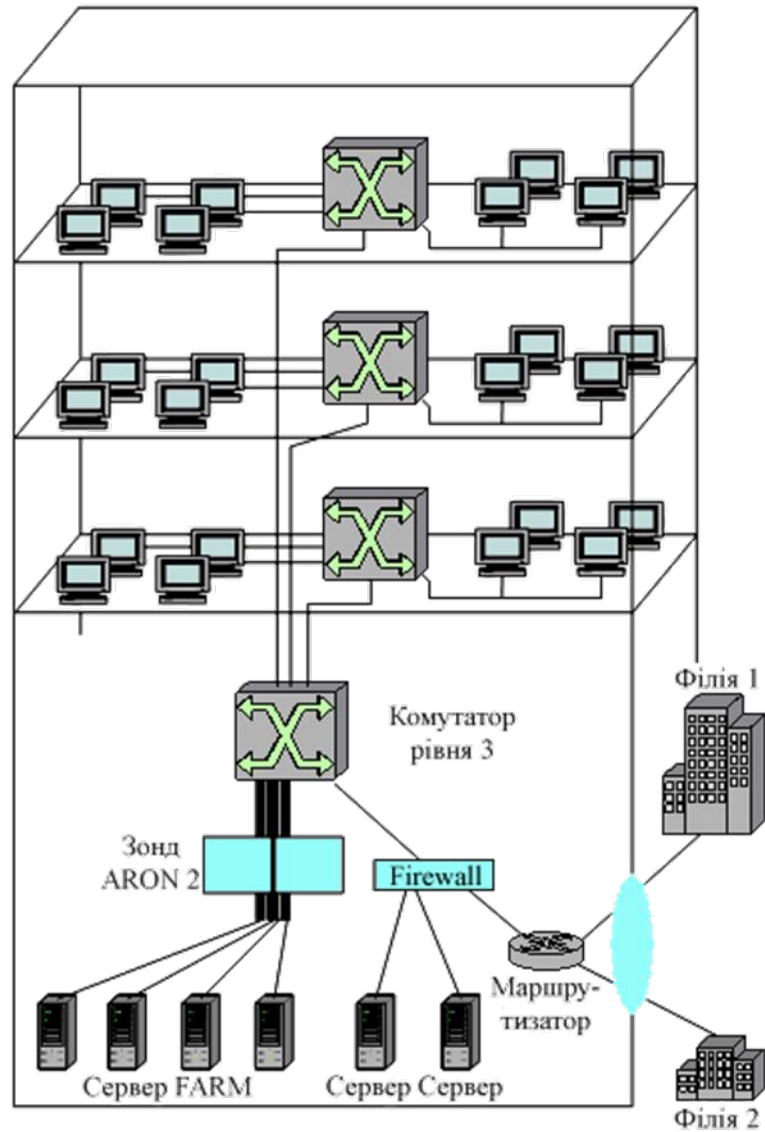
# Масштаб сетей

- Сети масштаба отдела
- Сети масштаба кампуса
- Сети масштаба предприятия – корпоративная сеть

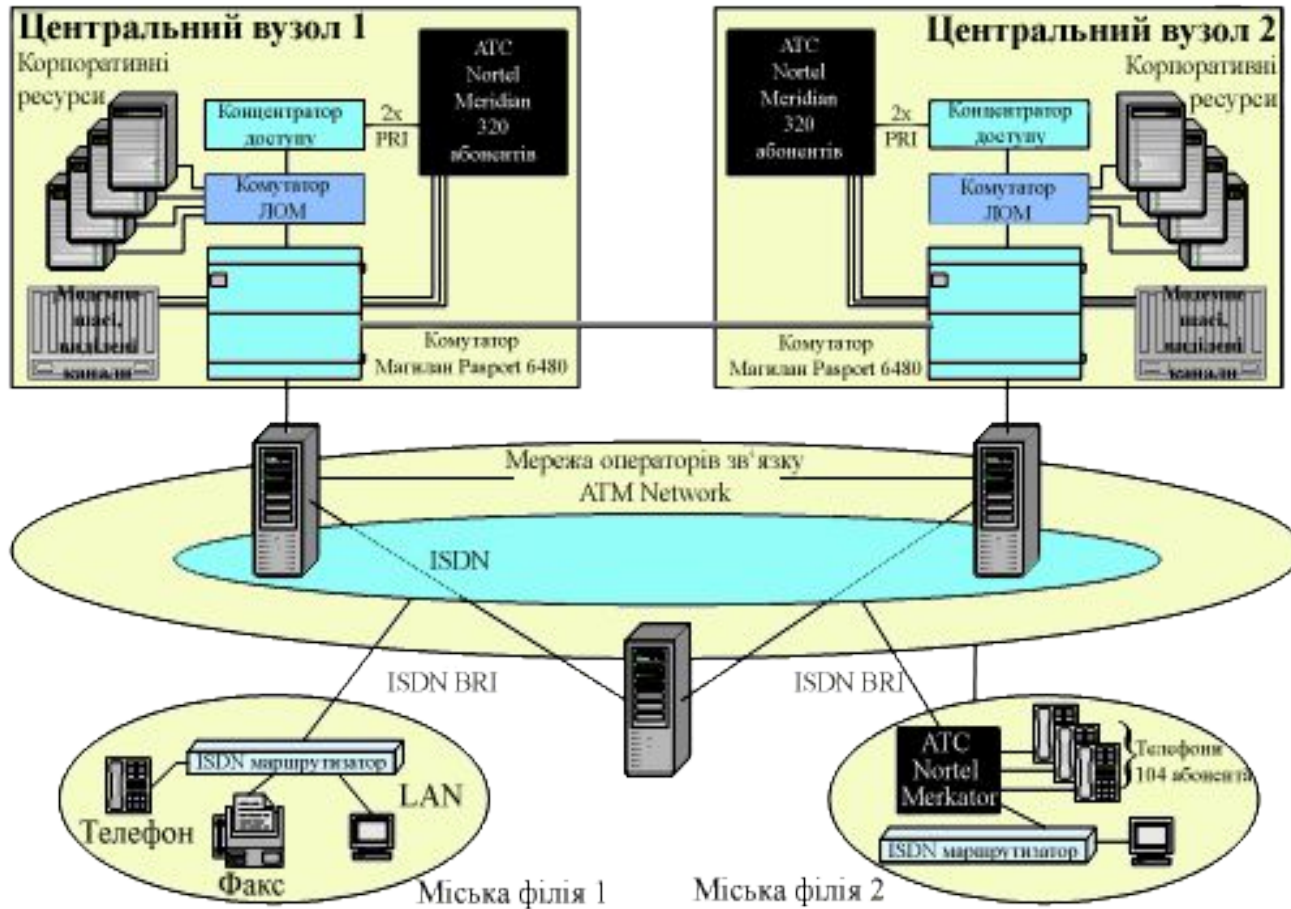
## Сеть отдела (локальная сеть)



# Сеть кампуса



# Сеть корпорации





# Требования, предъявляемые к современным сетям

## Производительность

- Критерии - время реакции, пропускная способность
- Основные факторы, влияющие на производительность транспортной подсистемы сети:
  - пропускная способность среды передачи,
  - размер пакета,
  - загруженность сети

Сложность оценки производительности составной системы

## Надежность

*-свойство системы выполнять свои функции в заданных условиях с заданным качеством*

- ГОТОВНОСТЬ (availability)
- ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ (fault tolerance)
- СОХРАННОСТЬ И НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ ДАННЫХ

## **Безопасность (security)**

- защита данных от несанкционированного доступа
- избирательный контроль и мандатный доступ
- средства учета и наблюдения
- шифровка сообщений
- фильтрация пакетов

## Требования, предъявляемые к современным сетям

### **Расширяемость (*extensibility*) -**

возможность сравнительно легкого добавления отдельных элементов сети и замены их более мощными

### **Масштабируемость (*scalability*) -**

возможность системы одинаково хорошо функционировать как на небольших, так и на очень больших конфигурациях

### **Совместимость (*compatibility*) -**

способность системы включать в себя разнородное программное и аппаратное обеспечение

## **Прозрачность (*transparency*) -**

способность системы скрывать от пользователя

- механизмы разделения ресурсов
- уровни программиста и пользователя
- прозрачность - расположения, перемещения, распараллеливания

## **Поддержка разных видов трафика**

- компьютерные данные (числа и текст)
- мультимедийные данные (изображение и речь)

## **Управляемость**

возможность централизованно контролировать состояние основных элементов сети



• **Amor vincit omnia** — «любовь побеждает всё»

• **Ibi victoria, ubi concordia** — «там победа, где согласие»

Крылатые латинские выражения

**END 2**