



*«Компьютерные системы, интернет и мультимедиа  
технологии»*

*Тема 3. Открытые системы.*

- Понятие «Открытая система». Многоуровневый подход. Основные понятия – протокол, интерфейс, стек протоколов.
- Модель OSI. Уровни модели OSI. Сетезависимые и сетезависимые уровни.
- Стандартизация модели. Стандартные стеки коммуникационных протоколов.



## Тема. Открытые системы.

**Открытая система (Open system)** - вычислительная среда, состоящая из аппаратных и программных продуктов и технологий, разработанных в соответствии с общедоступными и общепринятыми (международными) стандартами.

**Общие свойства открытых систем :**

- расширяемость/масштабируемость - extensibility/scalability,
- мобильность (переносимость) - portability,
- интероперабельность (способность к взаимодействию с другими системами) - interoperability,
- дружелюбность к пользователю, в т.ч. - легкая управляемость – driveability/usability.

**Открытой** может быть названа любая система (компьютер, вычислительная сеть, ОС, программный пакет, другие аппаратные и программные продукты), которая построена в соответствии с открытыми спецификациями.

Под термином **«спецификация»** в вычислительной технике понимают формализованное описание аппаратных или программных компонентов, способов их функционирования, взаимодействия с другими компонентами, условий эксплуатации, особых характеристик. Понятно, что **не всякая спецификация является стандартом.**



## Тема. Открытые системы.

**"Исчерпывающий и согласованный набор международных стандартов информационных технологий и профилей функциональных стандартов, которые специфицируют интерфейсы, службы и поддерживаемые форматы, чтобы обеспечить интероперабельность и мобильность приложений, данных и персонала".** Это определение, данное специалистами IEEE, подчеркивает аспект среды, которую предоставляет открытая система для ее использования (внешнее описание открытой системы).

**Интероперабельность** (англ. interoperability — способность к взаимодействию) — это способность продукта или системы, интерфейсы которых полностью открыты, взаимодействовать и функционировать с другими продуктами или системами без каких-либо ограничений доступа и реализации



## Тема. Открытые системы.

В вычислительных системах и сетях реализуется основной элемент открытости - открытость средств взаимодействия устройств, в том числе связанных в вычислительную сеть.

Под открытой системой понимается устройство, готовое взаимодействовать с другими устройствами с использованием стандартных правил, определяющих формат, содержание и значение принимаемых и отправляемых данных (стандартных интерфейсов).

Стандартизация, широко используемая во всех отраслях, в компьютерных системах и сетях, приобретает особое значение.



## Тема. Открытые системы.

Работы по стандартизации вычислительных сетей ведутся большим количеством организаций. В зависимости от статуса организаций различают следующие виды стандартов:

- стандарты отдельных фирм, например существуют стандарты компании IBM или компании Sun;
- стандарты специальных комитетов и объединений создаются несколькими компаниями, например стандарты технологии ATM, разрабатываемые специально созданным объединением ATM Forum, которое насчитывает около 100 коллективных участников, или стандарты союза Fast Ethernet Alliance, касающиеся технологии 100 Мбит Ethernet;
- национальные стандарты, например стандарт FDDI, представляющий один из многочисленных стандартов института ANSI, или стандарты безопасности для операционных систем, разработанные центром NCSC Министерства обороны США;
- международные стандарты, например модель и стек коммуникационных протоколов Международной организации по стандартизации (ISO), многочисленные стандарты Международного союза электросвязи (ITU), в том числе стандарты на сети с коммутацией пакетов X.25, сети Frame Relay, ISDN, модемы и многие другие.



## Тема. Открытые системы.

Для пользователя открытые системы обеспечивают следующее:

- новые возможности сохранения сделанных вложений благодаря свойствам эволюции, постепенного развития функций систем, замены отдельных компонентов без перестройки всей системы;
- освобождение от зависимости от одного поставщика аппаратных или программных средств, возможность выбора продуктов из предложенных на рынке при условии соблюдения поставщиком соответствующих стандартов открытых систем;
- дружественность среды, в которой работает пользователь, мобильность персонала в процессе эволюции системы;
- возможность использования информационных ресурсов, имеющихся в других системах (организациях).



## Тема. Открытые системы.

Организация взаимодействия между устройствами - сложная задача.

Для решения сложных задач используется универсальный прием - **декомпозиция**, то есть разбиение одной сложной задачи на несколько более простых задач-модулей.

Процедура декомпозиции включает в себя определение:

- функций каждого модуля, решающего отдельную задачу;
- интерфейсов между ними.

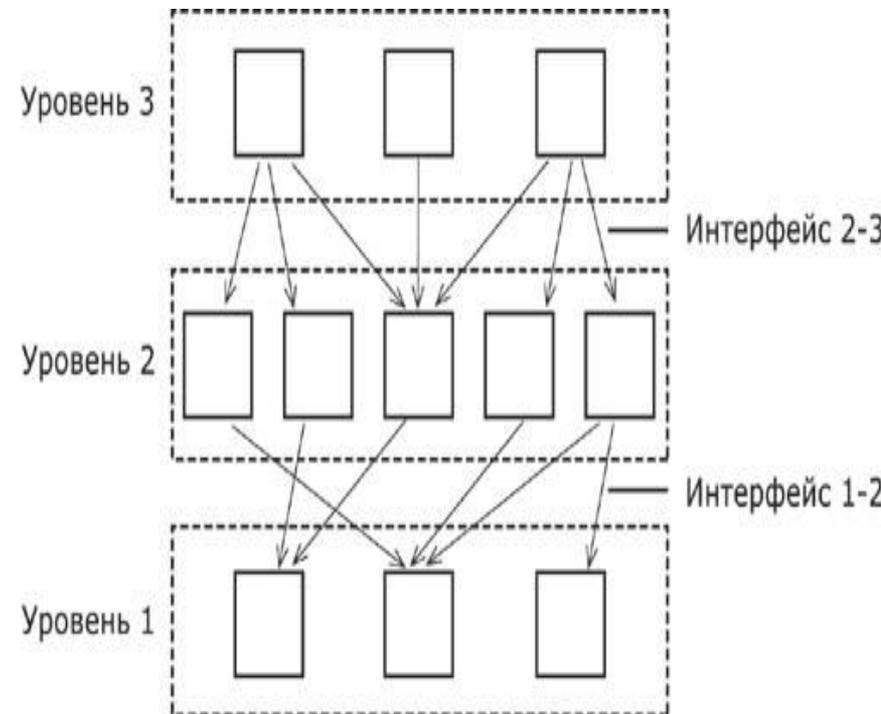
В результате достигается **логическое упрощение** задачи, а кроме того, появляется **возможность модификации** отдельных модулей без изменения остальной части системы.



## Тема. Открытые системы.

При декомпозиции часто используют **многоуровневый подход**. Он заключается в следующем:

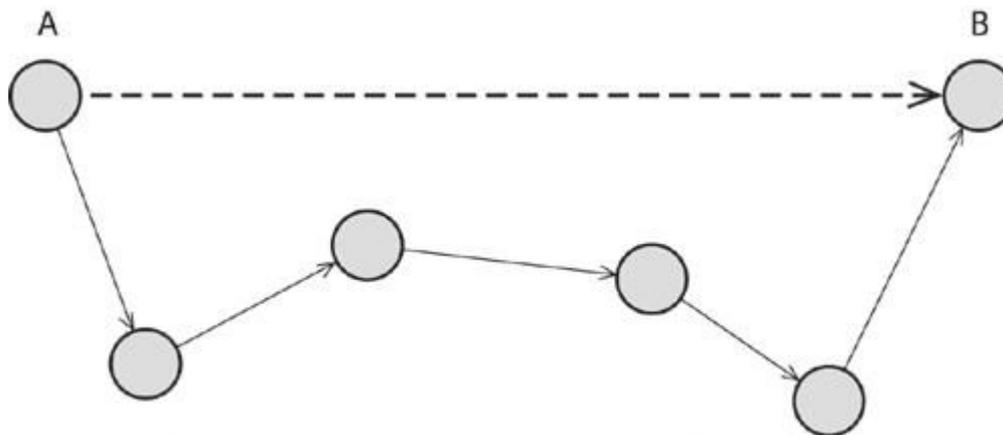
- **все множество** модулей, решающих частные задачи, **разбивают на группы** и упорядочивают по уровням, образующим иерархию;
- в соответствии с принципом иерархии **для каждого промежуточного уровня** можно указать непосредственно примыкающие к нему соседние **вышележащий и нижележащий уровни**;
- **группа модулей**, составляющих каждый **уровень**, должна быть сформирована таким образом, чтобы все модули этой группы для выполнения своих задач обращались с **запросами только** к модулям **соседнего нижележащего уровня**;
- с другой стороны, **результаты работы** всех модулей, отнесенных к некоторому уровню, могут быть переданы **только модулям соседнего вышележащего уровня**.





## Тема. Открытые системы.

Средства сетевого взаимодействия тоже могут быть представлены в форме иерархически организованного множества модулей. В этом случае модули нижнего уровня способны, в частности, решать все вопросы, связанные с надежной передачей электрических сигналов между двумя соседними узлами. Модули более высокого уровня создадут транспортировку сообщений в пределах всей сети, используя для этого средства нижележащего уровня. На верхнем уровне работают модули, которые предоставляют пользователям доступ к различным службам, среди которых файловая служба, служба печати и т. п.

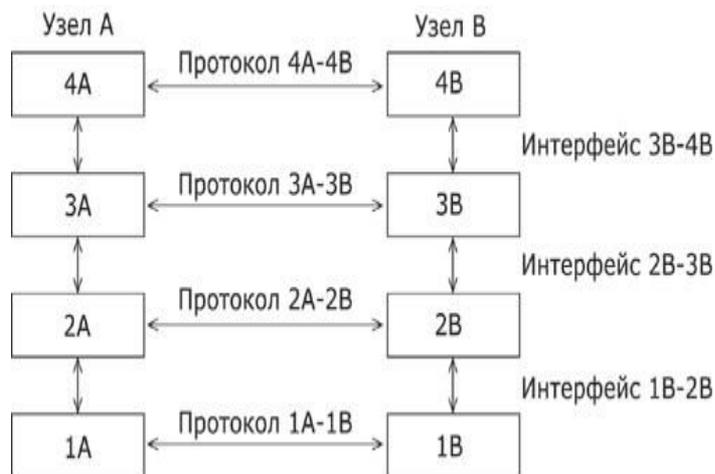




## Тема. Открытые системы.

Многоуровневое представление средств сетевого взаимодействия имеет свою специфику, связанную с тем, что в **процессе обмена** сообщениями **участвуют две стороны**, то есть в данном случае необходимо организовать **согласованную работу двух "иерархий"**, работающих на разных компьютерах. Например, они должны согласовать уровни и форму электрических сигналов, способ определения длины сообщений, договориться о методах контроля достоверности и т. п.

Другими словами, соглашения должны быть приняты для всех уровней, начиная от самого низкого — уровня передачи битов — до самого высокого, реализующего сервис для пользователей сети.



**Уровень** – логическая часть структуры, на которой решаются строго определенные задачи.

**Служба (или сервис)** – набор функций и услуг, который более низкий уровень предоставляет более высокому.



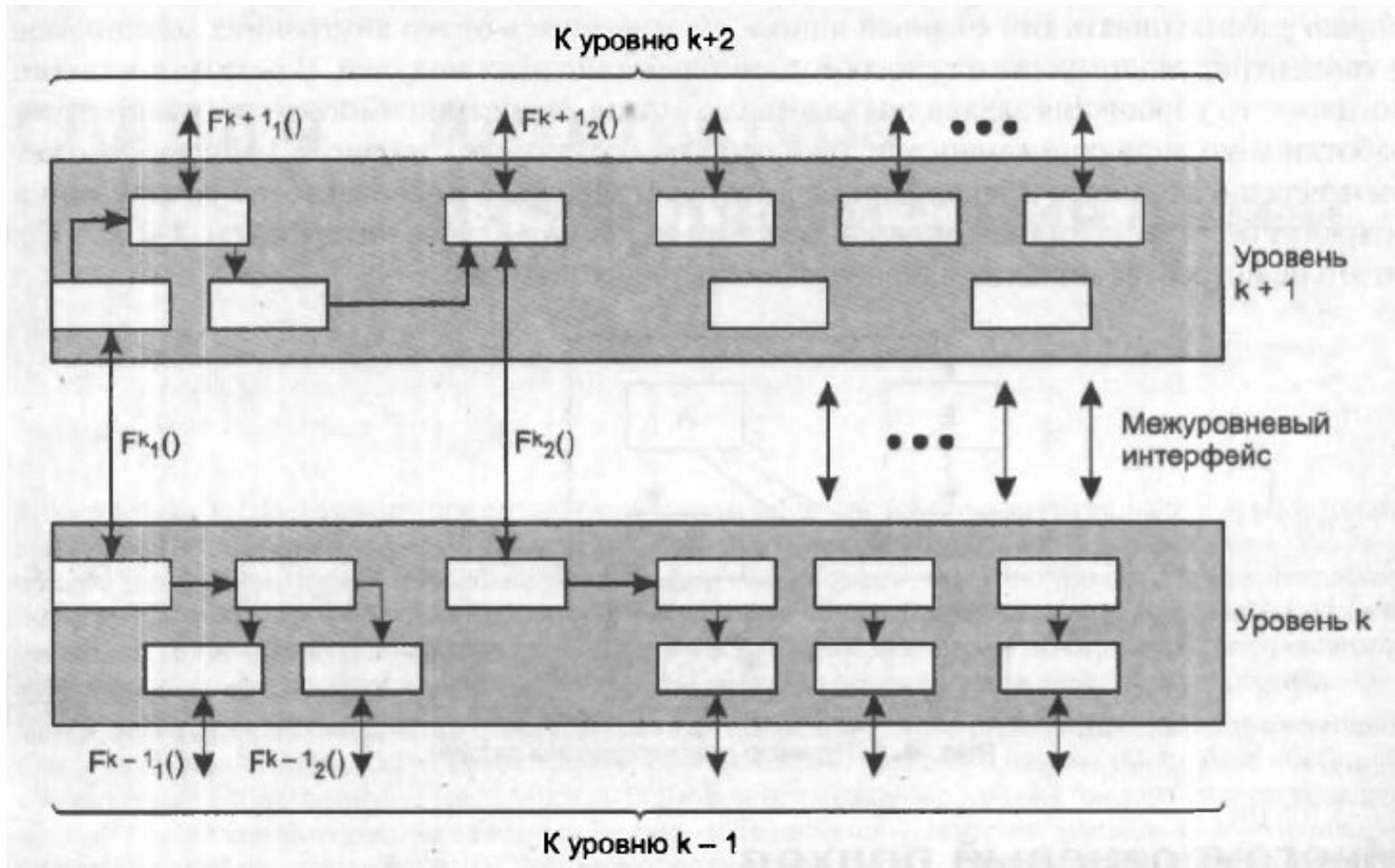
## Тема. Открытые системы.

Формализованные правила, определяющие последовательность и формат сообщений, которыми обмениваются сетевые компоненты, лежащие на одном уровне, но в разных узлах, называются **протоколом**.

Модули, реализующие протоколы соседних уровней и находящиеся в одном узле, также взаимодействуют друг с другом в соответствии с четко определенными правилами с помощью стандартизированных форматов сообщений. Эти правила принято называть **интерфейсом**

Иерархически организованный набор протоколов, достаточный для организации взаимодействия узлов в сети, называется **стеком коммуникационных протоколов**.

## Понятие межуровневый ИНТЕРФЕЙС



## ПРИМЕР. Понятия ПРОТОКОЛ и ИНТЕРФЕЙС



По сути, термины «протокол» и «интерфейс» выражают одно и то же понятие — формализованное описание процедуры взаимодействия двух объектов, но традиционно в сетях за ними закрепили разные области действия:

- протоколы определяют правила взаимодействия модулей одного уровня в разных узлах,
- интерфейсы — правила взаимодействия модулей соседних уровней в одном узле.



## Модель взаимодействия открытых систем

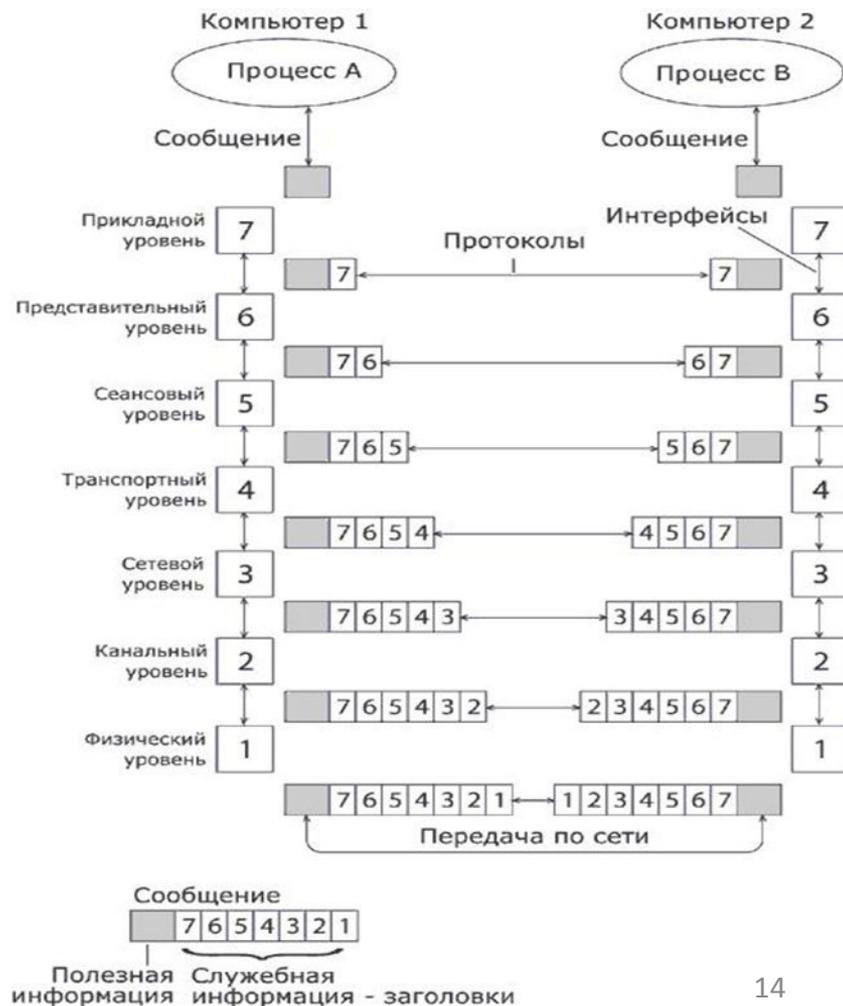
(Open System Interconnection, OSI)

определяет различные уровни взаимодействия систем в сетях с коммутацией пакетов, дает им стандартные имена и указывает, какие функции должен выполнять каждый уровень.

Дата создания – начало 80-х

Название - Модель ISO/OSI

Организация - ISO (Международная организация по стандартизации, ИСО (International Organization for Standardization, ISO) — международная организация, занимающаяся выпуском стандартов.)





### Предпосылки создания модели OSI

К концу 70-х годов в мире уже существовало большое количество фирменных стеков коммуникационных протоколов. Подобное разнообразие средств межсетевого взаимодействия вывело на первый план проблему несовместимости устройств, использующих разные протоколы.

Одним из путей разрешения этой проблемы в то время виделся всеобщий переход на единый, общий для всех систем стек протоколов, созданный с учетом недостатков уже существующих стеков.

Такой подход к созданию нового стека начался с разработки модели OSI и занял семь лет (с 1977 по 1984 год).

Назначение модели OSI состоит в обобщенном представлении средств сетевого взаимодействия. Она разрабатывалась в качестве своего рода универсального языка сетевых специалистов, именно поэтому ее называют справочной моделью.



**Эталонная модель  
взаимодействия открытых систем - ВОС  
(Open System Interconnection, OSI)**

определяет различные уровни взаимодействия систем, дает им стандартные имена и указывает, какие функции должен выполнять каждый уровень:

- 7. Прикладной уровень (Application layer)**
- 6. Уровень представления (Presentation layer)**
- 5. Сеансовый уровень (Session layer)**
- 4. Транспортный уровень (Transport layer)**
- 3. Сетевой уровень (Network layer)**
- 2. Канальный уровень (Data Link layer)**
- 1. Физический уровень (Physical layer)**



## Тема. Открытые системы.

**Физический уровень:** управляет физической средой передачи данных. Электрические, световые сигналы, типы кабелей и т.д. Оперировать битами данных.

**Канальный уровень:** обеспечивает создание, передачу и приём кадров данных. На этом уровне обычно функционируют коммутаторы. Например стандарт Ethernet. (IEEE 802.3)

**Сетевой уровень:** маршрутизация пакетов, определение дальнейшего пути передачи пакетов. На этом уровне функционируют маршрутизаторы. Например, протокол IP – протокол межсетевое взаимодействия, ICMP – протокол контрольных сообщений.

**Транспортный уровень:** обеспечивает передачу данных с определённой степенью надёжности. От надёжных TCP, до простых дейтаграмм UDP протокола. Оперировать сегментами.

**Сеансовый уровень:** обеспечивает поддержание сеанса связи, позволяя создавать устойчивое долговременное соединение. Оперировать данными.

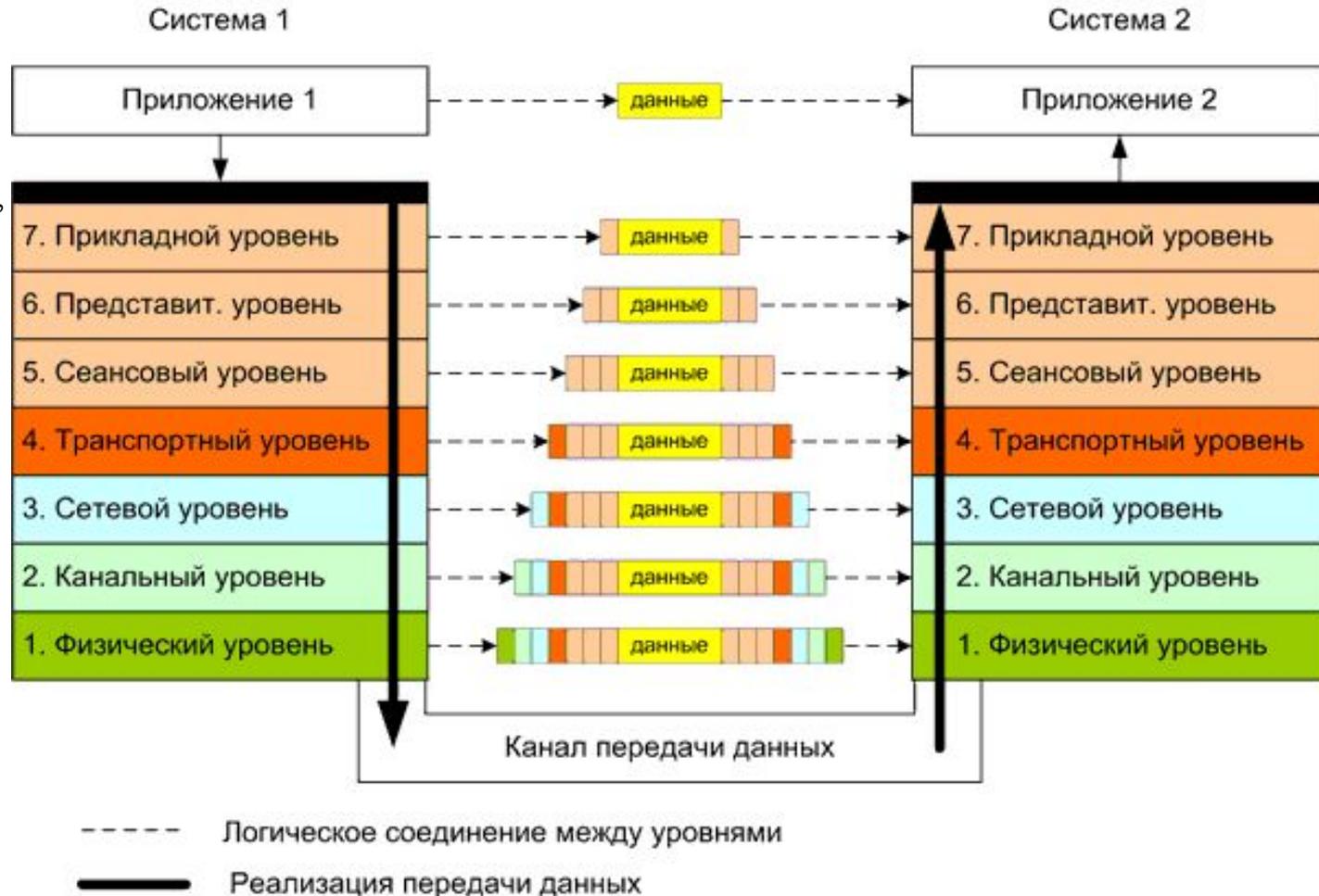
**Уровень представления:** обеспечивает представление данных к «удобному» виду, для обмена между различными приложениями. Сюда входит и кодирование информации, сжатие, шифрование. Исходя из названия – «представляют» данные к нормальной форме.

**Прикладной уровень:** обеспечивает взаимодействие приложений с сетью. Самый верхний уровень модели OSI, самый близкий к пользователю. Сюда относятся HTTP, POP3, FTP и другие протоколы, позволяющие обмениваться данными.



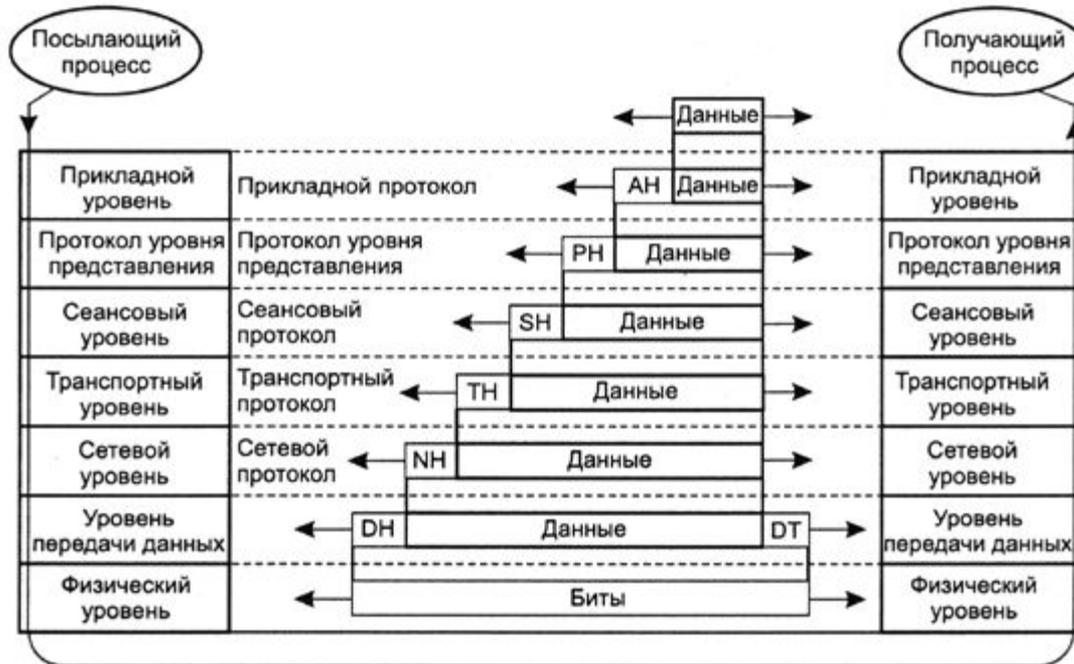
## Тема. Открытые системы.

Модель OSI описывает только системные средства взаимодействия, реализуемые операционной системой, системными утилитами, системными аппаратными средствами. Модель не включает средства взаимодействия приложений конечных пользователей. Важно различать уровень взаимодействия приложений и прикладной уровень семиуровневой модели.





# Тема. Открытые системы.





## Тема. Открытые системы.



### Физический уровень

Физический уровень (physical layer) имеет дело с передачей потока битов по физическим каналам связи, таким как коаксиальный кабель, витая пара, оптоволоконный кабель и т.д. Функции физического уровня реализуются на всех устройствах, подключенных к сети. Со стороны компьютера функции физического уровня выполняются сетевым адаптером или последовательным портом.

Примером протокола физического уровня может служить спецификация 10Base-T технологии Ethernet, которая определяет в качестве используемого кабеля неэкранированную витую пару категории 3 с волновым сопротивлением 100 Ом, разъем RJ-45, максимальную длину физического сегмента 100 метров, манчестерский код для представления данных в кабеле, а также некоторые другие характеристики среды и электрических сигналов.

Физический уровень не анализирует информацию, которую он передает. Для него эта информация представляет собой однородный поток битов, которые нужно доставить без искажений и в соответствии с заданной тактовой частотой (интервалом между соседними битами).



## Канальный уровень

Канальный уровень (data link layer) обеспечивает прозрачность соединения для сетевого уровня. Для этого он предлагает ему следующие услуги:

- установление логического соединения между взаимодействующими узлами;
- согласование в рамках соединения скоростей передатчика и приемника информации;
- обеспечение надежной передачи, обнаружение и коррекция ошибок.

Для решения этих задач канальный уровень формирует из пакетов собственные протокольные единицы данных — кадры, состоящие из поля данных и заголовка.

Канальный уровень помещает пакет в поле данных одного или нескольких кадров и заполняет собственной служебной информацией заголовки кадров.

Протоколы канального уровня реализуются как на конечных узлах (средствами сетевых адаптеров и их драйверов), так и на всех промежуточных сетевых устройствах.



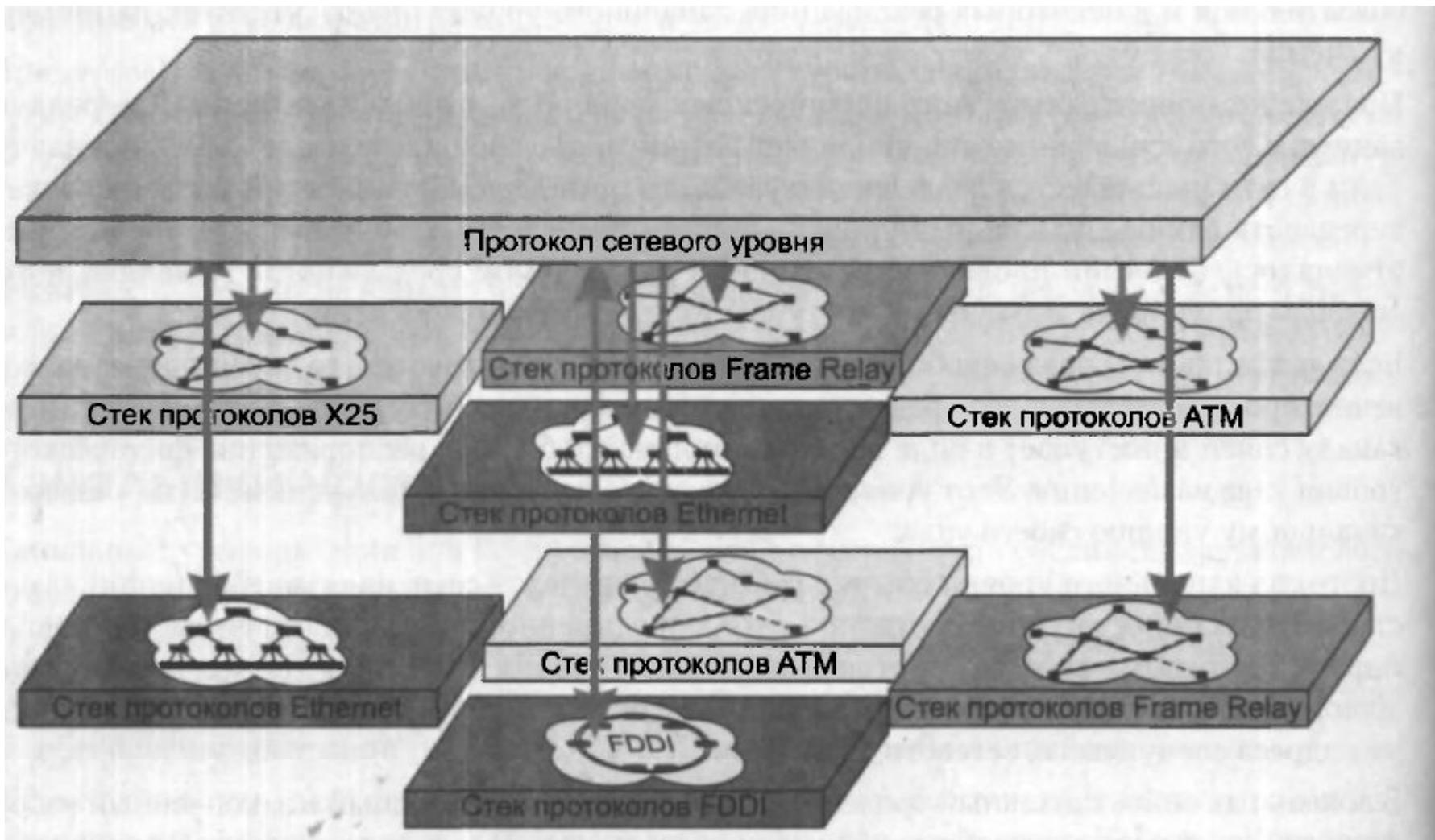
## Сетевой уровень

Сетевой уровень (network layer) служит для образования единой транспортной системы, объединяющей несколько сетей, называемой составной сетью, или интернетом.

ПРИМЕЧАНИЕ. Не следует путать интернет (со строчной буквы) с Интернетом (с прописной буквы). Интернет - это самая известная и охватывающая весь мир реализация составной сети, построенная на основе технологии ТСП/IP.

Для того чтобы протоколы сетевого уровня могли доставлять пакеты любому узлу составной сети, эти узлы должны иметь адреса, уникальные в пределах данной составной сети. Такие адреса называются сетевыми, или глобальными. Каждый узел составной сети, который намерен обмениваться данными с другими узлами составной сети должен иметь сетевой адрес.

Сетевой уровень

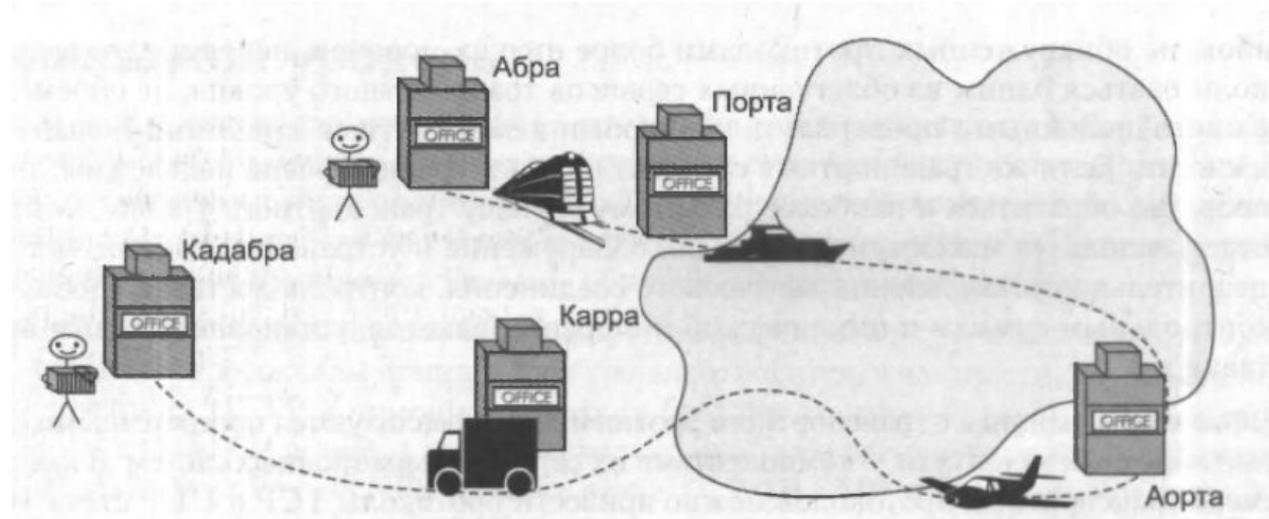




## Тема. Открытые системы.

### Сетевой уровень (ПРИМЕР-АНАЛОГИЯ)

Аналогия между функционированием сетевого уровня и международной почтовой службой (например DHL). Представим, что некоторый груз необходимо доставить из города Абра в город Кадабра, причем эти города расположены на разных континентах.



Для доставки груза международная почта использует услуги различных региональных перевозчиков: железную дорогу, морской транспорт, авиаперевозчиков, автомобильный транспорт. Эти перевозчики могут рассматриваться как аналоги сетей канального уровня, причем каждая «сеть» здесь построена на основе собственной технологии. Из этих региональных служб международная почтовая служба должна организовать единую слаженно работающую сеть. Для этого международная почтовая служба должна,

- во-первых, продумать маршрут перемещения почты,
- во-вторых, координировать работу в пунктах смены перевозчиков (например, выгружать почту из вагонов и размещать ее в транспортном отсеке самолета).

Каждый же перевозчик ответственен только за перемещение почты по своей части пути и не несет никакой ответственности за состояние почты за его пределами.



## Транспортный уровень

На пути от отправителя к получателю пакеты могут быть искажены или утеряны. Хотя некоторые приложения имеют собственные средства обработки ошибок, существуют и такие, которые предпочитают сразу иметь дело с надежным соединением.

Транспортный уровень (transport layer) обеспечивает приложениям или верхним уровням стека — прикладному, представления и сеансовому — передачу данных с той степенью надежности, которая им требуется. Модель OSI определяет пять классов транспортного сервиса от низшего класса 0 до высшего класса 4. Эти виды сервиса отличаются качеством предоставляемых услуг:

- срочностью,
- возможностью восстановления прерванной связи,
- наличием средств мультиплексирования нескольких соединений между различными прикладными протоколами через общий транспортный протокол, а главное — способностью к обнаружению и исправлению ошибок передачи, таких как искажение, потеря и дублирование пакетов



## Сеансовый уровень

Сеансовый уровень (session layer) управляет взаимодействием сторон: фиксирует, какая из сторон является активной в настоящий момент, и предоставляет средства синхронизации сеанса. Эти средства позволяют в ходе длинных передач сохранять информацию о состоянии этих передач в виде контрольных точек, чтобы в случае отказа можно было вернуться назад к последней контрольной точке, а не начинать все с начала.

На практике немногие приложения используют сеансовый уровень, и он редко реализуется в виде отдельных протоколов. Функции этого уровня часто объединяют с функциями прикладного уровня и реализуют в одном протоколе.



### Уровень представления

Уровень представления (presentation layer), обеспечивает представление передаваемой по сети информации, не меняя при этом ее содержания. За счет уровня представления информация, передаваемая прикладным уровнем одной системы, всегда понятна прикладному уровню другой системы. С помощью средств данного уровня протоколы прикладных уровней могут преодолеть синтаксические различия в представлении данных или же различия в кодах символов, например кодов ASCII и EBCDIC.

На этом уровне могут выполняться шифрование и дешифрирование данных, благодаря которым секретность обмена данными обеспечивается сразу для всех прикладных служб.



## **Прикладной уровень**

Прикладной уровень (application layer) — это в действительности просто набор разнообразных протоколов, с помощью которых пользователи сети получают доступ к разделяемым ресурсам, таким как файлы, принтеры или гипертекстовые веб-страницы, а также организуют свою совместную работу, например, по протоколу электронной почты. Единица данных, которой оперирует прикладной уровень, обычно называется сообщением.

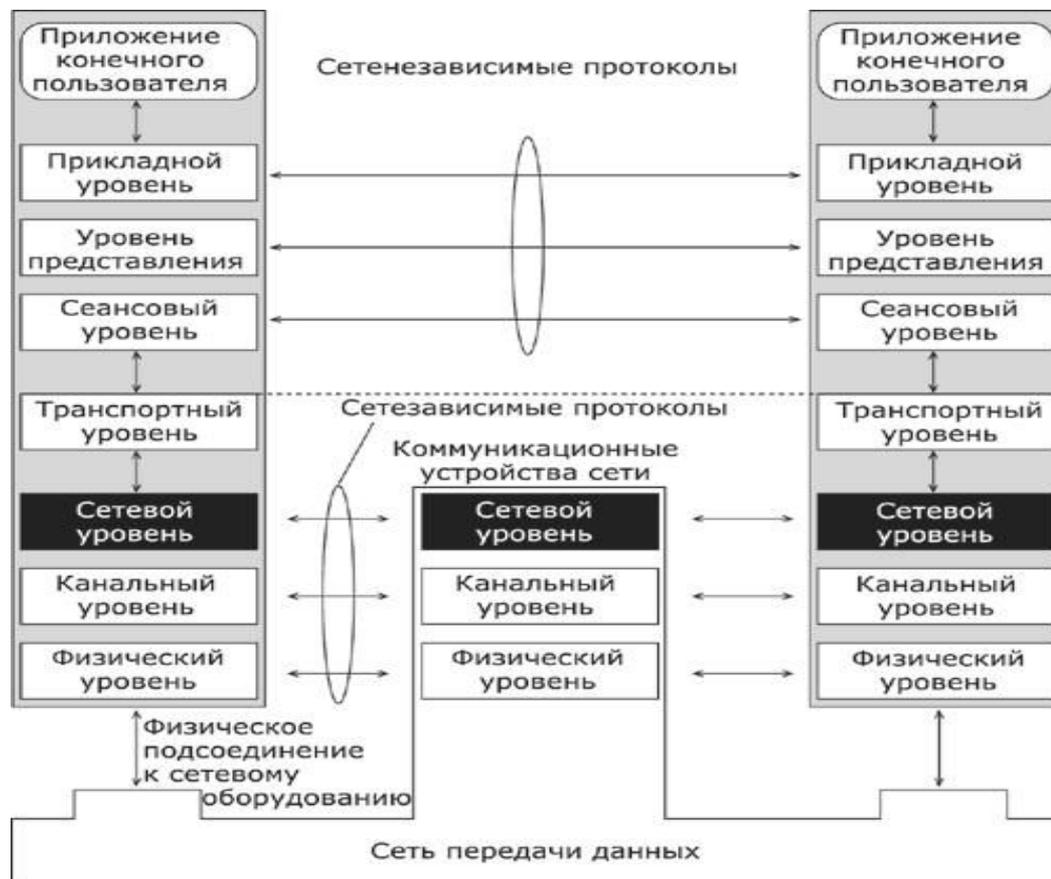
Существует очень большое разнообразие протоколов и соответствующих служб прикладного уровня. К протоколам прикладного уровня относится, в частности, упоминавшийся ранее протокол HTTP, с помощью которого браузер взаимодействует с веб-сервером.



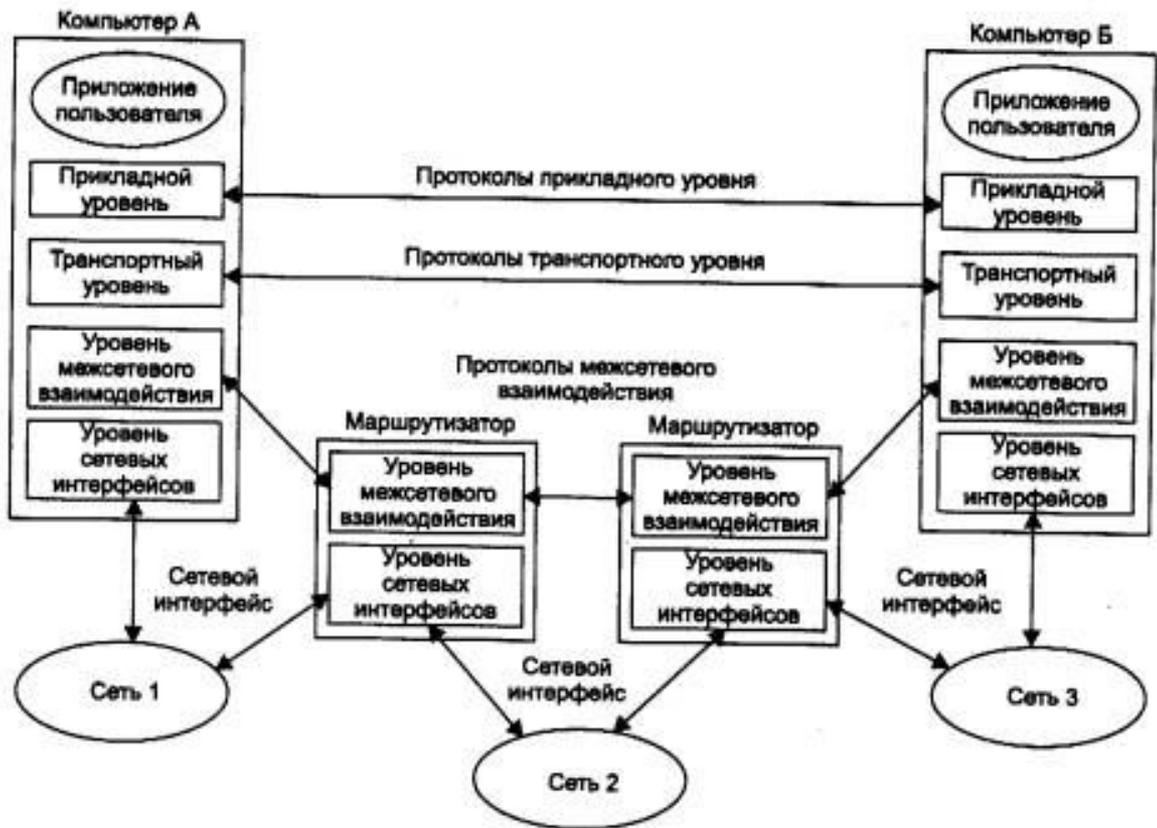
Инкапсуляция



Сетезависимые и сетезависимые уровни модели OSI

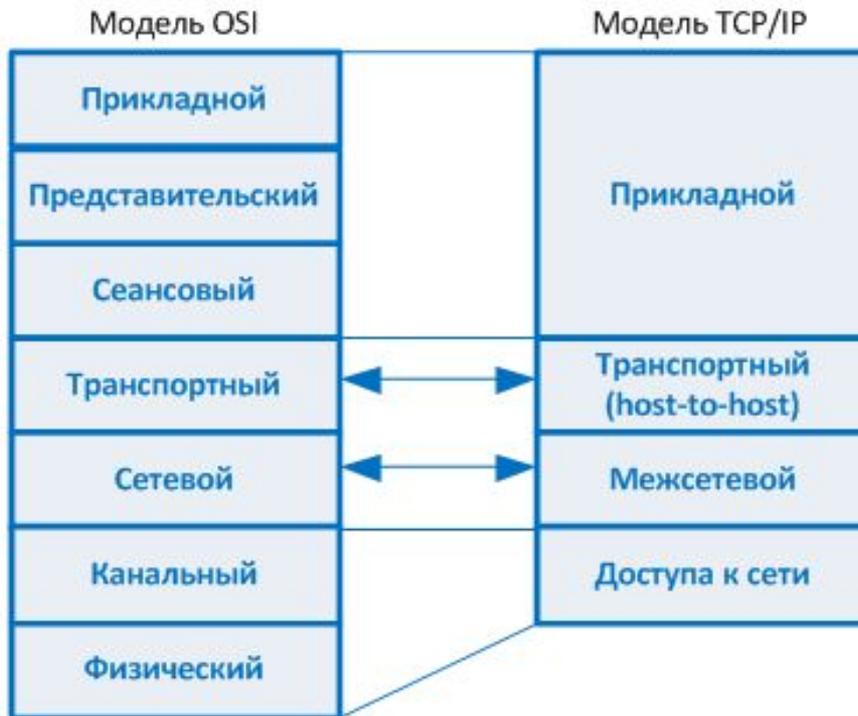








## Тема. Открытые системы.

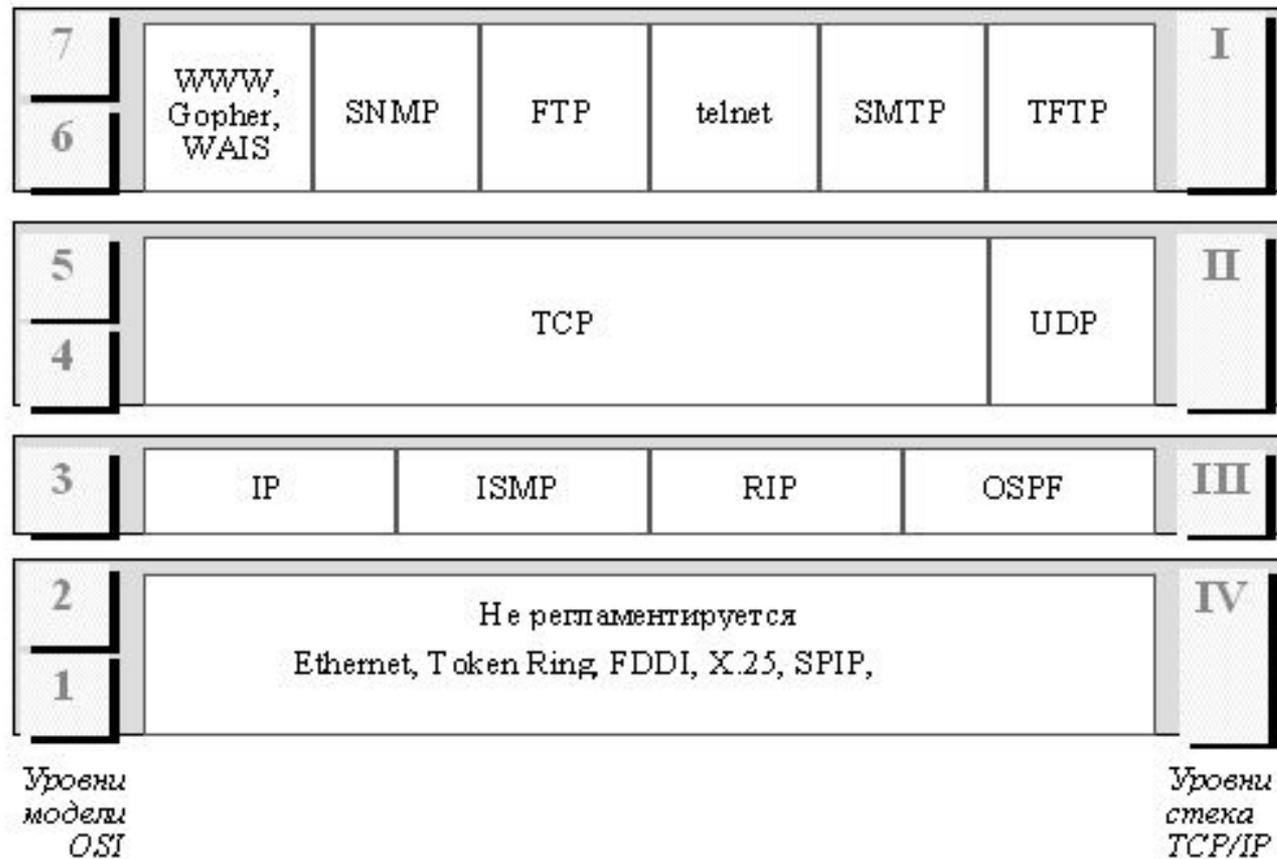


### Модель OSI

- Имеет теоретическую ценность и на практике в чистом виде реализована не была
- Четко определяет понятие «открытая система»
- Используется для сравнительного анализа и при разработке сетевых моделей
- Проект открыт в 1983 г. И свернут в 1996 г.
- Проект не выдержал конкуренции с моделью TCP/IP , на которой основан Интернет



## Тема 3. Открытые системы.





## Тема 3. Открытые системы.

### Основные выводы

**Проблема взаимосвязи открытых систем** чрезвычайно сложна. Она охватывает весь спектр механизмов взаимосвязи распределенных сущностей, включая как обмены данными на физическом уровне, так и обмены информацией между прикладными процессами.

**Эффективной моделью средств взаимодействия компьютеров в сети** является многоуровневая структура, в которой модули вышележащего уровня при решении своих задач рассматривают средства нижележащего уровня как некий инструмент. Каждый уровень данной структуры поддерживает интерфейсы двух типов. Во-первых, это интерфейсы услуг с выше- и нижележащими уровнями «своей» иерархии средств. Во-вторых, это одноранговый интерфейс со средствами другой взаимодействующей стороны, расположенными на том же уровне иерархии. Этот интерфейс называют протоколом.

**Стандартизация** функций информационного обмена между вычислительными системами имеет решающее значение для создания компьютерных сетей, интеграции предоставляемых ими ресурсов и услуг.