

---

# Архитектура и стандартизация сетей

# Архитектура сети (взаимодействие двух узлов)

## Многоуровневый подход

**Интерфейс** определяет правила взаимодействия модулей соседних уровней в одном узле

**Протоколы** определяют правила взаимодействия модулей одного уровня в разных узлах

**Стек протоколов** определяет набор протоколов для взаимодействия двух узлов

# Эталонная модель OSI (история создания)

---

- К концу 70-х годов в мире существовало **разнообразие средств межсетевого взаимодействия**, что вывело на первый план проблему **несовместимости устройств**, использующих разные протоколы.
  - Одним из путей разрешения этой проблемы виделся всеобщий **переход на единый стек протоколов**, созданный с учетом недостатков уже существующих стеков.
  - Такой подход 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 универсального языка сетевых специалистов, именно поэтому ее называют справочной моделью.
-

# Эталонная модель OSI (история создания)

---

- В начале 80-х годов ряд международных организаций по стандартизации, в частности *International Organization for Standardization (ISO)*, а также *International Telecommunications Union (ITU)*, — разработали **стандартную модель взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection, OSI)**.
  - *Примечание: Открытая система* есть система (компьютерная сеть, программный пакет), построенная в соответствии со стандартом, принятым заинтересованными сторонами (содержит описание аппаратных или программных компонентов, способов их функционирования и взаимодействия с другими компонентами).
-

# Эталонная модель OSI (состав)

---

- Модель OSI определяет
  - уровни взаимодействия систем в сетях с коммутацией пакетов,
  - стандартные названия уровней,
  - функции, которые должен выполнять каждый уровень.

**Замечание:** В OSI для обозначения единиц обмена данными конкретных уровней используются названия: сообщение, кадр, пакет, дейтаграмма, сегмент.

---

# Семь уровней модели OSI

7	Прикладной уровень	→ Сетевые процессы с прикладными программами
6	Уровень представления	→ Представление данных
5	Сеансовый уровень	→ Связь между хостами
4	Транспортный уровень	→ Связь между конечными устройствами
3	Сетевой уровень	→ Адреса и маршрутизация
2	Канальный уровень	→ Доступ к среде передачи данных
1	Физический уровень	→ Двоичная передача

# Архитектура сети (взаимодействие двух узлов в эталонной модели OSI)

---

- Пусть узел 1 взаимодействует с узлом 2. Для этого узел 1 обращается с запросом к **прикладному уровню** (формируется *сообщение*).
  - Далее прикладной уровень направляет сообщение вниз по стеку **уровню представления**.
  - Протокол уровня представления выполняет требуемые действия и добавляет к сообщению собственную служебную информацию — заголовок уровня представления, в котором содержатся указания для протокола уровня представления.
  - Полученное в результате сообщение передается вниз **сеансовому уровню**, который в свою очередь добавляет свой заголовок и т. д.
  - Сообщение достигает **физического уровня**, который и передает его по линиям связи машине-адресату. Сообщение «обрастает» заголовками всех уровней.
-

# Архитектура сети (взаимодействие двух узлов в эталонной модели OSI)

---

- **Физический уровень** помещает сообщение на физический выходной интерфейс компьютера 1 (узла 1), и оно начинает свое «путешествие» по сети (до этого момента сообщение передавалось от одного уровня другому в пределах компьютера 1).
  - Когда сообщение по сети поступает на входной интерфейс компьютера 2, оно принимается его **физическим уровнем** и последовательно перемещается вверх с уровня на уровень. Каждый уровень анализирует и обрабатывает заголовок своего уровня, а затем удаляет этот заголовок и передает сообщение вышележащему уровню.
-

# Физический уровень модели OSI

- **Физический уровень (physical layer)** связан с передачей потока битов по физическим каналам связи, таким как коаксиальный кабель, витая пара, оптоволоконный кабель (см. **лекция №1**: коаксиальный кабель, витая пара, оптоволоконный кабель, **лекция №2**: дейтаграмма, логическое соединение, виртуальный канал).
- 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 витую пару.
- Физический уровень не вникает в смысл информации, которую он передает. Для него эта информация представляет однородный поток битов, которые нужно доставить без искажений.

# Канальный уровень модели OSI

---

- **Канальный уровень (data link layer)** работает в режиме коммутации пакетов (происходит разбиение входных данных на **кадры (frames)**).
- Обеспечивает доставку данных (кадров) только между соседними узлами сети.
- Задачей канального уровня является проверка доступности разделяемой среды.
- Задачей канального уровня является обнаружение и коррекция ошибок.
  - Канальный уровень добавляет к кадру контрольную сумму (контрольную последовательность кадра (FCS)).
  - По ее значению узел определяет были или нет искажены данные кадра в процессе передачи по сети.
  - Исправление ошибок происходит за счет повторной передачи поврежденных кадров.

*Замечание:* Адреса канального уровня есть MAC-адреса.

---

# Сетевой уровень модели OSI

---

- **Сетевой уровень (network layer)** служит для образования единой транспортной системы, объединяющей несколько сетей (составная сеть).
  - Технология, позволяющая соединить в единую сеть множество сетей, называется **технологией межсетевого взаимодействия** (internetworking).
  - Задачей сетевого уровня является определение оптимального маршрута данных на основе сетевого адреса.
  - Данные на сетевом уровне образуют **пакет** и содержат информацию об адресе назначения этого пакета.
  - Адреса сетевого уровня есть NET-адреса (сетевой адрес).
  - Функции сетевого уровня реализуются:
    - группой протоколов:
      - маршрутизируемые (продвижение пакетов через сеть),
      - маршрутизирующие (выбор маршрута продвижения пакетов),
    - специальными устройствами — маршрутизаторами.
-

# Транспортный уровень модели OSI

---

- **Транспортный уровень (transport layer)** обеспечивает передачу данных с определенной степенью надежности.
  - Сервисы (предоставляемые услуги) транспортного уровня: срочность, возможностью восстановления прерванной связи, способность к обнаружению и исправлению ошибок передачи, таких как искажение, потеря и дублирование **пакетов.**
-

# Сеансовый уровень модели OSI

---

- **Сеансовый уровень (session layer)** обеспечивает управление взаимодействием сторон (связь между хостами): фиксирует, какая из сторон является активной в настоящий момент, и предоставляет средства синхронизации сеанса связи.
-

# Уровень представления модели OSI

---

- **Уровень представления (presentation layer),** обеспечивает кодирование передаваемых данных определенным стандартным образом.
    - Большинство программ обменивается не двоичными блоками данных, а именами людей, датами, денежными суммами и счетами на товары.
    - Подобная информация состоит из текстовых строк, чисел в различных форматах и других структур данных.
    - На различных компьютерах могут использоваться различные формы представления строковых данных (например, ASCII и Unicode), целых чисел и т.д.
  - Чтобы общение компьютеров с различным представлением данных было возможным, необходимо преобразовывать различные форматы представления данных друг в друга, передавая их по сети в стандартизованном виде.
  - Эти преобразования и осуществляет уровень представления.
-

# Прикладной уровень модели OSI

---

- **Прикладной уровень (application layer)** определяет набор разнообразных протоколов, с помощью которых пользователи сети:
    - получают доступ к разделяемым ресурсам (файлам, принтерам, гипертекстовым веб-страницам),
    - организуют свою совместную работу.
  - Единица данных, которой оперирует прикладной уровень, называется **сообщением**.
-

# Резюме

---

Модель основана на концепции стека независимых протоколов.

□ **Наибольший вклад OSI** – это четкое разделение трех концепций: служба, интерфейс, протокол

□ **Причины неудачи OSI:**  
неудачная технология;  
неудачная реализация;  
неудачная политика

---

# Зачем нужны эталонные модели с многоуровневым подходом?

---

- Эталонные модели делят взаимосвязанные аспекты работы сети на менее сложные элементы.
  - Определяют интерфейсы для автоматического интегрирования в систему новых устройств и обеспечения совместимости сетевых продуктов разных поставщиков.
-

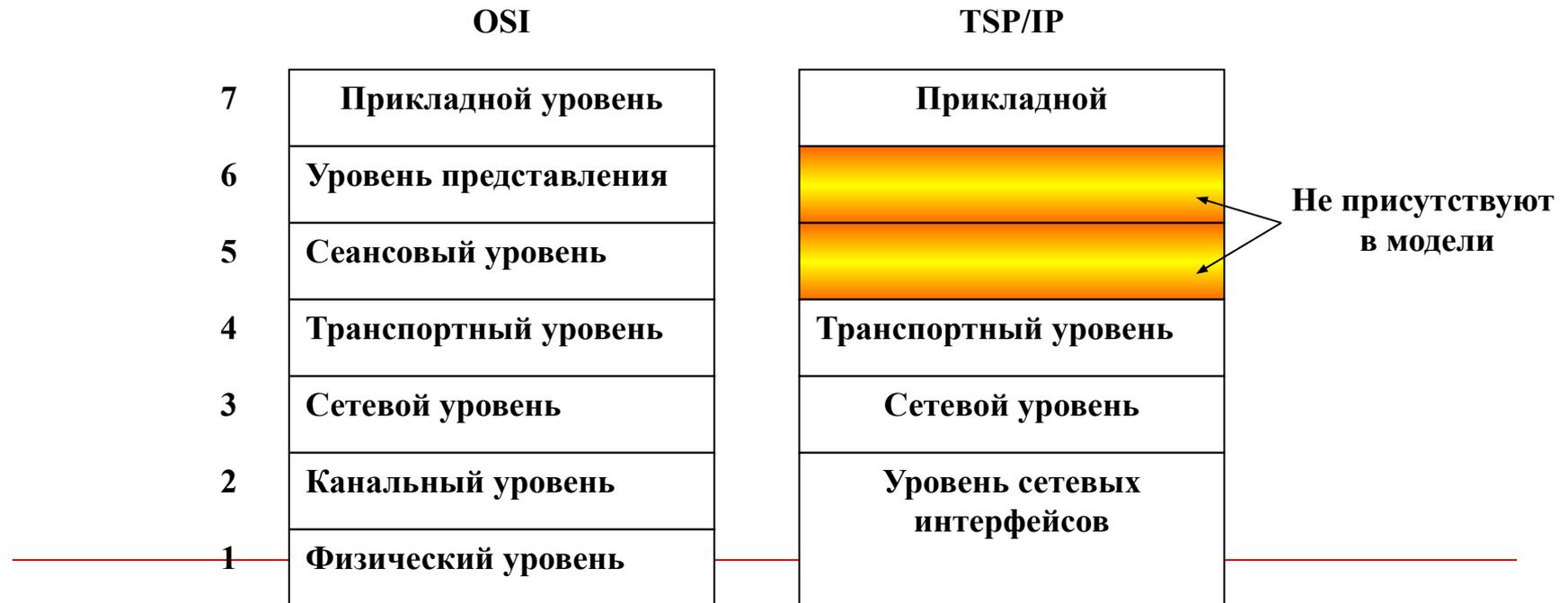
# Зачем нужны эталонные модели с многоуровневым подходом?

---

- Изменения в одной области не требуют изменений в других областях, что позволяет отдельным областям развиваться быстрее.
  - Делят сложную межсетевую структуру на дискретные, более простые для изучения подмножества операций.
-

# Эталонная модель TSP/IP

- Главной целью новой архитектуры являлась возможность объединения различных сетей в единое целое с помощью имеющихся протоколов. Она получила название по своим двум основным протоколам TCP и IP.



# Прикладной уровень модели TCP/IP

---

- **Прикладной уровень** стека TCP/IP соответствует трем верхним уровням модели OSI: прикладному, представления и сеансовому.
  - За долгие годы использования в сетях различных стран и организаций стек TCP/IP накопил большое количество протоколов и служб прикладного уровня. К ним относятся:
    - протокол передачи файлов (**FTP**),
    - протокол эмуляции терминала (**telnet**),
    - протокол передачи электронной почты (**SMTP**),
    - протокол передачи гипертекста (**HTTP**) и многие другие.
-

# Транспортный уровень модели ТСР/ІР

---

- **Транспортный уровень** стека ТСР/ІР может предоставлять вышележащему уровню два типа сервиса:
    - протокол управления передачей (**ТСР**);
    - протокол пользовательских дейтаграмм (**UDP**).
-

# Транспортный уровень модели ТСР/IP (протокол ТСР)

---

- Чтобы обеспечить надежную доставку данных протокол ТСР предусматривает установление логического соединения, что позволяет ему
    - нумеровать пакеты,
    - подтверждать их прием квитанциями,
    - в случае потери организовывать повторные передачи,
    - распознавать и уничтожать дубликаты,
    - доставлять прикладному уровню пакеты в том порядке, в котором они были отправлены.
  - ТСР дает возможность без ошибок доставить сформированный на одном из компьютеров поток байтов в любой другой компьютер, входящий в составную сеть.
  - ТСР делит поток байтов на фрагменты и передает их нижележащему уровню.
  - Этот протокол позволяет объектам на компьютере-отправителе и компьютере-получателе поддерживать обмен данными в дуплексном режиме.
-

# Транспортный уровень модели TCP/IP (протокол UDP)

---

- UDP — является простейшим дейтаграммным протоколом.
  - В функции протоколов транспортного уровня TCP и UDP входит исполнение роли связующего звена между прилегающими к ним прикладным уровнем и уровнем межсетевого взаимодействия.
    - От прикладного протокола транспортный уровень принимает задание на передачу данных с тем или иным качеством, а после выполнения рапортует ему об этом.
    - Программные модули, реализующие протоколы TCP и UDP, подобно модулям протоколов прикладного уровня, устанавливаются на хостах.
-

# Сетевой уровень модели ТСР/ІР

---

- **Сетевой уровень**, называемый также **уровнем интернета**, является стержнем всей архитектуры ТСР/ІР.
  - Он обеспечивает перемещение пакетов в пределах составной сети, образованной объединением множества сетей.
  - Протоколы сетевого уровня поддерживают интерфейс с вышележащим транспортным уровнем, получая от него запросы на передачу данных по составной сети, а также с нижележащим уровнем сетевых интерфейсов.
-

# Сетевой уровень модели ТСР/IP и его протоколы

---

- Основным протоколом сетевого уровня является межсетевой протокол (**IP**), который отвечает за **продвижение пакета между сетями**.
    - Протокол IP развертывается не только на хостах, но и на всех шлюзах.
    - Протокол IP — это дейтаграммный протокол, работающий без установления соединений.
  - **Вспомогательные протоколы для IP:**
    - **Протоколы маршрутизации RIP и OSPF**, на основании которых протокол IP перемещает пакеты в нужном направлении.
    - **Протокол межсетевых управляющих сообщений (ICMP)**, предназначенный для передачи информации об ошибках, возникших при передаче пакета.
    - **Протокол групповой адресации (IGMP)**, использующийся для направления пакета сразу по нескольким адресам.
-

# Уровень сетевых интерфейсов модели TCP/IP

---

- **Уровень сетевых интерфейсов** отвечает за организацию взаимодействия с технологиями сетей, входящих в составную сеть.
  - Задачу обеспечения интерфейса между технологией TCP/IP и любой другой технологией промежуточной сети можно свести:
    - к определению способа упаковки (инкапсуляции) IP-пакета в единицу передаваемых данных промежуточной сети;
    - к определению способа преобразования сетевых адресов в адреса технологии данной промежуточной сети.
-

# Уровень сетевых интерфейсов модели TCP/IP и его протоколы

---

- Поддерживает все популярные технологии:
    - для локальных сетей — это Ethernet, Token Ring, FDDI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet,
    - для глобальных сетей — протоколы двухточечных соединений SLIP и PPP, технологии X.25, Frame Relay, ATM.
  - Обычно при появлении новой технологии локальных или глобальных сетей, она быстро включается в стек TCP/IP путем разработки соответствующего документа RFC, определяющего метод инкапсуляции IP-пакетов в ее кадры.
-

# Стек протоколов OSI

---

- Важно различать *модель OSI* и *стек протоколов OSI*.
  - Модель OSI является концептуальной схемой взаимодействия открытых систем, стек OSI представляет собой набор конкретных протоколов.
-

# Стек протоколов OSI

7	<b>Прикладной уровень</b>	X.400 (электронная почта)	X.500 (служба каталогов)	VTP (протокол виртуального терминала)	FTAM (протокол передачи и управления файлами)	JTM (протокол пересылки и управления работами)
6	<b>Уровень представления</b>	Протокол уровня представления OSI				
5	<b>Сеансовый уровень</b>	Сеансовый протокол OSI				
4	<b>Транспортный уровень</b>	Транспортные протоколы OSI				
3	<b>Сетевой уровень</b>	ES-IS, IS-IS (протоколы маршрутизации), CONP, CLNP (протоколы, ориентированные на соединение и нет)				
2	<b>Канальный уровень</b>	Ethernet	Token Ring	FDDI	X.25	ISDN
1	<b>Физический уровень</b>					

# Стек протоколов TCP/IP (история создания)

---

- **Стек TCP/IP** был разработан по инициативе Министерства обороны США более 20 лет назад для связи экспериментальной сети ARPANET с другими сетями как набор общих протоколов для разнородной вычислительной среды.
  - Стек TCP/IP был разработан до появления модели OSI.
  - Большой вклад в развитие **стека TCP/IP, который получил свое название по популярным протоколам IP и TCP**, внес университет Беркли, реализовав протоколы стека в своей версии ОС Unix. Популярность этой операционной системы привела к широкому распространению протоколов TCP, IP и других протоколов стека.
  - Сегодня этот стек самый популярный и используется для связи компьютеров в Интернете, а также в огромном числе корпоративных сетей.
-

# Стек протоколов TCP/IP

Прикладной уровень	<b>FTP</b> протокол передачи файлов	<b>HTTP</b> протокол передачи гипертекста	<b>SMTP</b> протокол передачи электронной почты	<b>Telnet</b> протокол, где администратор удаленно конфигурирует маршрутизатор		
	<b>TCP</b> протокол управления передачей			<b>UDP</b> протокол пользовательских дейтаграмм		
	<b>IP</b> протокол, который отвечает за продвижение пакета между сетями		<b>ICMP</b> протокол межсетевых управляющих сообщений	<b>RIP и OSPF</b> протоколы маршрутизации	<b>IGMP</b> протокол групповой адресации	
	<b>Ethernet, Fast E, Gigabit E</b>	<b>Token Ring</b>	<b>FDDI</b>	<b>ATM</b>	<b>X.25</b>	<b>Frame Relay</b>
Уровень сетевых интерфейсов						

для локальных сетей

для глобальных сетей

# Вспомогательные протоколы стека TCP/IP

---

- **Протокол DNS** служит для преобразования адресов (преобразует символьные имена узлов в IP-адреса).
  - **Протокол DHCP** позволяет назначать IP-адреса узлам динамически, а не статистически (облегчение администрирования сети).
  - **Протокол SNMP** есть протокол прикладного уровня для управления сетью, который позволяет автоматически собирать информацию об ошибках и отказах устройств.
-

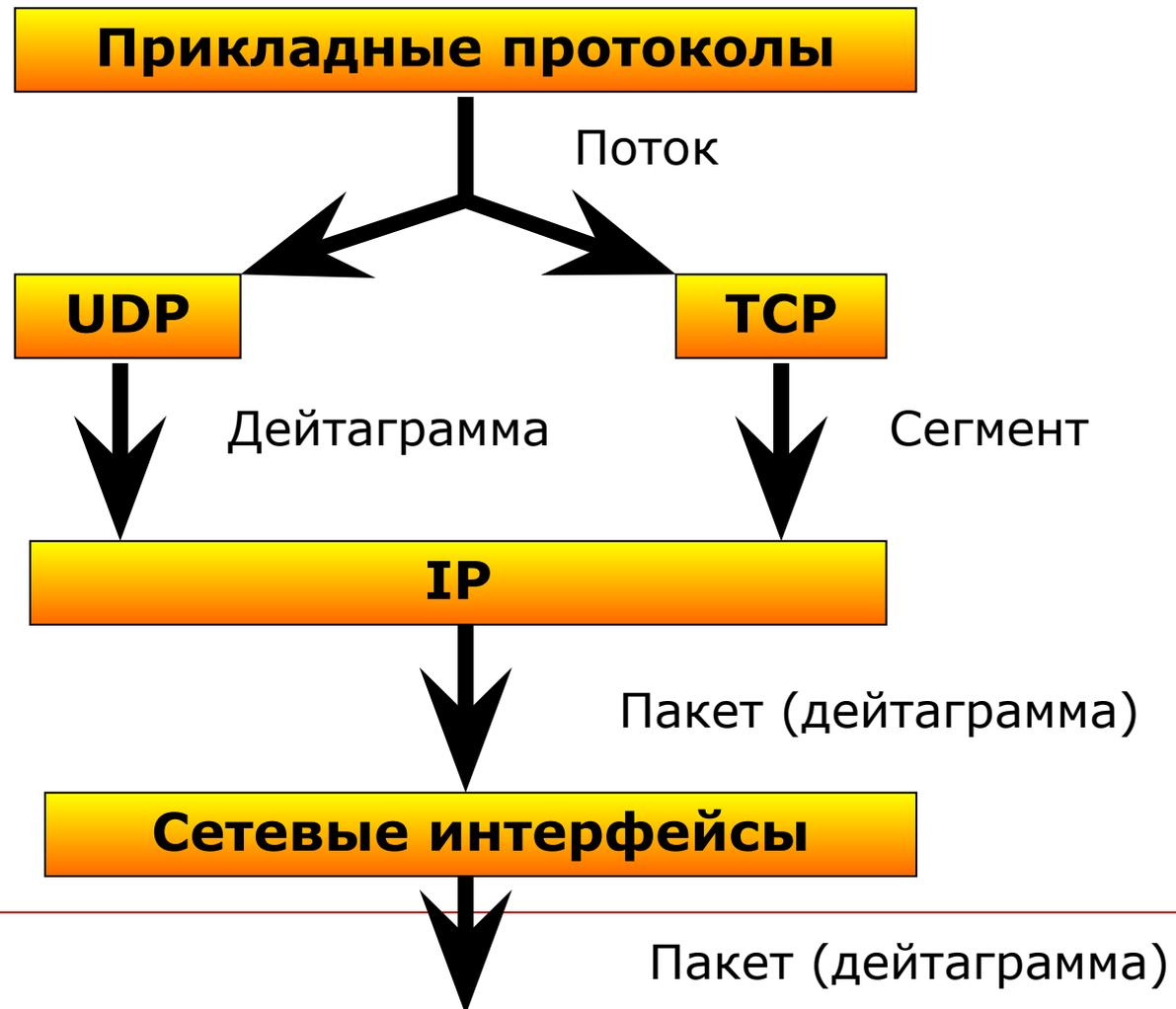
# Терминология стека TCP/IP

---

- **Потоком данных** называют данные, поступающие от приложений на вход протоколов транспортного уровня — TCP и UDP. Протокол TCP «нарезает» из потока данных **сегменты**.
  - Единицу данных протокола UDP называют **дейтаграммой (датаграммой)**.
  - Единицу данных протокола IP называют **дейтаграммой**. Часто используется и другой термин — **пакет**.
  - В стеке TCP/IP принято называть **кадрами (фреймами)** единицы данных любых технологий, в которые упаковываются IP-пакеты для последующей переноски их через сети составной сети.
  - Для TCP/IP фреймом является и кадр Ethernet, и ячейка ATM, и пакет X.25, так как все они выступают в качестве контейнера, в котором IP-пакет переносится через составную сеть.
-

# Терминология стека TCP/IP

---



# Стек протоколов TCP/IP (преимущества)

---

- **Способность фрагментировать пакеты.** Большая сеть состоит из сетей, построенных на разных принципах. В каждой из этих сетей может быть собственная величина максимальной длины единицы передаваемых данных (кадра). В таком случае при переходе из одной сети, имеющей большую максимальную длину, в сеть с меньшей максимальной длиной может возникнуть необходимость деления передаваемого кадра на несколько частей. Протокол IP стека TCP/IP эффективно решает эту задачу.
  - **Гибкая система адресации.**
  - В стеке TCP/IP очень **экономно используются широковещательные рассылки.** Это свойство совершенно необходимо при работе на медленных каналах связи.
-

# Недостатки стека TCP/IP

---

- Нет разграничения концепций служб, интерфейса и протоколов.
  - Модель не является общей и плохо описывает любой стек протоколов, кроме TCP/IP.
  - Нет различия между физическим уровнем и уровнем передачи данных.
  - Ряд широко используемых протоколов являются устаревшими.
  - Высокие требования к ресурсам и сложность администрирования IP-сетей.
-

# Выводы

---

- 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.
  - Иерархически организованный набор протоколов, достаточный для взаимодействия узлов сети, называется **стеком протоколов**.
  - В начале 80-х годов была разработана стандартная модель взаимодействия открытых систем (**OSI**).
  - OSI – универсальный язык для сетевых специалистов.
  - Модель OSI определяет **7 уровней** взаимодействия и их функции.
  - Лидирующее положение среди стеков протоколов занимает стек **TCP/IP**.
  - Стек TCP/IP имеет **4 уровня**: прикладной, транспортный, межсетевого взаимодействия, сетевых интерфейсов.
  - Соответствие уровней стека TCP/IP уровням модели OSI достаточно условно.
-

# Контрольные вопросы и задания

---

- Что стандартизирует модель OSI?
  - Ниже перечислены названия уровней эталонных моделей OSI и TCP/IP. Отметьте отдельно какие из названий уровней соответствуют стандарту OSI, а какие TCP/IP.
    - Прикладной
    - Сетевой
    - Уровень представления
    - Сеансовый
    - Транспортный
    - Физический
    - Уровень сетевых интерфейсов
    - Канальный
-

# Контрольные вопросы и задания

---

- Какие из приведенных утверждений вы считаете ошибочными:
    - Протокол –это программный модуль, решающий задачу взаимодействия систем.
    - Протокол –это формализованное описание правил взаимодействия, включающих последовательность обмена сообщениями и их форматы.
  - Ниже перечислены некоторые сетевые устройства. В каком из этих устройств реализуются функции физического уровня модели OSI? Сетевого уровня?
    - Мост
    - Шлюз
    - Маршрутизатор
    - Сетевой адаптер
-

# Контрольные вопросы и задания

---

- Какое название используется для единицы передаваемых данных на каждом из уровней модели TCP/IP. Заполните таблицу.

	<b>Пакет</b>	<b>Сообщение</b>	<b>Кадр</b>	<b>Поток</b>	<b>Сегмент</b>
<b>Прикладной уровень</b>					
<b>Транспортный уровень</b>					
<b>Сетевой уровень</b>					
<b>Уровень сетевых интерфейсов</b>					