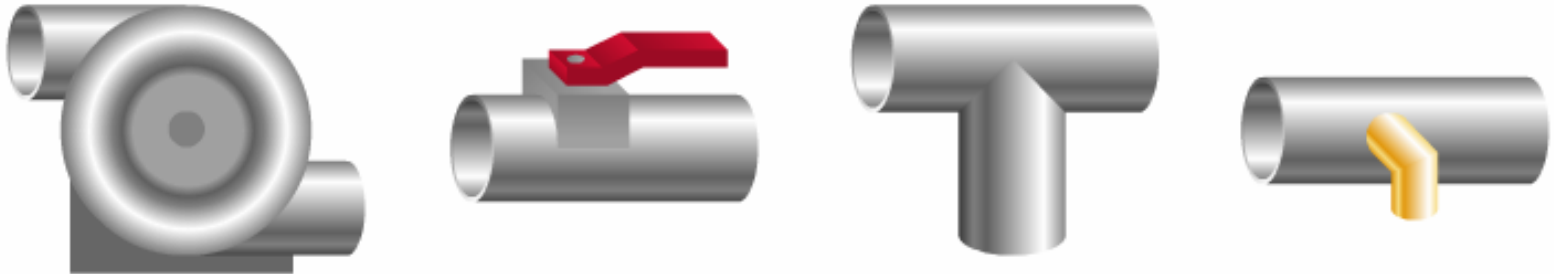


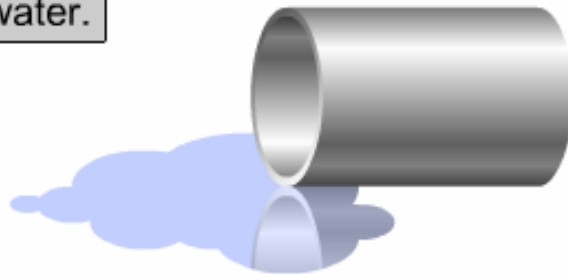
Bandwidth is like the width of a pipe.



Network devices are like pumps, valves, fittings, and taps.



Packets are like water.



Unit of Bandwidth	Abbreviation	Equivalence
Bits per second	bps	1 bps = fundamental unit of bandwidth
Kilobits per second	kbps	1 kbps = 1,000 bps = 10^3 bps
Megabits per second	Mbps	1 Mbps = 1,000,000 bps = 10^6 bps
Gigabits per second	Gbps	1 Gbps = 1,000,000,000 bps = 10^9 bps
Terabits per second	Tbps	1 Tbps = 1,000,000,000,000 bps = 10^{12} bps

Typical Media	Maximum Theoretical Bandwidth	Maximum Theoretical Distance
50-Ohm Coaxial Cable (10BASE2 Ethernet; Thinnet)	10 Mbps	185 m
50-Ohm Coaxial Cable (10BASE5 Ethernet; Thicknet)	10 Mbps	500 m
Category 5 Unshielded Twisted Pair (UTP) (10BASE-T Ethernet)	10 Mbps	100 m
Category 5 Unshielded Twisted Pair (UTP) (100BASE-TX Ethernet)	100 Mbps	100 m
Category 5 Unshielded Twisted Pair (UTP) (1000BASE-TX Ethernet)	1000 Mbps	100 m
Multimode Optical Fiber (62.5/125 μ m) (100BASE-FX Ethernet)	100 Mbps	220 m
Multimode Optical Fiber (50/125 μ m) (1000BASE-SX Ethernet)	1000 Mbps	550 m
Singlemode Optical Fiber (9/125 μ m) (1000BASE-LX Ethernet)	1000 Mbps	5000 m

Best Download

$$T = \frac{S}{BW}$$

Typical Download

$$T = \frac{S}{P}$$

BW	Maximum theoretical bandwidth of the "slowest link" between the source host and the destination host (measured in bits per second)
P	Actual throughput at the moment of transfer (measured in bits per second)
T	Time for file transfer to occur (measured in seconds)
S	File size in bits

7 Application

6 Presentation

5 Session

4 Transport

3 Network

2 Data Link

1 Physical

Benefits of the OSI Model:

- Reduces complexity
- Standardizes interfaces
- Facilitates modular engineering
- Ensures interoperable technology
- Accelerates evolution
- Simplifies teaching and learning

Коммутация для передачи небольших фрагментов данных, а не громоздких файлов имеет ряд преимуществ:

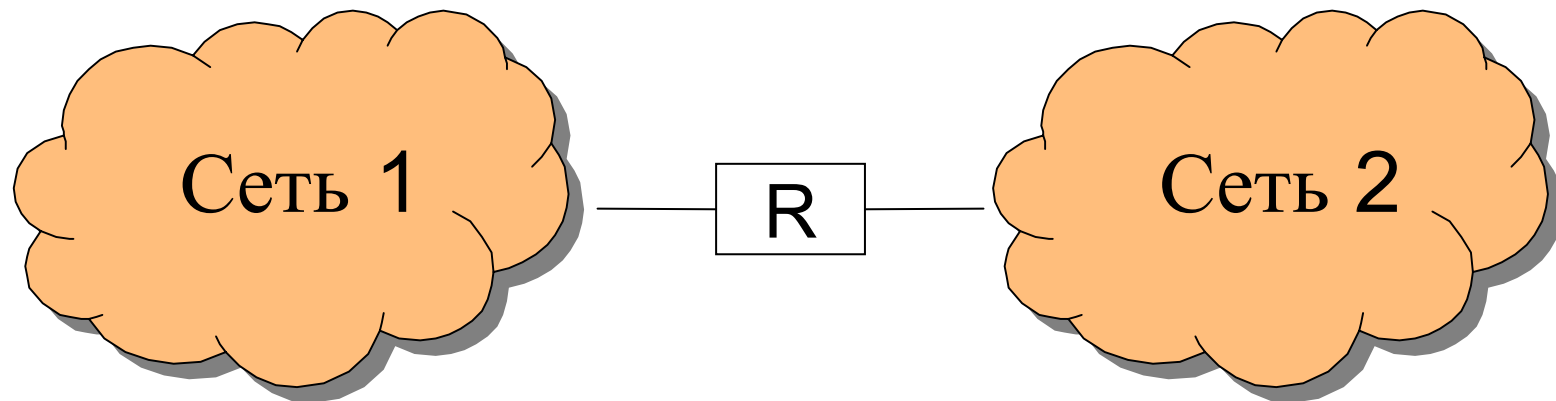
- она напрямую отображается в базовое сетевое оборудование, что делает ее очень эффективным;
- она разделяет процессы передачи данных от прикладных программ, позволяя машинам обрабатывать сетевой трафик, не зная какие приложения передают его;
- она делает систему гибкой, делая возможным создание сетевых протоколов общего назначения;
- она позволяет администраторам сетей добавлять новые сетевые технологии, модифицируя программное обеспечение сетевого уровня или добавляя к нему новую часть и не внося при этом никаких изменений в прикладные программы.

Два основных постулата, которые следует иметь в виду при разработке коммуникационных систем:

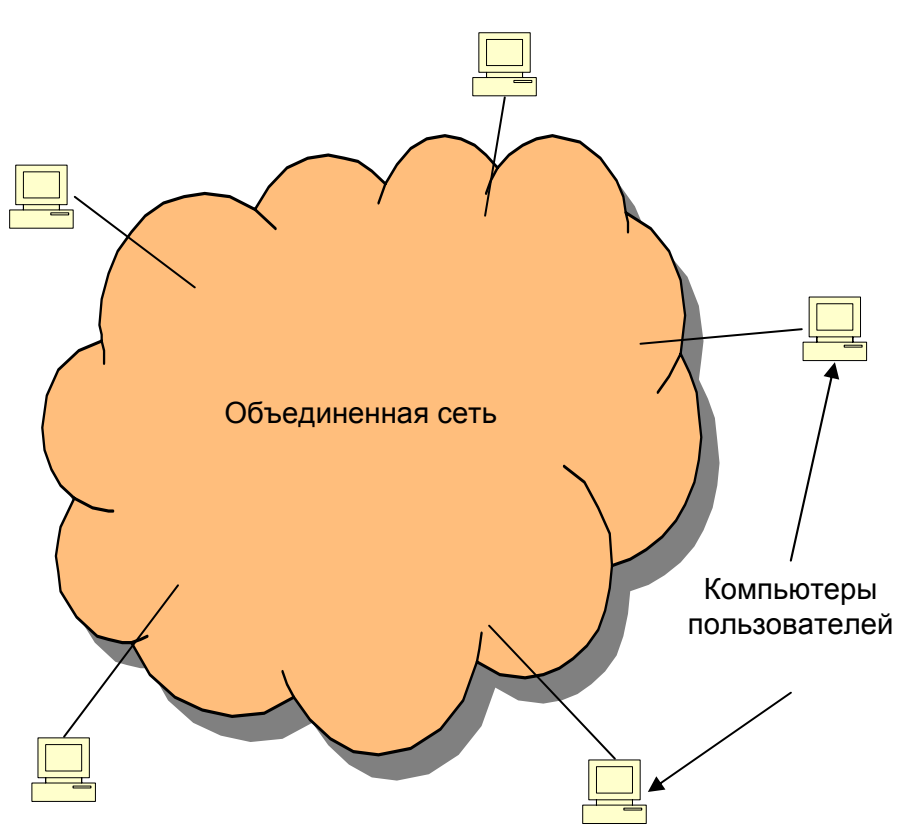
- Не существует одной универсальной сетевой технологии, которая удовлетворяла бы всем требованиям.
- Пользователи желают универсального межсетевого взаимодействия.

Унифицированная объединенная сеть:

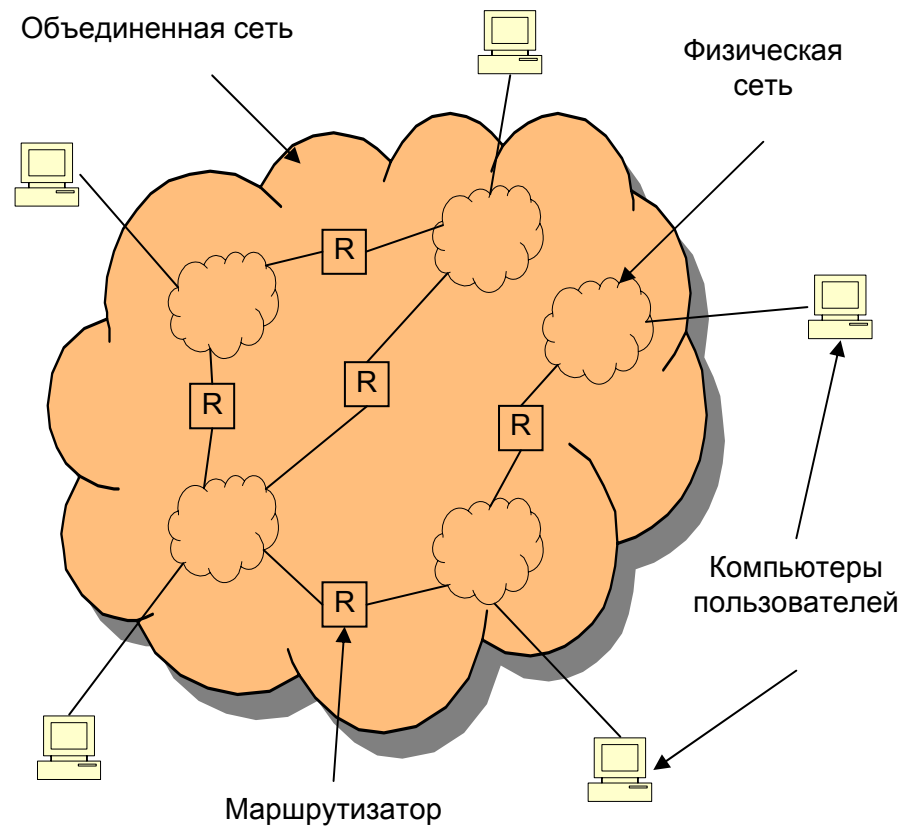
- Мы хотим скрыть базовую архитектуру объединенной сети от пользователя. То есть, мы не хотим требовать от пользователя или прикладной программы знания деталей аппаратных взаимодействий, используемых в объединенной сети.
- Мы также не хотим предписывать топологию сетевых взаимодействий. В частности, добавление новой сети к объединенной не должно означать ее соединение с центральным маршрутизатором, а также не должно означать добавление прямых физических соединений между новой сетью и всеми существующими сетями.
- Мы хотим иметь возможность посылать данные через промежуточные сети, даже если они не соединены напрямую с компьютерами отправителя и получателя.
- Мы хотим, чтобы всем компьютерам объединенной сети назначались идентификаторы из одного универсального набора, которые можно считать их именами или адресами.
- Мы хотим, чтобы набор операций, используемых для установления взаимодействия или передачи данных, оставался независимым от базовых сетевых технологий и компьютера получателя.
- Мы хотим, чтоб от пользователя не требовалось знание топологий сетевых взаимодействий при написании взаимодействующих прикладных программ.



Пример объединения двух физических сетей с помощью маршрутизатора R



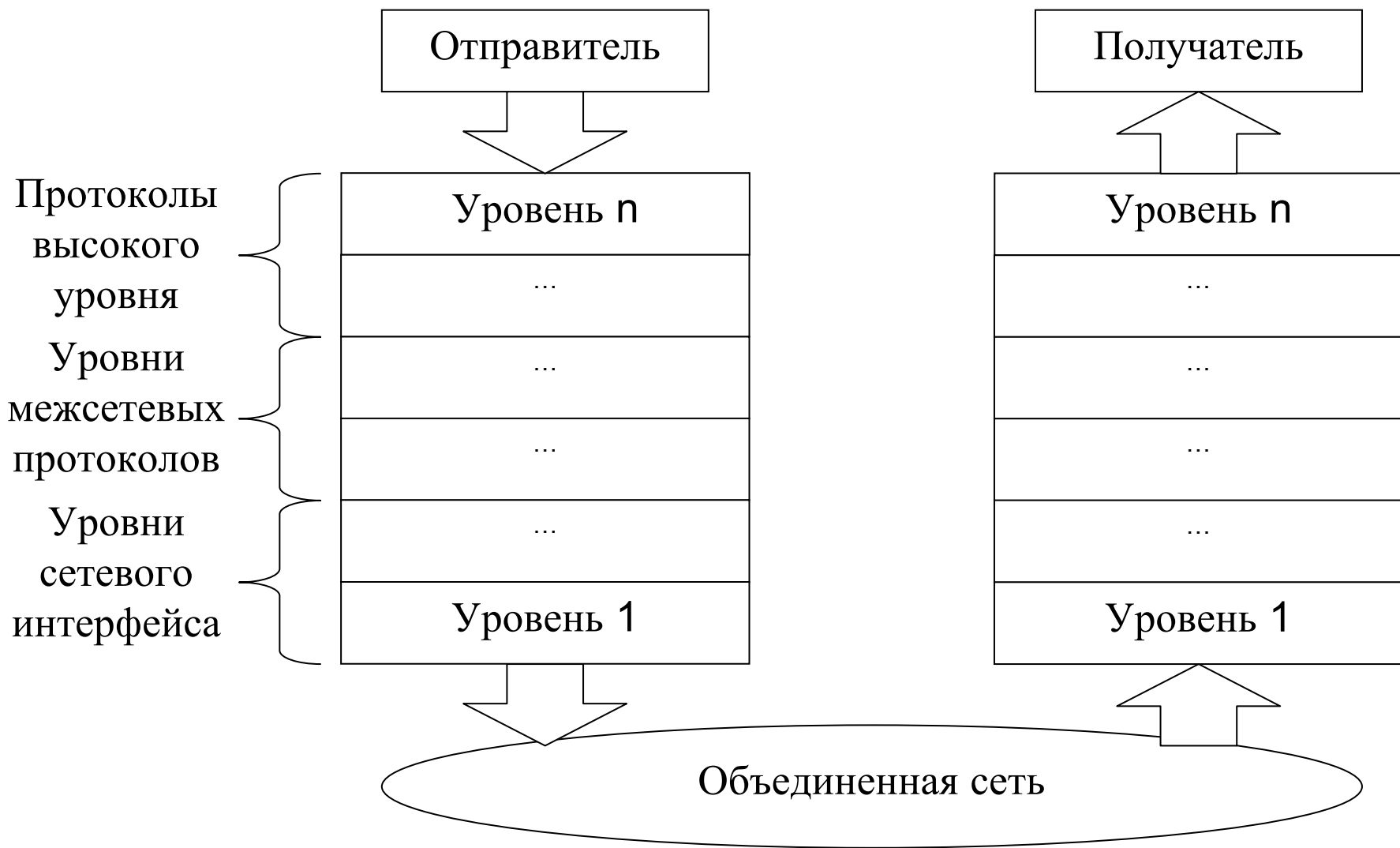
(a)



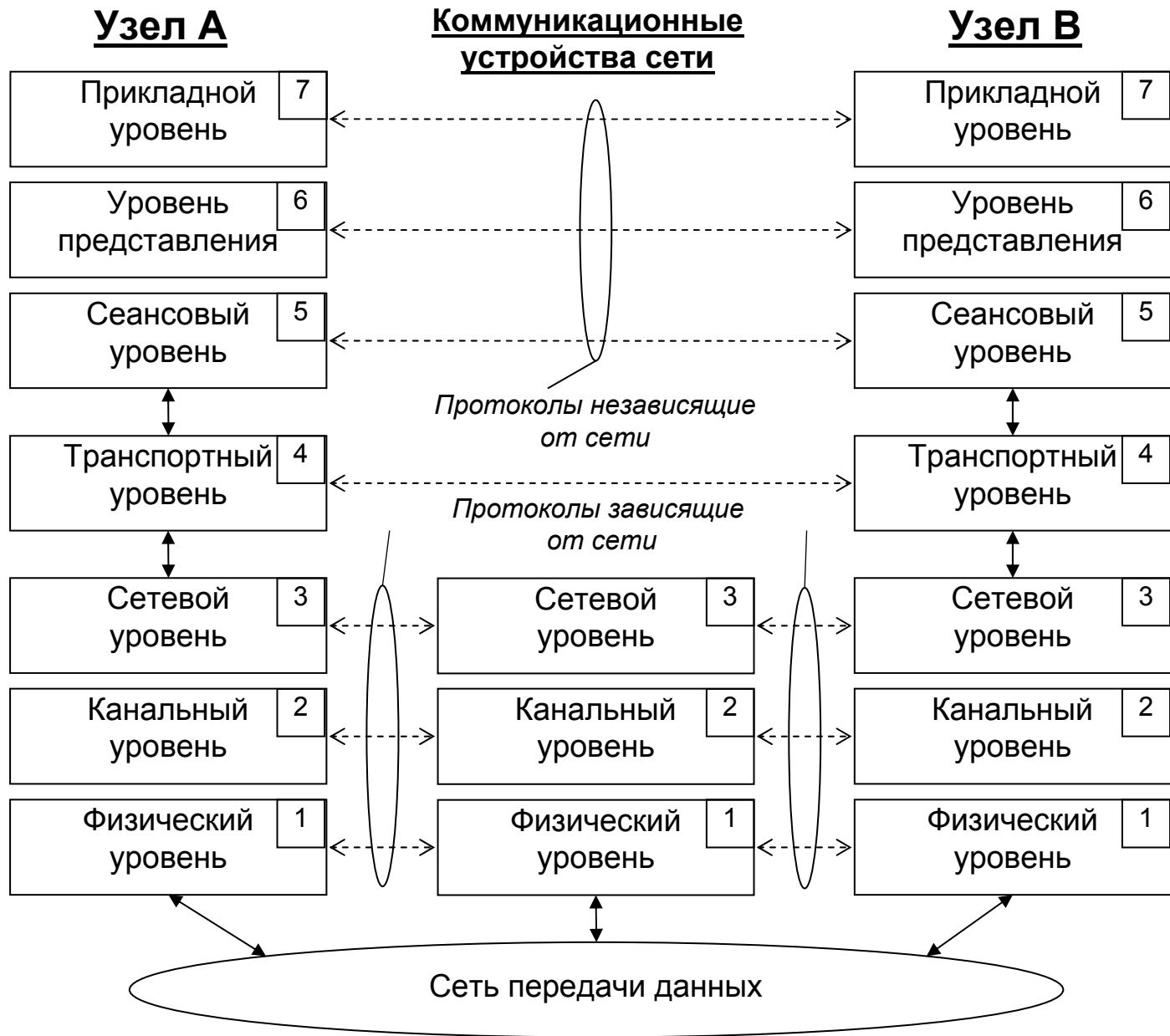
(б)

Объединенная сеть TCP/IP с точки зрения пользователя – предполагается что каждый компьютер подключен к одной большой сети (а); схема соединения физических сетей с помощью маршрутизаторов (б)

Объединенная сеть или Интернет
– это множество физических сетей
объединенных между собой с помощью
маршрутизаторов, и использующих
семейство протоколов TCP/IP.



Многоуровневая структура сетевого программного обеспечения



Уровни модели OSI и их зависимость от сети передачи данных

Одним из самых значительных преимуществ концептуального разделения на уровни является то, что становится возможным заменить одно сетевое средство, не влияя при этом на работу других. Поэтому, можно организовать параллельные исследования и разработку сетевых средств на всех уровнях.



Binary Transmission

- Wires, connectors, voltages, data rates



Direct Link Control, Access to Media

- Provides reliable transfer of data across media
- Physical addressing, network topology, line discipline, error notification, ordered delivery of frames, and flow control



Network Address and Best Path Determination

- Logical addressing
- Best effort delivery

7 Application

6 Presentation

5 Session

4 Transport

3 Network

2 Data Link

1 Physical



End-to-end Connections

- Concerned with transportation issues between hosts
- Data transport reliability
- Establish, maintain, terminate virtual circuits
- Fault detection and recovery information flow control

7 Application

6 Presentation

5 **Session**

4 Transport

3 Network

2 Data Link

1 Physical

→ **Interhost Communication**

- Establishes, manages, and terminates sessions between applications

7 Application

6 Presentation

5 Session

4 Transport

3 Network

2 Data Link

1 Physical

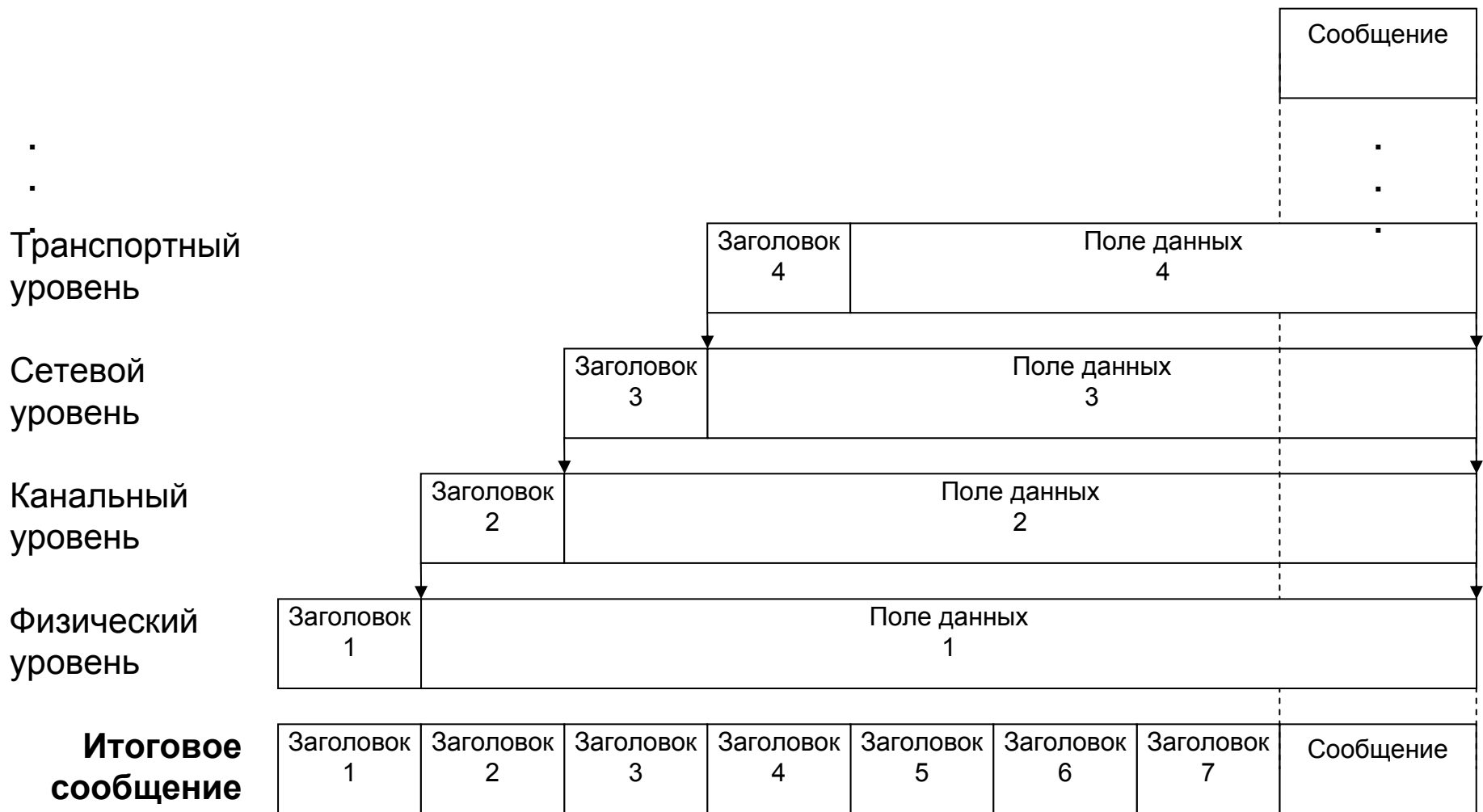
→ **Data Representation**

- Ensure data is readable by receiving system
- Format of data
- Data structures
- Negotiates data transfer syntax for application layer

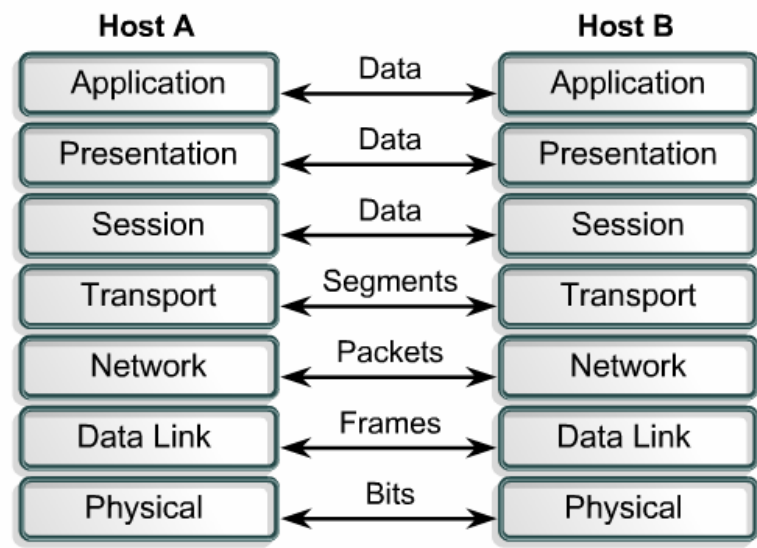
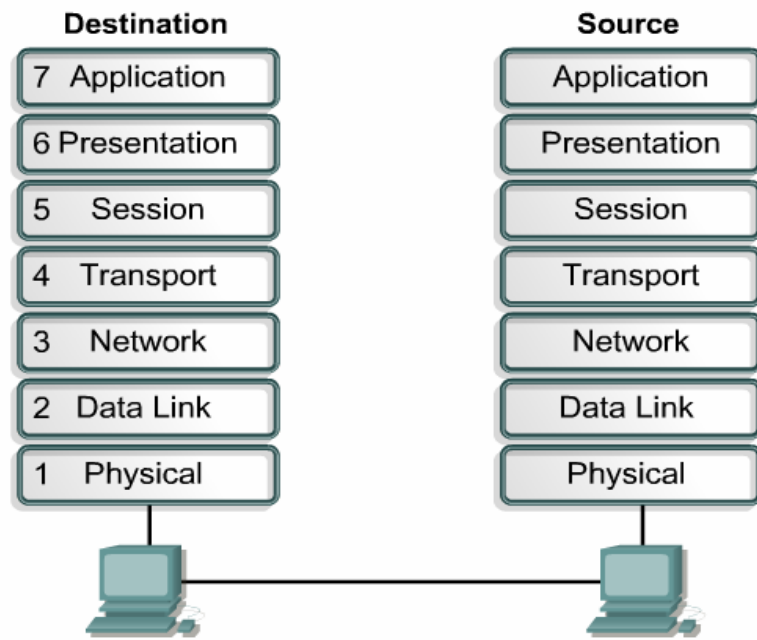


Network Processes to Applications

- Provides network services to application processes, such as electronic mail, file transfer, and terminal emulation



Формирование итогового сообщения при прохождении по уровням



Уровень OSI	Оборудование	Протоколы, стандарты	Название пакета	Размер пакета	Размер адреса
Прикладной		HTTP, FTP, SMTP, DNS, IMAP, Telnet	Сообщение, пакет, данные		DNS-имя = 255 байт (домен = 63 символа)
Представления			Данные		
Сеансовый			Данные		
Транспортный		TCP, UDP	TCP-пакет, сегмент	TCP-сегмент = 65535 байт	TCP-порт = 2 байта (16 бит)
Сетевой	Маршрутизатор	IP, ICMP, RIP, OSPF, ARP	IP-дейтаграмма	IPv4 = 65535 байт	IPv4 = 4 байта (32 бита), IPv6 = 128 бит
Канальный (плата сетевого интерфейса)	Коммутатор, Мост	Ethernet, Token Ring, FDDI, X.25, SLIP, PPP	Физический кадр	Ethernet = 1500 байт, FDDI = 4096 байт	Ethernet MAC-адрес = 6 байт (48 бит)
Физический (среда передачи данных)	Репитер, Концентратор		Биты		

The TCP/IP Model



Comparing TCP/IP with OSI

OSI Model

Application

Presentation

Session

Transport

Network

Data Link

Physical

TCP/IP Model

Application

Transport

Internet

Network
Access

Межуровневые пакеты

Абстрактные уровни

Границы раздела

Сообщения и потоки данных

Пакеты транспортного протокола

IP-дейтаграммы

Физические кадры (формат определяется оборудованием)

Приложений

Транспортный

Протокола IP

Сетевого интерфейса

Аппаратный

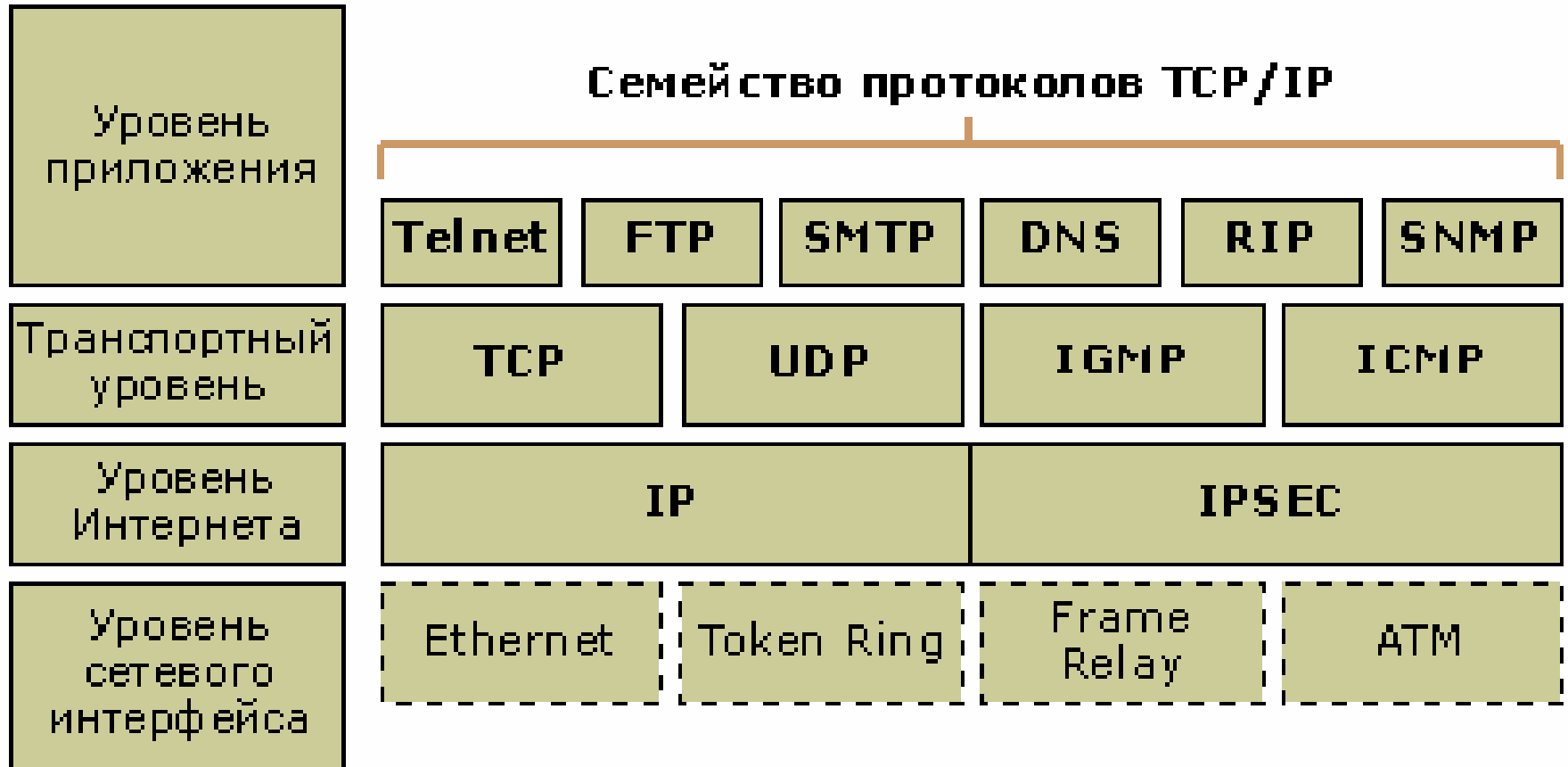
Программы не операционной системы

Программы операционной системы

Используются только IP-адреса

Используются физические адреса

Модель TCP/IP



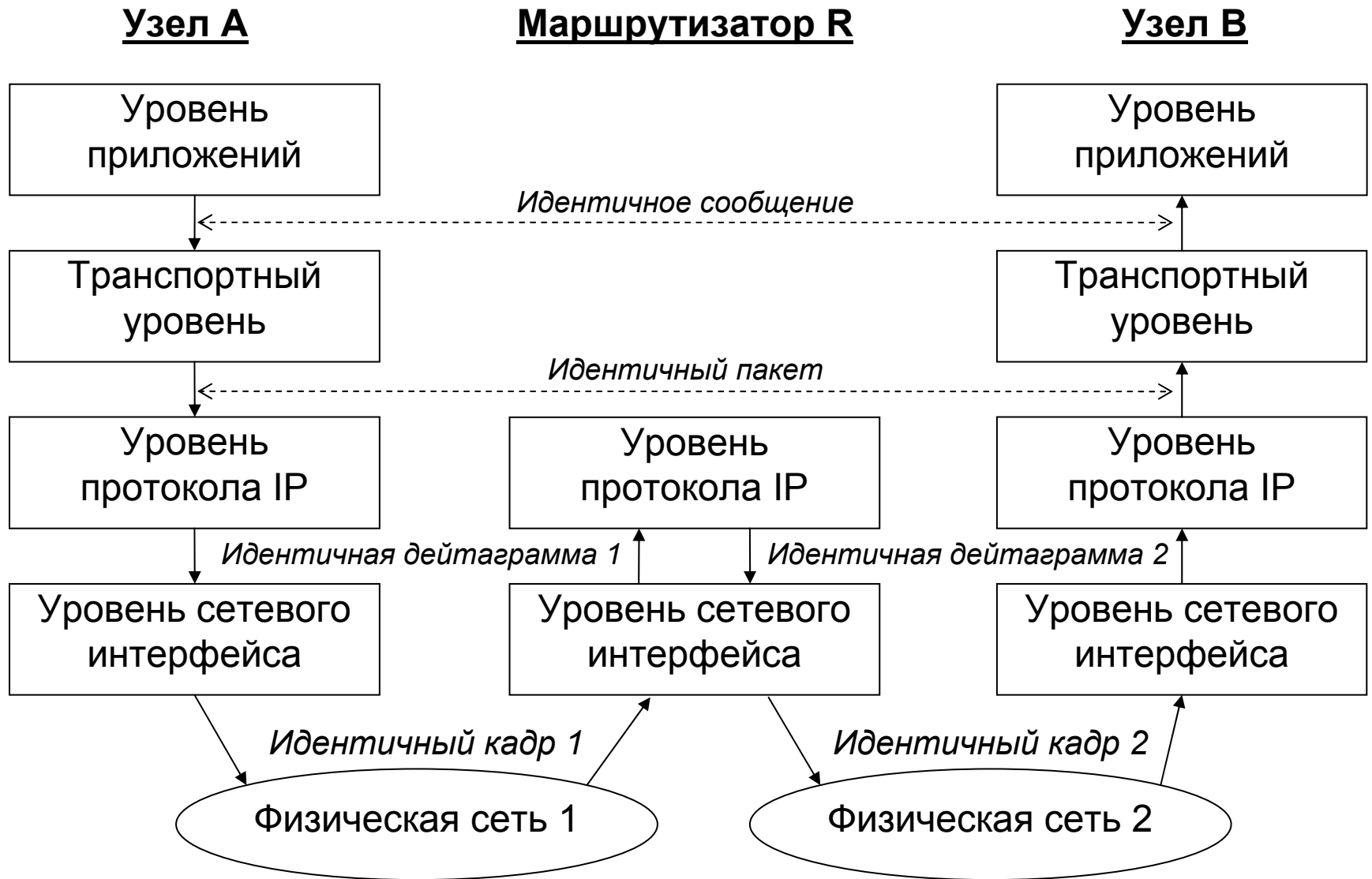


Схема прохождения сообщения от прикладной программы узла А до аналогичной прикладной программы узла В при использовании маршрутизатора

