

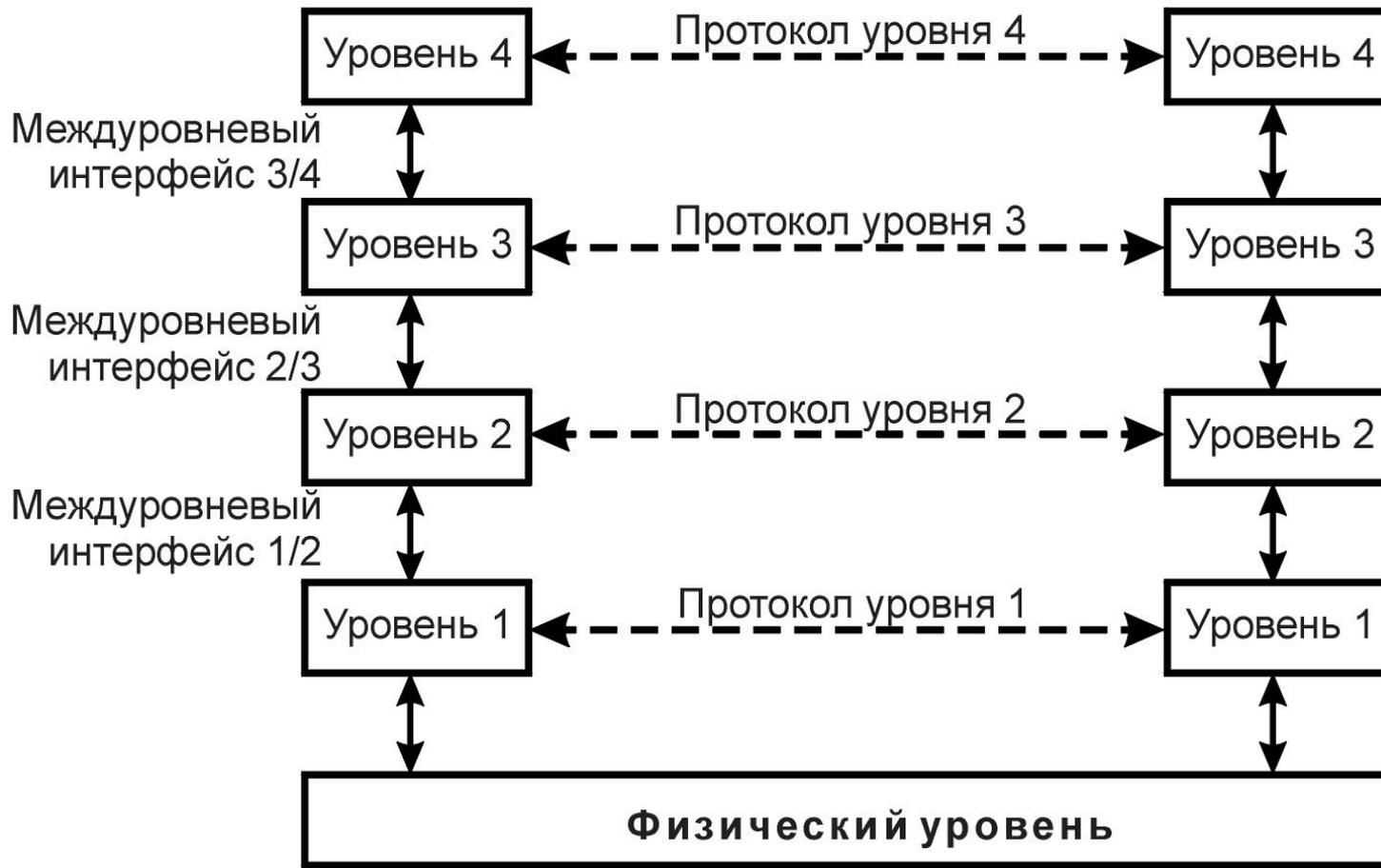
Технологии передачи данных

Стандартизация сетевого взаимодействия

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР:

- выделения и освобождения ресурсов компьютеров, линий связи и коммуникационного оборудования;
- установления и разъединения соединений;
- маршрутизации, согласования, преобразования и передачи данных между узлами сети;
- контроля правильности передачи и исправления ошибок;
- передачи по физическим линиям связи.

Принципиальная схема взаимодействия узлов

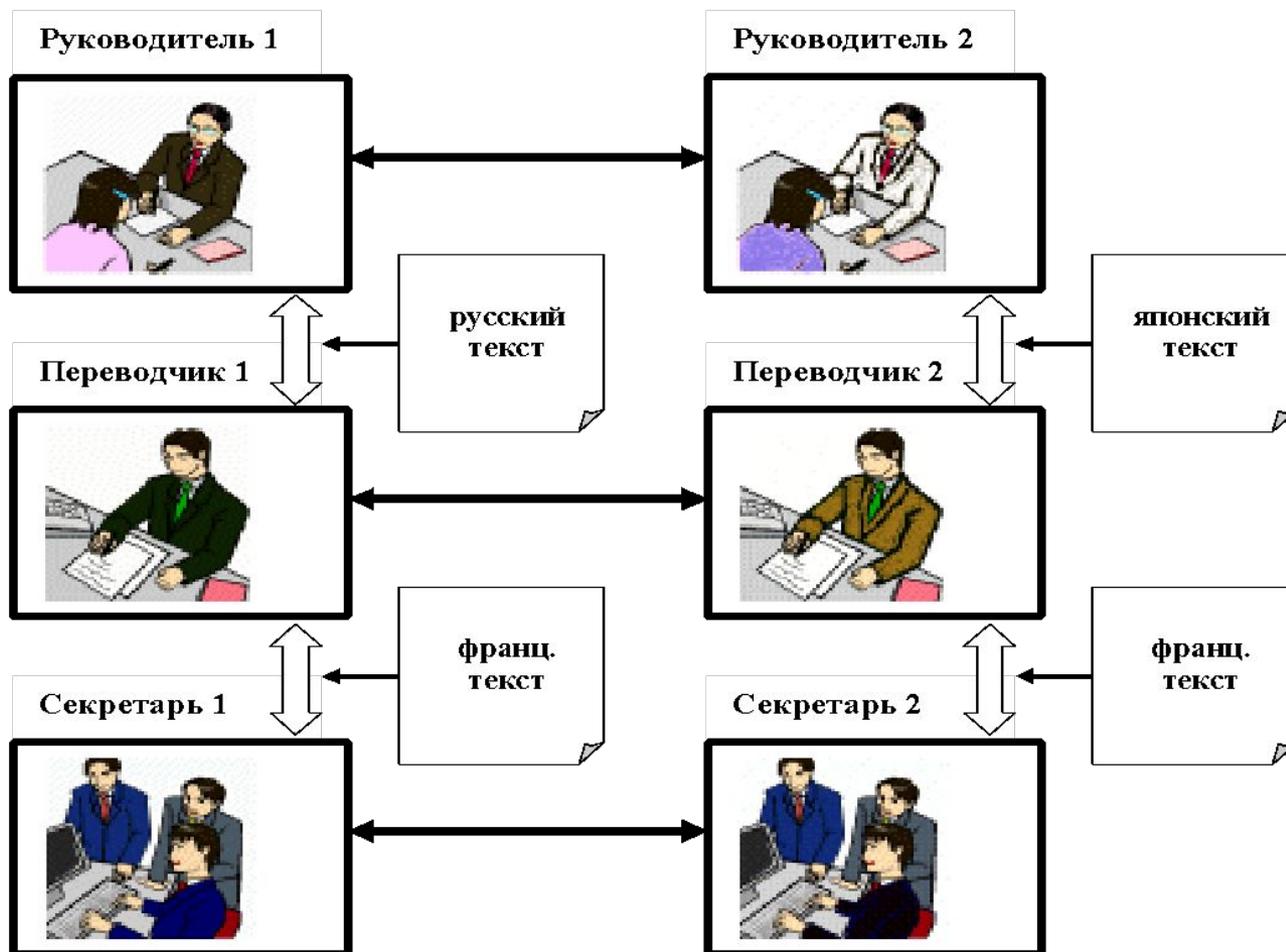


↔ виртуальное общение
↔ физическое общение

Архитектура сети – набор уровней и протоколов.

Стек коммуникационных протоколов – иерархический набор протоколов сети.

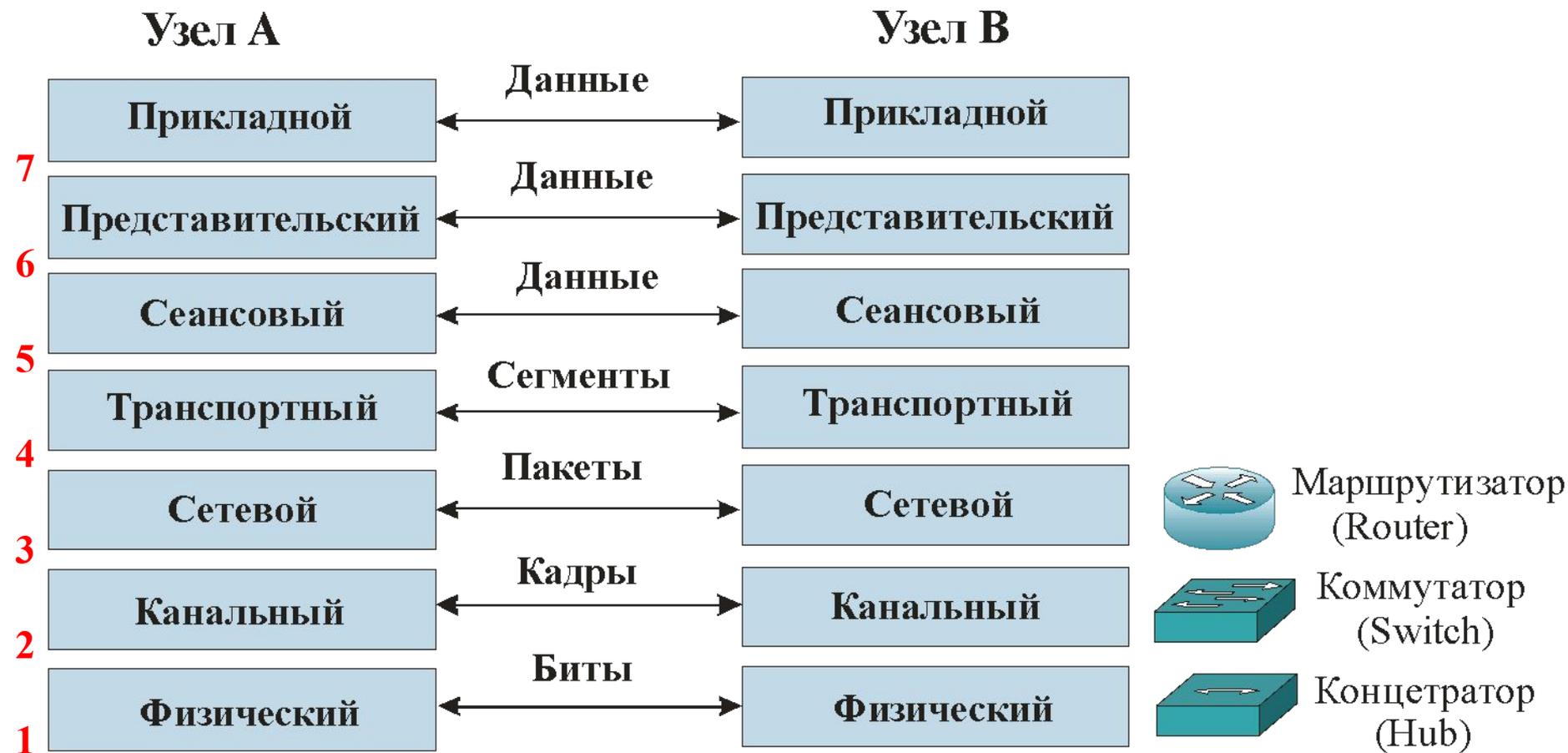
Пример многоуровневого общения



Эталонная модель взаимодействия открытых систем OSI (Open System Interconnection).

Международная организация по стандартизации (ISO)

Устройства и единицы информации соответствующих уровней



ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99 «Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Базовая эталонная модель. Часть 1. Базовая модель»

Уровень приложения

Оперирует наиболее общей единицей данных – **сообщением**.

Уровень приложения - интерфейс с прикладными процессами.

Прикладной уровень отвечает за доступ приложений в сеть. Задачами этого уровня является перенос файлов, обмен почтовыми сообщениями и управление сетью.

На этом уровне реализуется управление общим доступом к сети, потоком данных, сетевыми службами.

В сети Интернет: **FTP, TFTP, HTTP, SMTP, SNMP.**

Уровень представления

Согласование формы представления данных (форматы, кодировки) прикладных процессов.

Например, передаваемые с прикладного уровня символьные данные преобразуются в общепринятый формат **ASCII**, звук – в формат **WAV** и т.п.

На этом уровне также может происходить шифрование и сжатие данных.

Сеансовый уровень

Устанавливает соединение двух компьютеров и определяет:

- какой компьютер является передатчиком, а какой приемником,
- задает для передающей стороны время передачи и синхронизацию.

Сеансовый уровень - установление, поддержка и закрытие логического сеанса связи между удаленными процессами.

Протоколы сеансового уровня обычно являются составной частью функций трех верхних уровней модели.

Транспортный уровень

Из длинного сообщения узла источника информации формирует **сегменты** определенного объема, а короткие сообщения может объединять в один сегмент. В узле назначения происходит обратный процесс. Кроме того, транспортный уровень обеспечивает качество услуг по передаче пакетов.

Протоколы этого уровня предназначены для взаимодействия типа точка-точка.

Примеры в сети Интернет: TCP, UDP

Сетевой уровень

Служит для образования единой транспортной системы, объединяющей несколько сетей.

Адресует сообщение, задавая единице передаваемых данных (**пакету**) логический сетевой адрес, определяет маршрут, по которому будет отправлен пакет данных. На этом уровне происходит маршрутизация пакетов на основе преобразования MAC-адресов в сетевые адреса.

Примеры протоколов в сети Интернет: IP, OSPF, ARP

Канальный уровень (передачи данных)

Формирует из пакетов сетевого уровня **кадры** данных (**frames**). На этом уровне задаются **физические адреса** устройства-отправителя и устройства-получателя данных.

Канальный уровень управляет каналом передачи данных, доступом к среде передачи, передачей данных по каналу, обнаружением ошибок в канале и их коррекцией.

Адреса, с которыми работают протоколы канального уровня, используются только для доставки кадров в пределах текущей сети.

Примеры протоколов локальных сетей: Ethernet, FDDI, Token Ring

Физический уровень

Осуществляет передачу потока битов по соответствующей физической среде (электрический или оптический кабель, радиоканал) через соответствующий интерфейс.

На этом уровне производится линейное кодирование данных, синхронизация передаваемых битов информации.

Физический уровень получает пакеты данных от вышележащего канального уровня и преобразует их в оптические или электрические сигналы, соответствующие 0 и 1 бинарного потока. Эти сигналы посылаются через среду передачи на приемный узел.

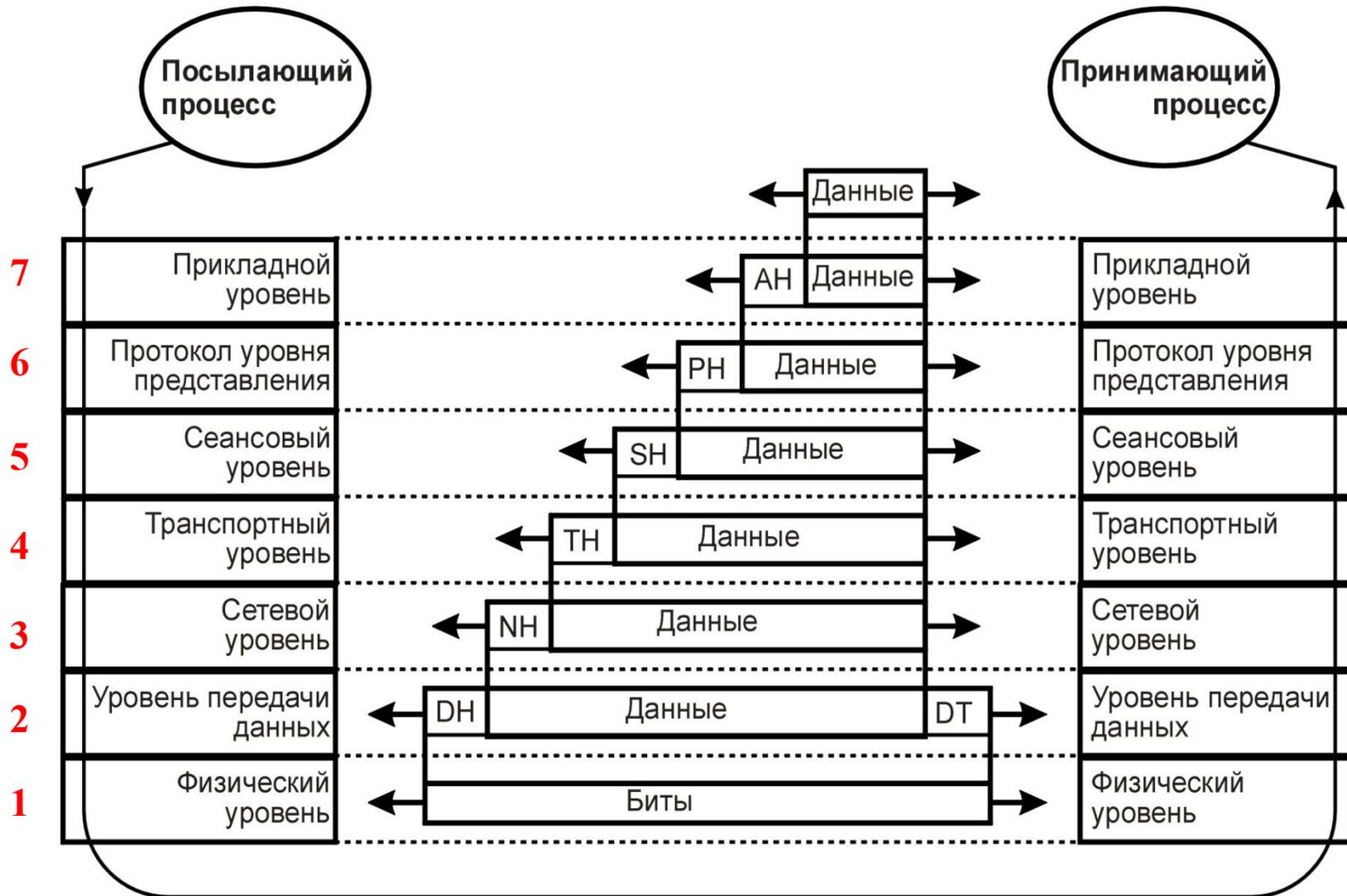
Определяются свойства среды передачи:

Тип кабелей и разъемов

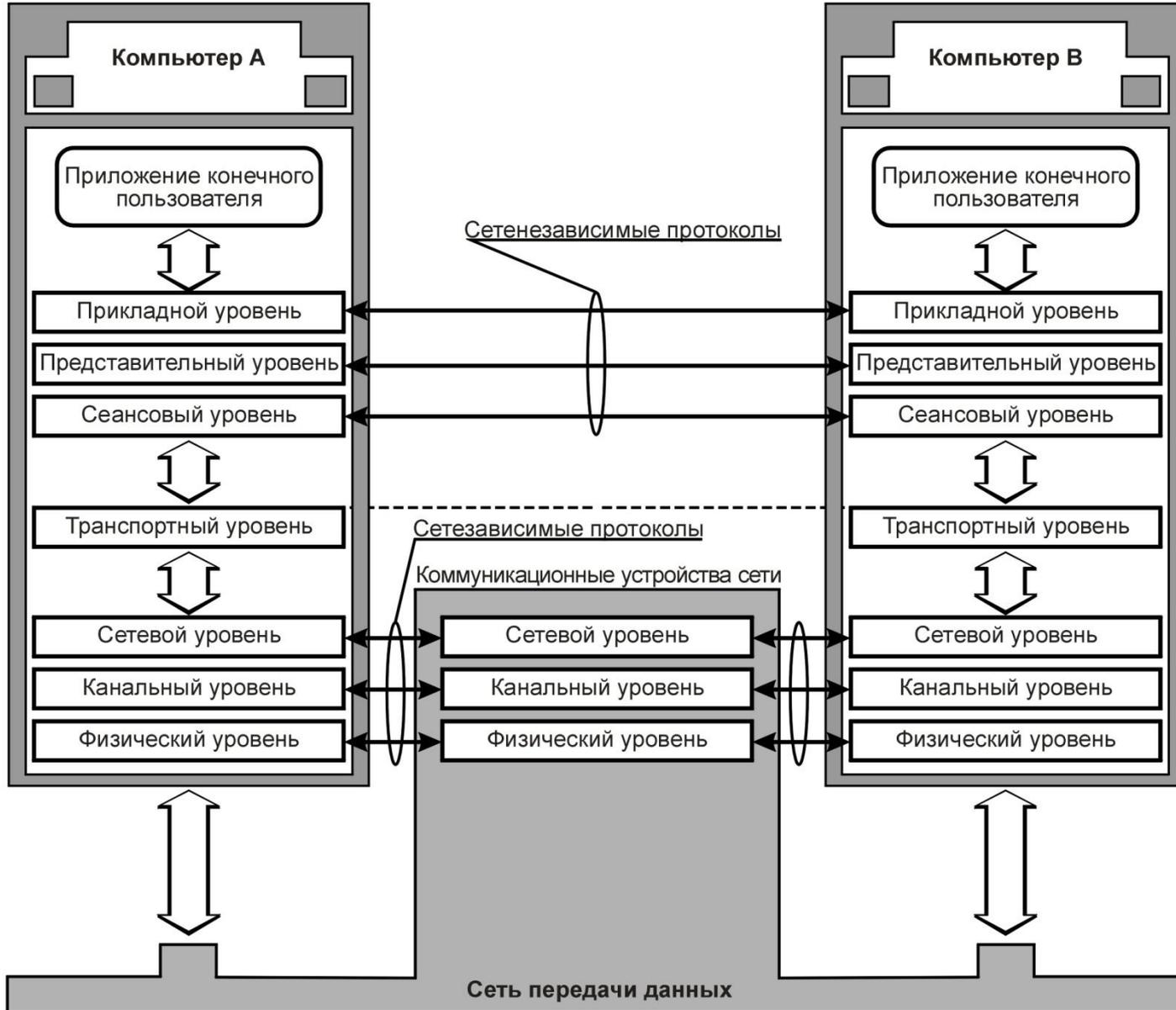
Разводку контактов в разъемах

Схему кодирования сигналов для значений 0 и 1

Формат сообщений OSI (PDU, протокольные блоки данных)



Зависимость уровней OSI от сети



OSI**TCP/IP****Стек TCP/IP**

Прикладной	Прикладной (FTP,DNS,HTTP,...)
Уровень представлений	—
Сеансовый	—
Транспортный	Транспортный (TCP, UDP)
Сетевой	Межсетевой (IP,ARP,RIP,OSPF,...)
Передачи данных (канальный)	От хоста к сети
Физический	

Основные протоколы:

IP (Internet Protocol).

Продвижение IP-пакетов между подсетями. Дейтаграммный режим.

TCP (Transmission Control Protocol — протокол управления передачей).

Обеспечивает гарантированный поток данных между узлами.

Протоколы маршрутизации
(на межсетевом уровне)

Апрель 1969 г. – выпущен первый документ RFC (Request for Comments), регламентирующий стек протоколов TCP/IP

Общий вид дерева протоколов стека TCP/IP



Многоуровневая структура стека TCP/IP

7	WWW, Gopher, WAIS	SNMP	FTP	telnet	SMTP	TFTP	I
6							
5	TCP					UDP	II
4							
3	IP	ICMP	RIP	OSPF	ARP		III
2	Не регламентируется						IV
1	Ethernet, Token Ring, FDDI, X.25, SLIP, PPP						

OSI

TCP/IP

I – прикладной II – транспортный III – межсетевой
IV – уровень сетевых интерфейсов

Протоколы **прикладного уровня** стека TCP/IP работают на компьютерах, выполняющих приложения пользователей.

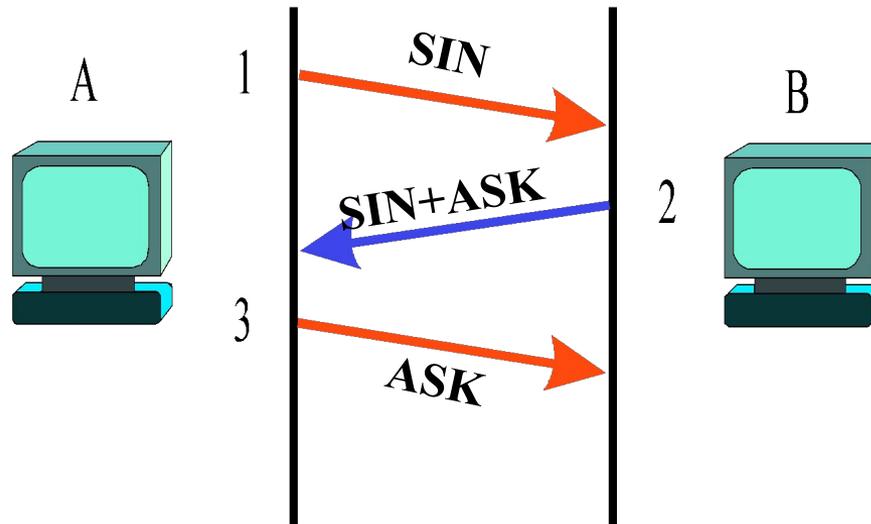
Прикладной уровень объединяет все службы, предоставляемые системой пользовательским приложениям, и реализуется программными системами, построенными в архитектуре клиент-сервер, базирующимися на протоколах нижних уровней.

В отличие от протоколов остальных трех уровней, протоколы прикладного уровня занимаются деталями конкретного приложения и «не интересуются» способами передачи данных по сети.

Примеры протоколов: Telnet, FTP, TFTP, DNS, SNMP, HTTP.

Обеспечение надежной информационной связи между двумя конечными узлами решает основной уровень стека TCP/IP, называемый **транспортным**.

На этом уровне функционируют протокол управления передачей **TCP** (Transmission Control Protocol) и протокол дейтаграмм пользователя **UDP** (User Datagram Protocol).



Соединение между двумя устройствами в TCP производится в три этапа:

Во-первых, инициализирующее устройство производит установление связи путем посылки устройству назначения запроса синхронизации (1 - SYN).

Во-вторых, принимающий узел подтверждает запрос синхронизации и задает свои параметры синхронизации в противоположном направлении (2 – SYN,ACK).

Третья часть – это подтверждение, посылаемое адресату назначения, что обе стороны согласны, чтобы соединение было установлено (3 - ACK). После того, как соединение было установлено, начинается передача данных.

Стержнем всей архитектуры является уровень **межсетевого взаимодействия**, который реализует концепцию передачи пакетов в режиме без установления соединений, то есть дейтаграммным способом.

Он обеспечивает возможность перемещения пакетов по сети, используя тот маршрут, который в данный момент является наиболее рациональным. Этот уровень также называют уровнем internet, указывая тем самым на основную его функцию - передачу данных через составную сеть.

Основным протоколом сетевого уровня (в терминах модели OSI) в стеке является протокол **IP (Internet Protocol)**.

На этом уровне работают также протоколы, связанные с составлением и модификацией таблиц маршрутизации, например, **RIP (Routing Internet Protocol)** и **OSPF (Open Shortest Path First)**, а также протокол межсетевых управляющих сообщений **ICMP (Internet Control Message Protocol)**.

ICMP предназначен для обмена информацией об ошибках между маршрутизаторами сети и узлом-источником пакета.

В заголовке пакета **сетевого (межсетевого) уровня** необходимо задать **логические адреса** отправителя и получателя.

Логический адрес устанавливается администратором сети или назначается динамически протоколом DHCP из диапазона выделенных адресов.

Логический адрес узлов в IP-сетях версии **IPv4**, содержит 32 двоичных разряда, (4 байта), которые отображаются десятичными числами и разделяются точкой, например, 172.100.220.14.

Старшие разряды этого адреса является номером сети, а младшие – номером узла в сети.

Таким образом, IP-адреса являются иерархическими, в отличие от плоских MAC-адресов.

Таким образом, тройная система адресации позволяет адресовать:

- Устройства (MAC-адрес);
- Пользователей (IP-адрес);
- Программное обеспечение приложений (порт приложения).

Уровень **сетевых интерфейсов** («от хоста к сети») в протоколах TCP/IP не регламентируется.

Он поддерживает все популярные стандарты **физического** и **канального** уровней:

для локальных сетей это Ethernet, Token Ring, FDDI,
Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 100VG-AnyLAN,

для глобальных сетей - протоколы соединений «точка-точка»
SLIP и PPP, протоколы территориальных сетей с
коммутацией пакетов X.25, frame relay.

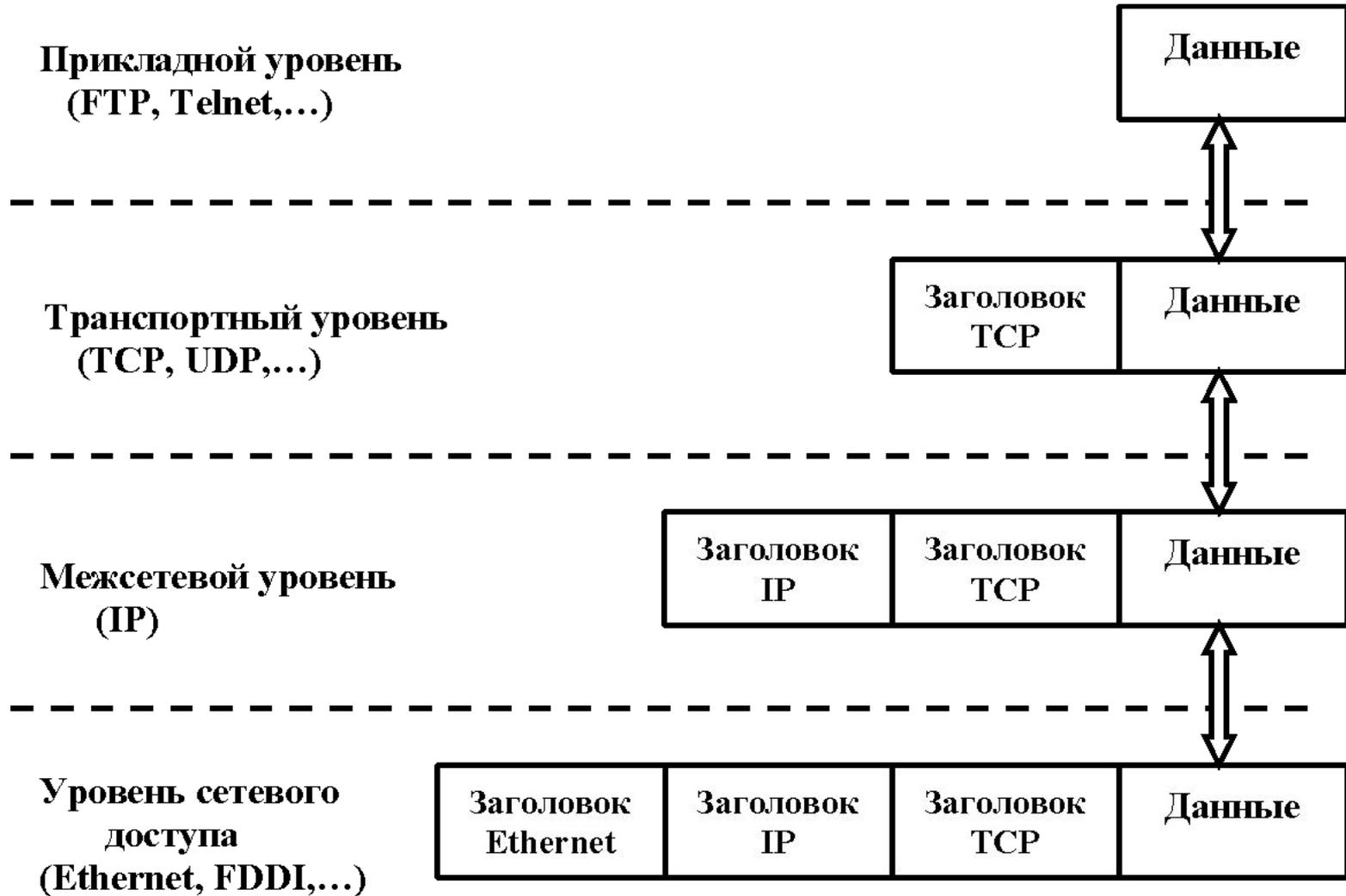
Разработана также специальная спецификация, определяющая использование технологии АТМ в качестве транспорта канального уровня.

В дополнение к логическим адресам на **канальном уровне** в заголовке кадра задаются уникальные физические адреса устройства-источника и устройства-назначения **MAC-адреса** (Media Access Control).

Адреса представлены в виде 12 шестнадцатеричных чисел, например, 00-05-A8-69-CD-F1 или 00:05:A8:69:CD:F1 .

MAC-адреса компьютеров прошиваются изготовителем в ПЗУ сетевой карты.

Структура блоков данных



На **транспортном уровне** в заголовке ТСП сегмента задаются **номера портов приложений** источника и назначения.

Номера портов адресуют приложения или сервисы прикладного уровня, которые создавали сообщение и будут его обрабатывать на приемной стороне.

Например, сервер электронной почты с номерами портов 25 и 110 позволяет посылать e-mail сообщения и принимать их, порт 80 адресует веб-сервер.

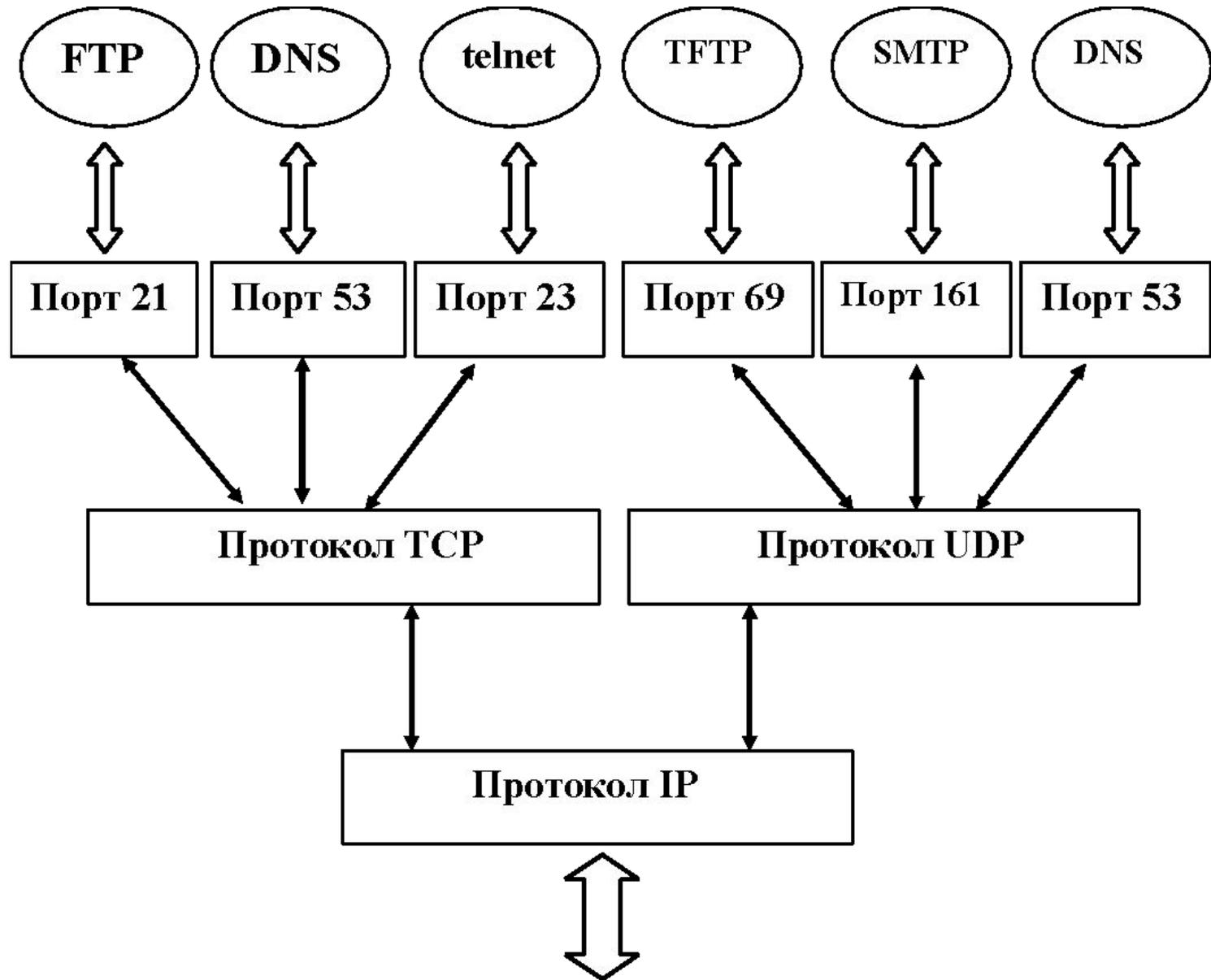
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
1. Source Port (номер порта источника)																2. Destination Port (номер порта приёмника)																			
3. Sequence number (порядок фрагментации и номер фрагмента)																																			
4. Acknowledgement Number (номера подтверждения принятых данных и ожидаемых)-32																																			
5. H L				6. Reserved				7. Code Bits				8. Window																							
9. Checksum																10. Urgent																			
11. Options																																			
12. Data																																			

Internet Protocol (IP)

(межсетевой протокол)

0								1								2								3							
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Версия				IHL длина заголовка IP-пакета				Тип обслуживания (TOS) критерии определяющие тип обслуживания пакетов								Общая длина пакета															
Идентификатор значение предназначенное для определения корректной последовательности фрагментов при сборке												Флаги				Смещение фрагмента позиция фрагмента в потоке данных															
Время жизни (TTL)								Протокол идентификатор интернет-протокола следующего уровня								Контрольная сумма заголовка															
IP-адрес отправителя (32 бита)																															
IP-адрес получателя (32 бита)																															
Параметры (от 0 до 10-ти 32-х битных слов)																															
Данные (до 65535 байт минус заголовки)																															

Взаимодействие протоколов стека TCP/IP



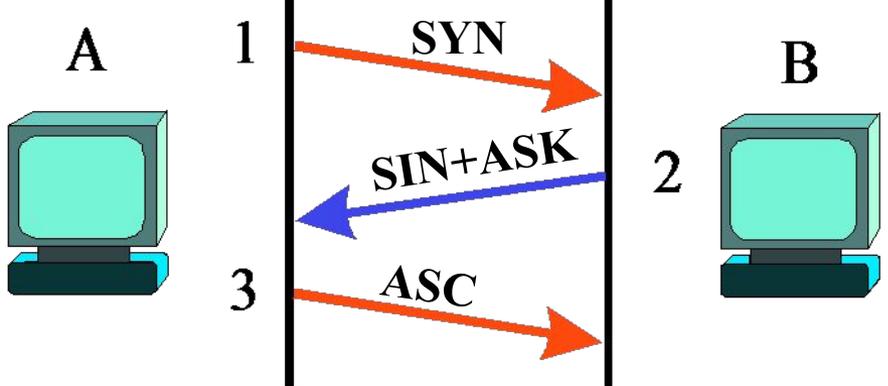
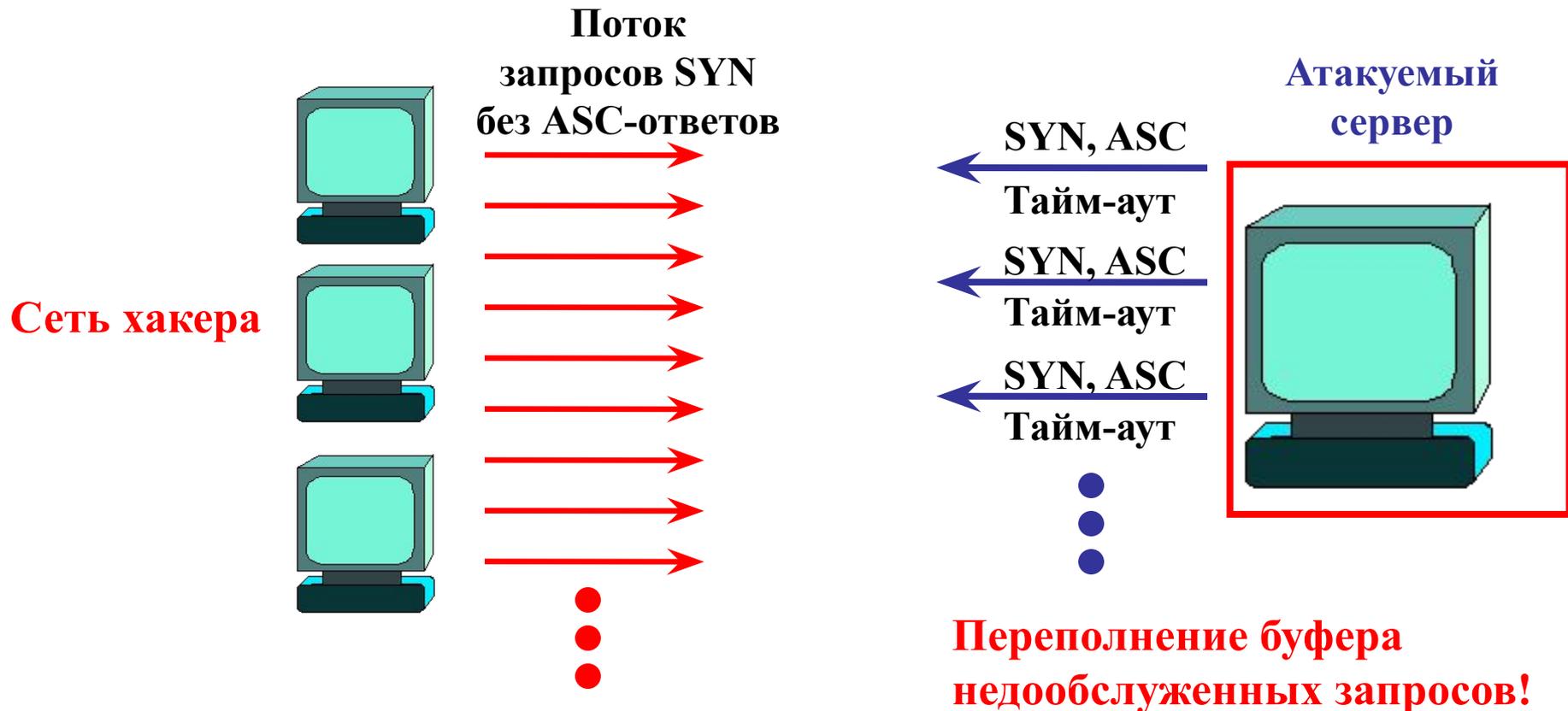


Схема реализации DoS – атаки на уровне TCP протокола



- 1. Поддержка миллиардов хостов.**
- 2. Уменьшение размера таблиц маршрутизации.**
- 3. Упрощение протокола для ускорения обработки пакетов маршрутизаторами.**
- 4. Лучшее обеспечение безопасности (аутентификации и конфиденциальности).**
- 5. Уделение большего внимания типу сервиса, в частности, при передаче данных реального времени.**
- 6. Возможность изменения положения хоста без необходимости изменять свой адрес.**
- 7. Возможность дальнейшего развития протокола в будущем.**
- 8. Возможность сосуществования старого и нового протоколов в течение нескольких лет.**

Общие сведения об адресах версии IPv6

Версия IPv6 использует для адресации 128 двоичных разрядов, что обеспечивает адресацию $3,4 \cdot 10^{38}$ объектов.

Адреса IPv6 – 8 блоков по 16 двоичных разрядов. Каждый блок представлен в виде **четырёх шестнадцатеричных чисел**, которые называются: **полубайт, хекстет** или **ниббл** (nibble, nybble).

Блоки разделяются двоеточием:

2001:0000:7ee5:d947:0009:01c5:6b9f:00c4.

Впереди стоящие нули могут быть пропущены:

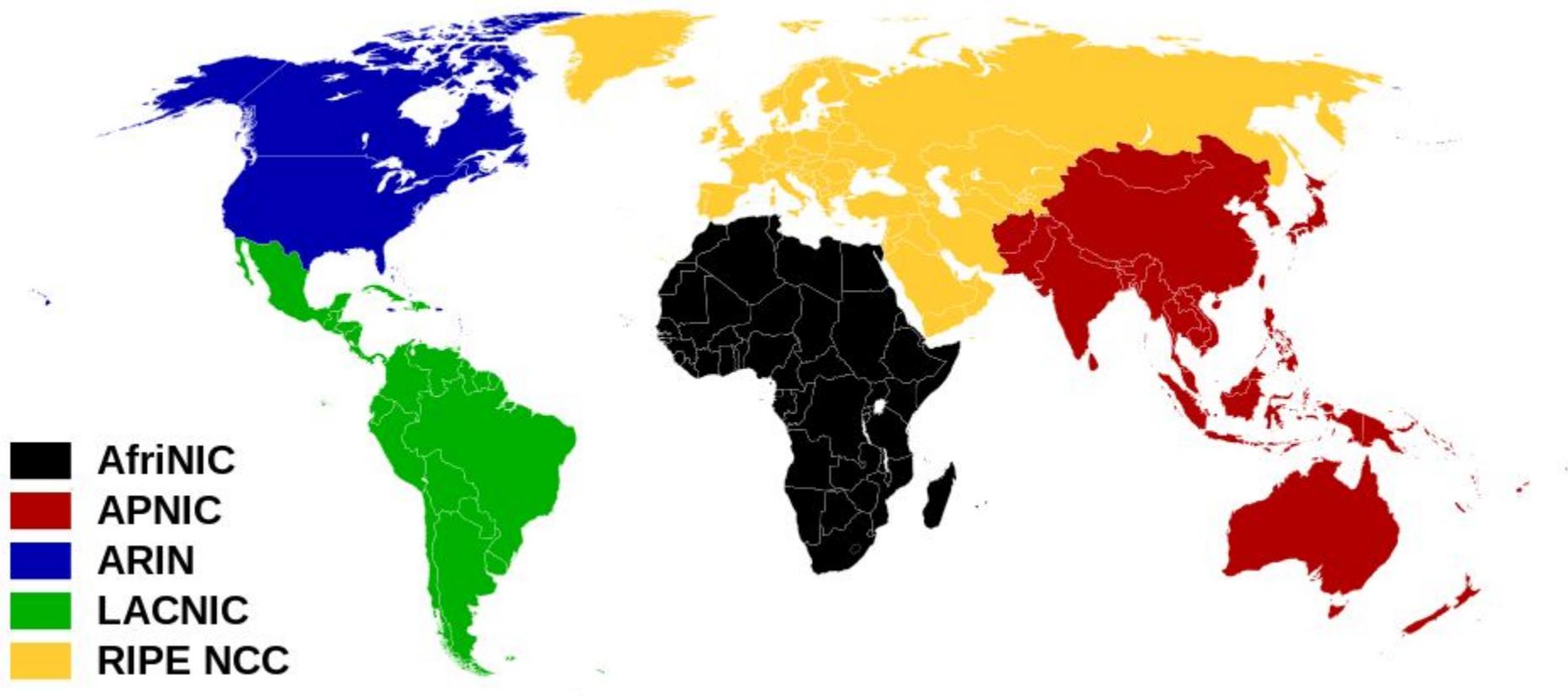
2001:0:7ee5:d947:9:1c5:6b9f:c4

Несколько нулей подряд в адресе IPv6 могут быть заменены двойным двоеточием, так адрес **2001:0:0:0:0:0:0:c4** может быть представлен **2001::c4**.

Два двоеточия подряд могут быть использованы только один раз.

Адреса версии **IPv6** являются **иерархическими**, также как и **IPv4**. Младшие разряды задают номер узла (**идентификатор интерфейса**), а старшие разряды – для задания **префикса адреса** (номера сети, подсети).

Региональные регистраторы адресов IPv6



Код регистратора входит в состав IP-адреса

Преимущества протокола IP-v6

- 1. Длина поля адреса 16 байт - обеспечивается практически неограниченный запас Интернет-адресов.**
- 2. Простой заголовок пакета (7 полей вместо 13 у протокола IPv4).
Маршрутизаторы могут быстрее обрабатывать пакеты, что повышает производительность.**
- 3. Лучшая поддержка необязательных параметров – ускорение обработки пакетов.**
- 4. Повышение безопасности данных (аутентификация и конфиденциальность).**
- 5. Больше внимания уделено типу предоставляемых услуг.**

Полный переход с IPv4 на IPv6 по прогнозам займет около 10 лет.

Контрольные вопросы:

1. Что такое архитектура сети?
2. Что такое «стек коммуникационных протоколов»?
3. Назовите уровни в эталонной модели OSI.
4. Какие виды протоколов работают на сетевом уровне модели OSI?
5. Основные функции физического уровня модели OSI.
6. Назовите уровни стека протоколов TCP/IP.
7. Приведите примеры названий протоколов на каждом уровне TCP/IP.
8. Какова длина адреса в IP-протоколе?
9. В чем преимущества протокола IP v6?