



Процесс передачи данных по компьютерной сети очень сложен, поэтому специалисты из организации ISO (International Standards Organization) решили разделить его на семь логических независимых уровней в виде модели OSI (Open Systems Interconnection).

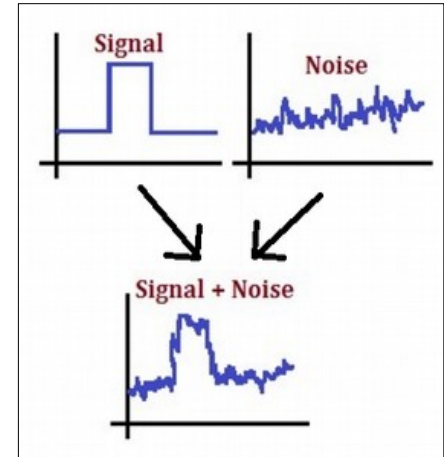
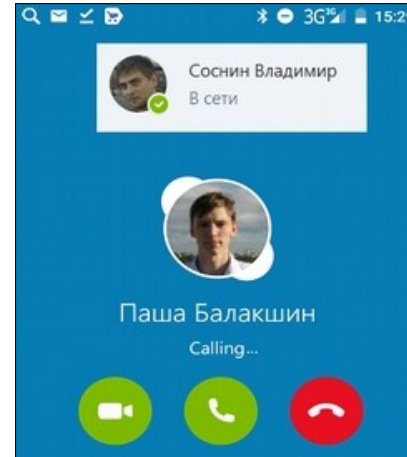
№	Название уровня OSI	Название уровня TCP/IP
7	прикладной (application)	взаимодействие программы или пользователя с ОС при передаче данных по сети; ввод логина/пароля, имени сайта
6	уровень представления	стороны договариваются о формате передаваемых данных
5	сеансовый (session)	согласование параметров соединения
4	транспортный (transport)	Управление передачей «из-конца-в-конец», реагирование на потери/задержки
3	сетевой (network)	выбор маршрута следования, пересечение границ сетей
2	канальный (data link)	передача внутри локальной сети
1	физический (physical)	физические характеристики каналов связи и сигналов

“пользователь” ↔ 7 ↔ 6 ↔ 5 ↔ 4 ↔ 3 ↔ 2 ↔ 1 ↔ “сеть”

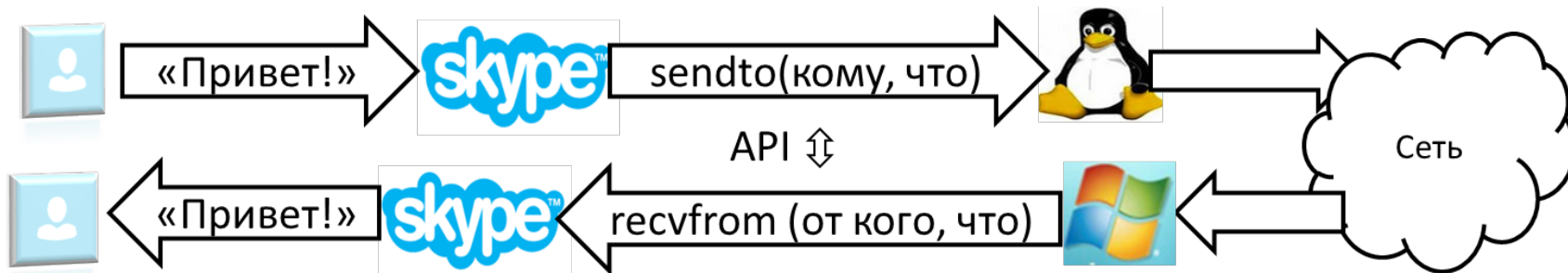
Общие функции уровней модели OSI



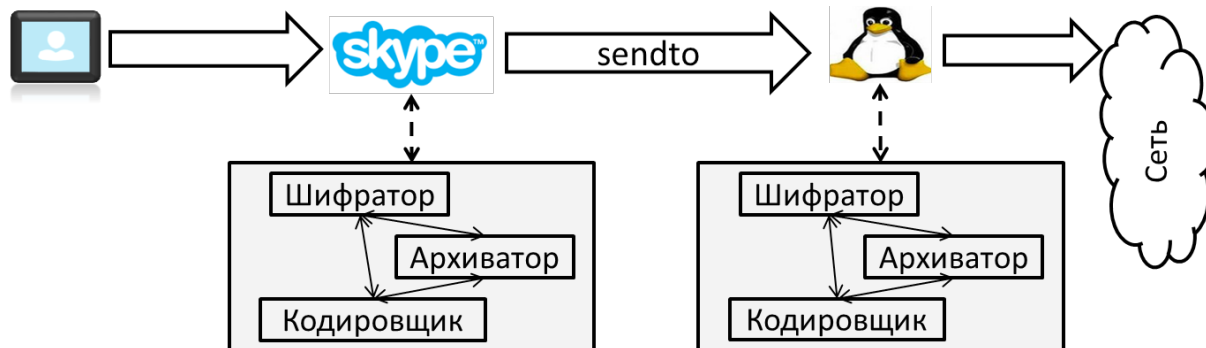
- Установка/разрыв/поддержание соединения
- Обнаружение и обработка ошибок
- Адресация
- Управление качеством обслуживания (QoS)
 - задержка передачи
 - вариация задержки (джиттер)
 - доля потерянных/ошибочных блоков данных
 - доступная пропускная способность канала связи и т.п.



Субъекты взаимодействия	1) пользовательская программа на передающем/принимающем компьютере; 2) ОС.
Объект взаимодействия	Пользовательские данные, представленные в «родном» понятном виде для приёмной и передающей программы.
Основные функции	Вызов специальных функций ОС для работы с сетью (API). Программист не обязан знать о внутреннем устройстве сети, для него передача данных по сети не отличается от сохранения в файл (просто надо вызвать нужную функцию API ОС).



Субъекты взаимодействия	1) ОС; 2) спец. ПО для шифрования, сжатия, кодирования.
Объект взаимодействия	Закодированные пользовательские данные (пользовательская программа уже не может работать с такими данными без декодирования).
Основные функции	Шифрование, сжатие, выбор кодировки, выбор способа представления порядка байт (little-endian, big-endian). Каждый этап может выполняться несколько раз разными субъектами (см. пунктирные стрелки)





- Установка соединения и **согласование параметров соединения**, при этом фактическая реализация запрошенных требований осуществляется на нижележащих уровнях.
- Процедура **разрыва соединения**
 - разрыв при запросе пользователя
 - разрыв при невозможности обеспечить затребованные параметры передачи
 - разрыв без потери данных пользователя
 - быстрый “жёсткий” сброс соединения с риском потери данных.
- Управление **точками синхронизации** соединения (сброс соединения до общей оговоренной точки синхронизации с возможной потерей данных).

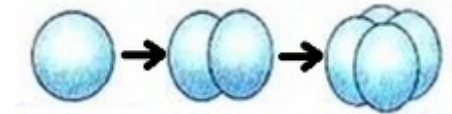
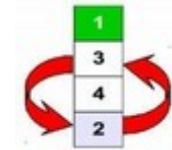
Транспортный уровень OSI-модели



Описывает процесс межконечной передачи данных по сети (end-to-end, “из конца в конец”), т.е. передачу с точки зрения наблюдателя, для которого вся сеть с промежуточными сетевыми устройствами между абонентами рассматриваются как единый “чёрный ящик”, структура которого неизвестна.

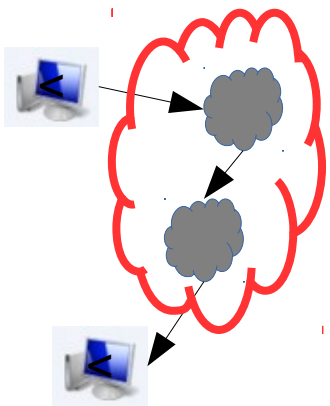


- **Управление соединением** таким образом, чтобы соблюсти требования QoS, запрошенные сеансовым уровнем (повторные передачи, контроль скорости передачи и т.п.).
- **Контроль порядка** поступления блоков данных (например, с помощью порядковых номеров, добавляемых к блокам данных)
- **Манипуляции размерами** блоков данных: разбиение больших блоков на более мелкие, объединение маленьких в большие и т.п.

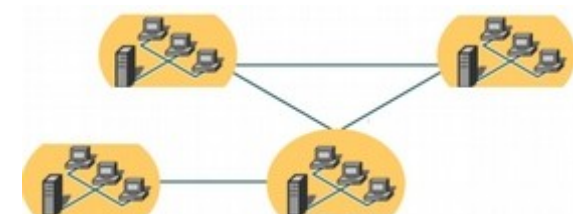
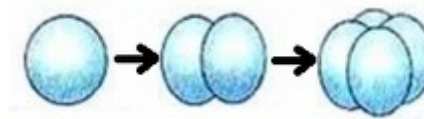
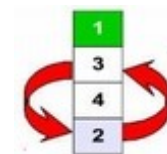




Описывает процесс процесс передачи блока данных через границы разнотипных локальных сетей. Каждая локальная сеть выглядит на сетевом уровня как «чёрный ящик», структура которого неизвестна.

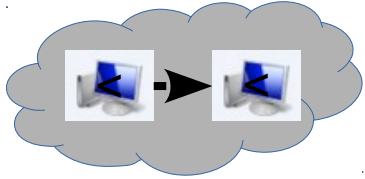


- Контроль порядка поступления блоков данных.
- Манипуляции размерами блока данных.
- Правила маршрутизации и построения маршрутных таблиц при пересечении границ сетей.

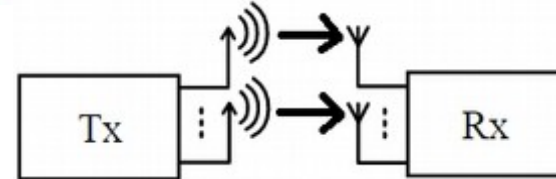
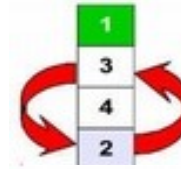
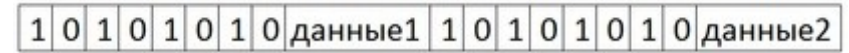


Канальный уровень OSI-модели

Описывает **логические** правила передачи блока данных в пределах локальной сети, построенной в рамках единой технологии с одинаковыми однотипными линиями связи. Все **физические** особенности каналов связи выглядят для канального уровня как чёрный ящик, структура которого неизвестна.



- Распознавание границ блоков данных в физических сигналах.
- Контроль порядка поступления блоков данных.
- Разделения/объединение потока данных на несколько подпотоков для их одновременной передачи по нескольким физическим линиям связи
- Правила маршрутизации и построения маршрутных таблиц.



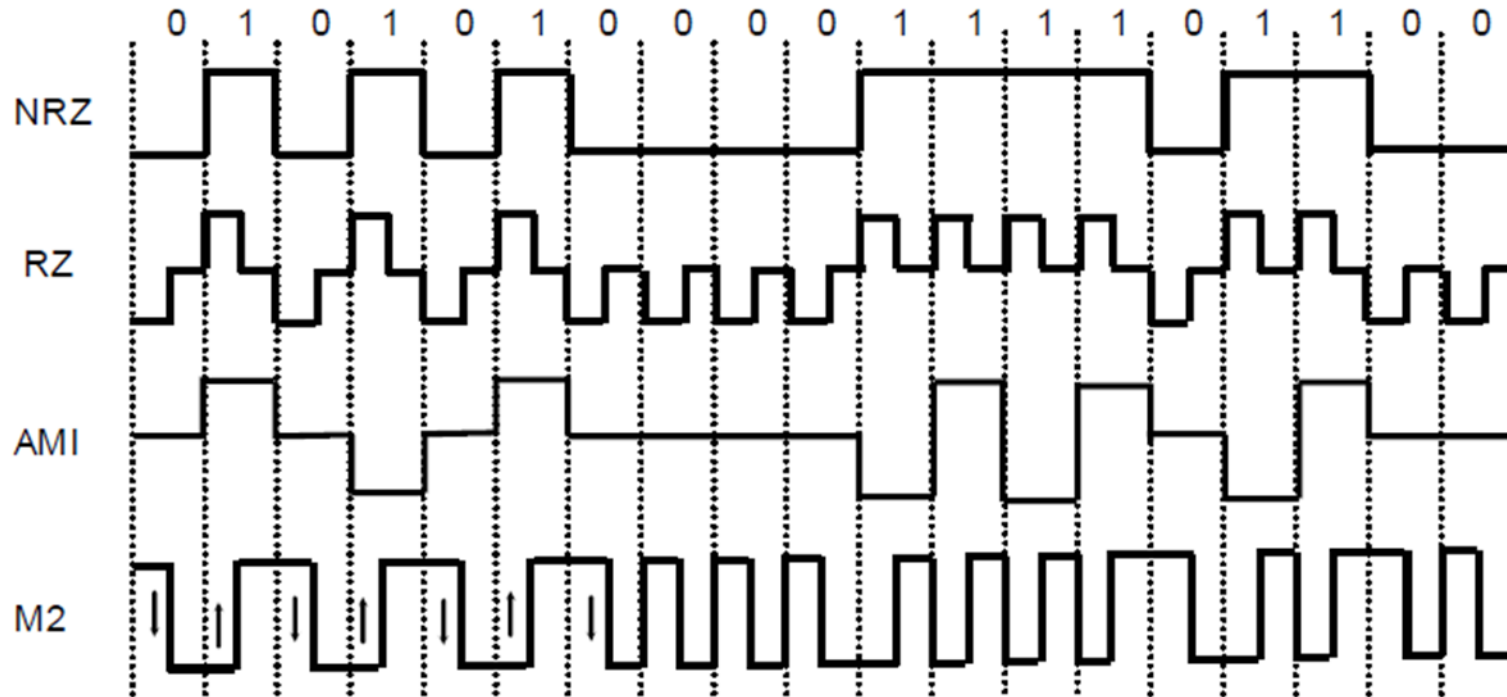


Описывает с физической точки зрения процессы передачи сигналов по некоторой конкретной линии связи. Специфицирует только физические свойства.

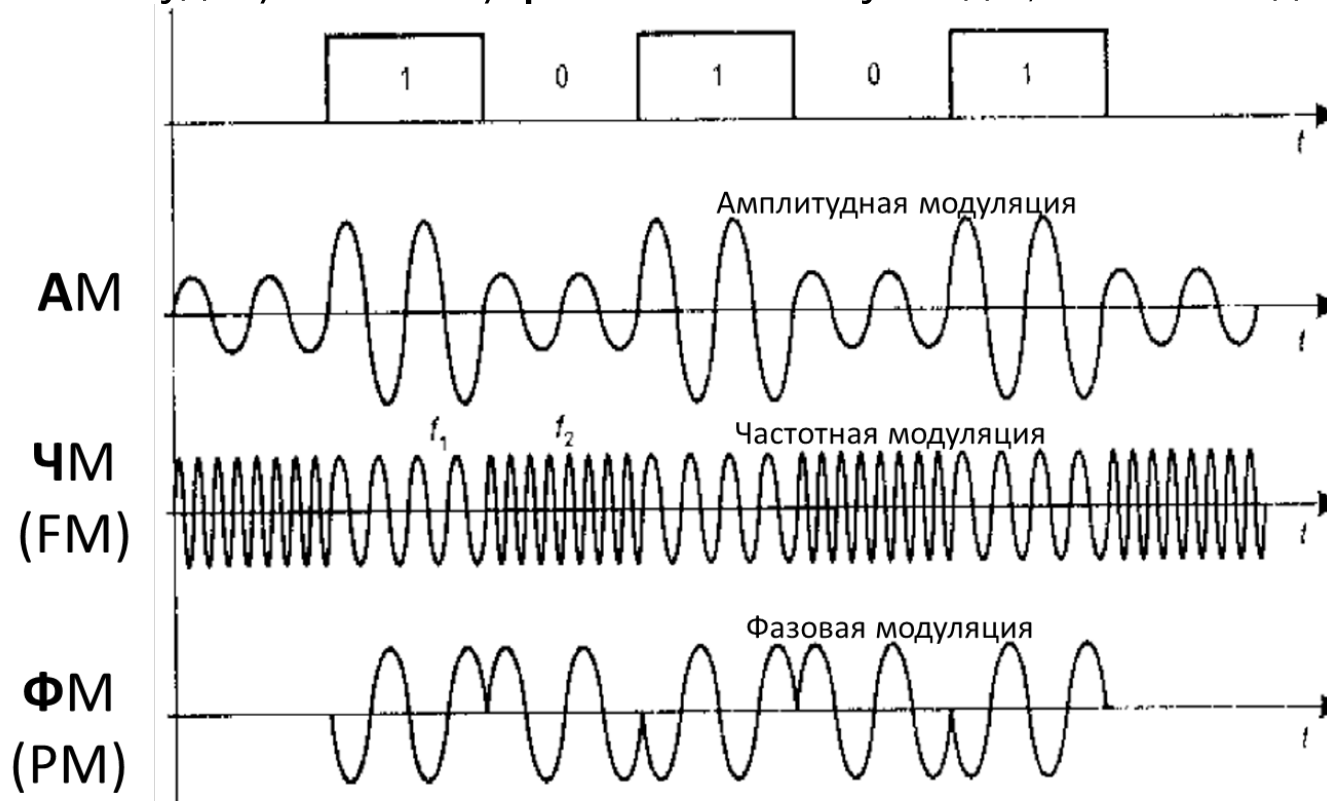
Субъекты взаимодействия	<ol style="list-style-type: none">1) модуль сетевой карты, который генерирует физические сигналы (ток, пучок света, радиоволна);2) проводник сигнала (медный кабель, оптоволокно, радиоэфир).
Объект взаимодействия	Физические сигналы (ток, пучок света, радиоволна).
Основные функции	Выбор носителя сигнала (ток, свет, радиоволна). Выбор свойств проводника сигнала (материал: медь, оптоволокно; диаметр сечения, сопротивление, предельно допустимая длина). Выбор способа представления цифровых данных в виде физического сигнала (кодирование, модуляция).



0 и 1 можно представить в виде разного напряжения электрического тока. Самый интуитивно-понятный способ называется NRZ. Существует много других способов, устраняющих недостатки NRZ (например, проблему вырождения переменного сигнала в постоянный ток, если передаются много единиц подряд).



Если сетевая карта умеет генерировать физический сигнал в виде синусоиды, то управляя **амплитудой/частотой/фазой** этой синусоиды, можно кодировать 0 и 1.





Сопоставление OSI-модели и TCP/IP-модели

Модель OSI – недостижимый идеал. Модель TCP/IP – реальность.

№	Название уровня OSI	Название уровня TCP/IP	Что передаётся (блок данных)
7	прикладной (application)	прикладной (работа с сетью, видимая пользователю или программисту)	Несегментированные «сырые» данные пользователя. Пример ftp: open 192.168.1.1 - открыть соединение с ftp-сервером user admin - аторизоваться (запрос пароля) ls - отобразить содержимое каталога get myfile.txt - скачать файл myfile.txt
6	уровень представления		
5	сеансовый (session)		
4	транспортный (transport)	транспортный (управление передачей из-конца-в-конец, когда сеть – это чёрный ящик)	TCP-сегменты, UDP-датаграммы и т. п. с указанием порта приложения
3	сетевой (network)	сетевой (передача через несколько объединённых сетей)	IP-пакеты с указанием IP-адресов отправителя и адресата
2	канальный (data link)	канальный (передача внутри локальной сети)	Кадры с указанием MAC-адресов отправителя и адресата, а затем сигналы (биты)
1	физический (physical)		



Не существует ни одной сетевой технологии, в которой бы была идеально реализована вся OSI-модель с чётким разделением уровней.

Реальность	OSI-уровни
Skype	7, 6, 5
FTP	7, 3
TCP	7, 5, 4, 3
IP	3, 4
Wi-Fi, Fast Ethernet	1, 2

Вывод: модель OSI далека от реальности, её назначение – быть идеальной абстракцией.

Различия протоколов TCP и UDP

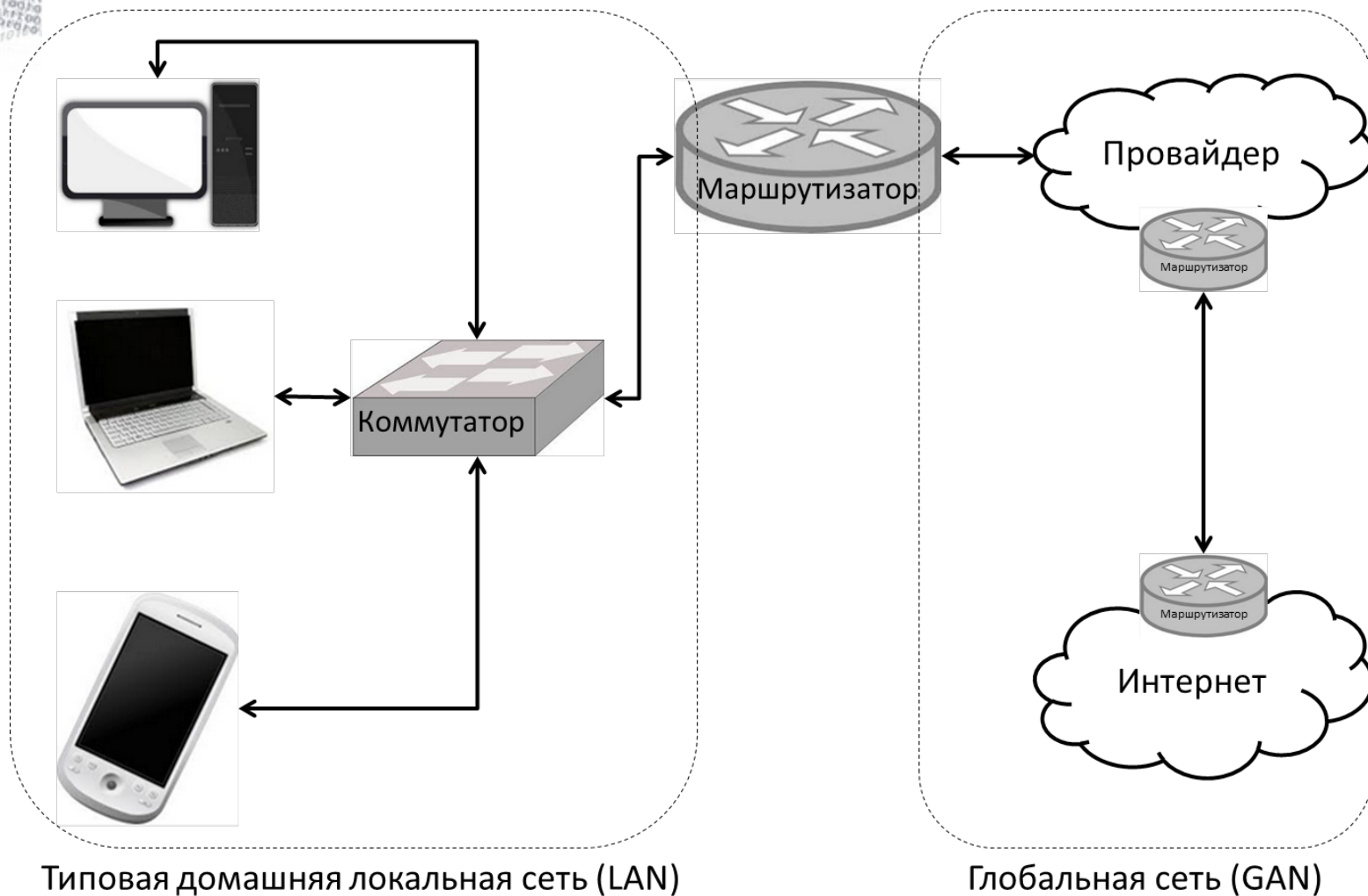


Свойство	TCP	UDP
Установка соединения	✓	✗
Разрыв соединения	✓	✗
Подтверждение доставки	✓	✗
Проверка контрольной суммы	✓	✓
Обнаружение искажённых пакетов	✓	✓
Обнаружение потерянных пакетов	✓	✗
Повторная передача потерянных/искажённых	✓	✗

TCP применяют, если необходимо удостовериться, что все данные дошли корректно, получив об этом подтверждение и организовав повторную передачу поврежденных данных, а также для возможности автоматически **подстраивать скорость передачи** под текущую загрузку сети (пример: скачивание файла).

UDP применяют *либо* если канал связи абсолютно надёжен, *либо* если нет смысла повторно передавать потерянные/искажённые пакеты, но при этом хочется сэкономить на передаче ненужных служебных данных, используемых в TCP (пример: Скайп-звонок).

Сетевые устройства на примере домашней сети



Сравнение коммутатора и маршрутизатора



Свойство	Коммутатор (switch)	Маршрутизатор (Router)
Наличие MAC-адреса	Нет	Много (ровно по одному на каждый порт/антенну)
Наличие IP-адреса	Нет	Много (как минимум по одному на каждый порт/антенну)
Уровни OSI-модели	1, 2	1, 2, 3
Умение выбирать маршруты	Нет (т.к. в локальной сети всегда есть только один маршрут)	Да
Назначение	Обмен данными между компьютерами внутри локальной сети	Обмен данными между несколькими локальными сетями



Примечание: существуют гибридные устройства, совмещающие в себе коммутатор и маршрутизатор (они используются у большинства пользователей домашнего интернета, однако в корпоративных сетях применяются реже).