**Компьютерная сеть** (вычислительная сеть, сеть [передачи данных](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85)) — система связи [компьютеров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80) или компьютерного оборудования ([серверы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80_(%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)), [маршрутизаторы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) и другое оборудование). Для передачи [информации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) могут быть использованы различные[физические явления](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%8F%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F&action=edit&redlink=1), как правило — различные виды [электрических сигналов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB), световых сигналов или [электромагнитного излучения](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5).

Классификация

**По территориальной распространенности**

* [**PAN**](http://ru.wikipedia.org/wiki/Personal_area_network) (Personal Area Network) — персональная сеть, предназначенная для взаимодействия различных устройств, принадлежащих одному владельцу.
* [**LAN**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C) (Local Area Network) — локальные сети, имеющие замкнутую инфраструктуру до выхода на поставщиков услуг. Термин «LAN» может описывать и маленькую офисную сеть, и сеть уровня большого завода, занимающего несколько сотен гектаров. Зарубежные источники дают даже близкую оценку — около шести миль (10 км) в радиусе. Локальные сети являются сетями закрытого типа, доступ к ним разрешен только ограниченному кругу пользователей, для которых работа в такой сети непосредственно связана с их профессиональной деятельностью.
* [**CAN**](http://ru.wikipedia.org/wiki/Campus_Area_Network) (Campus Area Network — кампусная сеть) — объединяет локальные сети близко расположенных зданий.
* [**MAN**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C) (Metropolitan Area Network) — городские сети между учреждениями в пределах одного или нескольких городов, связывающие много локальных вычислительных сетей.
* [**WAN**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C) (Wide Area Network) — глобальная сеть, покрывающая большие географические регионы, включающие в себя как локальные сети, так и прочие телекоммуникационные сети и устройства. Пример WAN — сети с коммутацией пакетов (Frame relay), через которую могут «разговаривать» между собой различные компьютерные сети. Глобальные сети являются открытыми и ориентированы на обслуживание любых пользователей.
* Термин «корпоративная сеть» также используется в литературе для обозначения объединения нескольких сетей, каждая из которых может быть построена на различных технических, программных и информационных принципах.

**По типу функционального взаимодействия**

* [Клиент-сервер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80)
* [Смешанная сеть](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%BC%D0%B5%D1%88%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C&action=edit&redlink=1)
* [Одноранговая сеть](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C)
* [Многоранговые сети](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8&action=edit&redlink=1)

**По типу сетевой топологии**

* [Шина](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D0%BD%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))
* [Кольцо](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BE_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))
* [Двойное кольцо](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B2%D0%BE%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BE_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))
* [Звезда](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))
* [Ячеистая](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D1%87%D0%B5%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)
* [Решётка](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%88%D1%91%D1%82%D0%BA%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))
* [Дерево](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))
* [Fat Tree](http://ru.wikipedia.org/wiki/Fat_Tree)

**По типу среды передачи**

* Проводные ([телефонный провод](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4), [коаксиальный кабель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C), [витая пара](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0), [волоконно-оптический кабель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE-%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C))
* [Беспроводные](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8) (передачей информации по [радиоволнам](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B) в определенном частотном диапазоне)

**По функциональному назначению**

* [Сети хранения данных](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D1%8C_%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85)
* [Серверные фермы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0)
* [Сети управления процессом](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B5%D1%82%D1%8C_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D0%BC&action=edit&redlink=1)
* [Сети SOHO](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=SOHO_(%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)&action=edit&redlink=1), [домовые сети](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C)

**По скорости передач**

* низкоскоростные (до 10 Мбит/с),
* среднескоростные (до 100 Мбит/с),
* высокоскоростные (свыше 100 Мбит/с);

**По сетевым операционным системам**

* На основе [Windows](http://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Windows)
* На основе [UNIX](http://ru.wikipedia.org/wiki/UNIX)
* На основе [NetWare](http://ru.wikipedia.org/wiki/Novell_NetWare)
* На основе [Cisco](http://ru.wikipedia.org/wiki/Cisco)

**По необходимости поддержания постоянного соединения**

* Пакетная сеть, например [Фидонет](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%82) и [UUCP](http://ru.wikipedia.org/wiki/UUCP)
* Онлайновая сеть, например [Интернет](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82) и [GSM](http://ru.wikipedia.org/wiki/GSM)

**По типу функционального взаимодействия**

**Клиент-сервер**

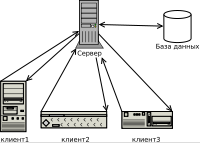
**Клиент-сервер** ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Client-server*) — вычислительная или сетевая архитектура, в которой задания или сетевая нагрузка распределены между поставщиками услуг (сервисов), называемыми серверами, и заказчиками услуг, называемыми клиентами. Нередко клиенты и серверы взаимодействуют через компьютерную сеть и могут быть как различными физическими устройствами, так и [программным обеспечением](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5).

Многоуровневая архитектура клиент-сервер

**Многоуровневая архитектура клиент-сервер** — разновидность архитектуры клиент-сервер, в которой функция обработки данных вынесена на один или несколько отдельных серверов. Это позволяет разделить функции хранения, обработки и представления данных для более эффективного использования возможностей серверов и клиентов.

Частные случаи многоуровневой архитектуры:

# [Трёхуровневая архитектура](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D1%91%D1%85%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) Трёхуровневая архитектура



Пример трёхуровневой архитектуры.



**Трёху́ровневая архитекту́ра**, или **трёхзве́нная архитекту́ра** ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) [*three-tier*](http://en.wikipedia.org/wiki/three-tier) или [англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) [*Multitier architecture*](http://en.wikipedia.org/wiki/Multitier_architecture)) — архитектурная модель программного комплекса, предполагающая наличие в нём трёх компонентов: *клиентского приложения* (обычно называемого «[тонким клиентом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82)» или терминалом), *сервера приложений*, к которому подключено клиентское приложение, и *сервера* [*базы данных*](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B0_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85), с которым работает сервер приложений.



Трехуровневая схема



***Обзор архитектуры***

* [*Клиент*](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82_%28%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%29) — это интерфейсный (обычно [графический](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%84%D0%B5%D0%B9%D1%81_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8F)) компонент, который представляет первый уровень, собственно приложение для конечного пользователя. Первый уровень не должен иметь прямых связей с базой данных (по требованиям безопасности), быть нагруженным основной [бизнес-логикой](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%81-%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%BA%D0%B0) (по требованиям [масштабируемости](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%88%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D1%80%D1%83%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C)) и хранить [состояние приложения](http://ru.wikipedia.org/wiki/ASP.NET_state_management) (по требованиям надежности). На первый уровень может быть вынесена и обычно выносится простейшая бизнес-логика: интерфейс [авторизации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F), алгоритмы шифрования, проверка вводимых значений на допустимость и соответствие формату, несложные операции (сортировка, группировка, подсчет значений) с данными, уже загруженными на терминал.
* [*Сервер приложений*](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9) располагается на втором уровне. На втором уровне сосредоточена бо́льшая часть бизнес-логики. Вне его остаются фрагменты, экспортируемые на терминалы (см.выше), а также погруженные в третий уровень хранимые процедуры и триггеры.
* *Сервер базы данных* обеспечивает хранение данных и выносится на третий уровень. Обычно это стандартная [реляционная](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BB%D1%8F%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%A1%D0%A3%D0%91%D0%94) или [объектно-ориентированная](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%8A%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BD%D0%BE-%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%A1%D0%A3%D0%91%D0%94) [СУБД](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A3%D0%91%D0%94). Если третий уровень представляет собой базу данных вместе с [хранимыми процедурами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%B4%D1%83%D1%80%D0%B0), [триггерами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%B3%D0%B5%D1%80_%28%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D1%8B_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85%29) и схемой, описывающей приложение в терминах реляционной модели, то второй уровень строится как программный интерфейс, связывающий клиентские компоненты с прикладной логикой базы данных.

В простейшей конфигурации физически сервер приложений может быть совмещён с сервером базы данных на одном компьютере, к которому по сети подключается один или несколько терминалов.

В «правильной» (с точки зрения безопасности, надёжности, масштабирования) конфигурации сервер базы данных находится на выделенном компьютере (или [кластере](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80)), к которому по сети подключены один или несколько серверов приложений, к которым, в свою очередь, по сети подключаются терминалы.

***Достоинства***

По сравнению с клиент-серверной или файл-серверной архитектурой можно выделить следующие достоинства трёхуровневой архитектуры:

* [масштабируемость](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%88%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D1%80%D1%83%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C)
* конфигурируемость — изолированность уровней друг от друга позволяет (при правильном развертывании архитектуры) быстро и простыми средствами переконфигурировать систему при возникновении сбоев или при плановом обслуживании на одном из уровней
* высокая безопасность
* высокая надёжность
* низкие требования к скорости канала (сети) между терминалами и сервером приложений
* низкие требования к производительности и техническим характеристикам терминалов, как следствие снижение их стоимости. Терминалом может выступать не только компьютер, но и, например, мобильный телефон.

***Недостатки***

Недостатки вытекают из достоинств. По сравнению c клиент-серверной или файл-серверной архитектурой можно выделить следующие недостатки трёхуровневой архитектуры:

* более высокая сложность создания приложений;
* сложнее в разворачивании и администрировании;
* высокие требования к производительности серверов приложений и сервера базы данных, а, значит, и высокая стоимость серверного оборудования;
* высокие требования к скорости канала (сети) между сервером базы данных и серверами приложений.

***Пример трёхзвенной архитектуры клиент-сервер***

Компоненты трёхзвенной архитектуры, с точки зрения программного обеспечения реализуют определенные серверы: БД, web-серверы и браузеры. Место любого из этих компонентов может занять программное обеспечение любого производителя. Ниже представлено описание взаимодействия компонентов трехуровневой архитектуры клиент-серверного приложения. Сервер БД представлен MySQL-сервером; сервер приложений технологиями: ADO.NET, ASP.NET и web-сервером IIS; роль клиента выполняет любой web-браузер.

**Браузер клиента** *1->* **Сервер IIS** *2->* **Исполняющая среда ASP.NET 2.0** *3->* **Провайдер данных ADO.NET 2.0** *4->* **Сервер MySQL** *5->* **Провайдер данных ADO.NET 2.0** *6->* **Исполняющая среда ASP.NET 2.0** *7->* **Сервер IIS** *8->* Браузер клиента

* 1 — браузер клиента отправляет HTTP-запрос;
* 2 — на стороне сервера служба Web [Internet Information Services](http://ru.wikipedia.org/wiki/Internet_Information_Services) (web-сервер IIS) определяет тип запрашиваемого ресурса, и для случая запроса \*.aspx (расширение файлов страниц ASP.NET) загружает соответствующее ему (запросу) расширение Internet Server Aplication Programming Interface (ISAPI). Для страниц aspx это расширение isapi\_aspnet.dll. IIS также осуществляет идентификацию и авторизацию пользователя от которого поступил запрос. В свою очередь расширение isapi\_aspnet.dll загружает фабрику обработчиков ASP.NET. Далее, фабрика обработчиков создает объектную модель запрашиваемой страницы и обрабатывает действия пользователя.
* 3 — в ходе генерации ответа приложению ASP.NET может потребоваться обращение к БД, в этом случае используя библиотеки классов провайдера данных ADO.NET 2.0, выполняющая среда обращается к серверу БД;
* 4 — провайдер данных ADO.NET 2.0 передает запрос на операцию с БД серверу MySQL;
* 5 — сервер MySQL осуществляет обработку запроса, выполняя соответствующие операции с БД ;
* 6 — провайдер данных ADO.NET 2.0 передает результаты запроса объекту страницы;
* 7 — объект страницы с учетом полученных данных осуществляет рендеринг графического интерфейса страницы и направляет результаты в выходной поток;
* 8 — сервер IIS отправляет содержимое сгенерированной страницы клиентскому браузеру.

***Использование***

* [*SAP R/3*](http://ru.wikipedia.org/wiki/SAP)

Сеть с выделенным сервером

**Сеть с выделенным сервером** ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Client/Server network*) — это [локальная вычислительная сеть (LAN)](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C), в которой сетевые устройства централизованы и управляются одним или несколькими серверами. Индивидуальные рабочие станции или клиенты (такие, как ПК) должны обращаться к ресурсам сети через сервер(ы).

**Однора́нговая сеть**

**Однора́нговая**, **децентрализо́ванная** или **пи́ринговая** (от [англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *peer-to-peer, P2P* — равный к равному) **сеть** — это [оверлейная](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C) [компьютерная сеть](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C), основанная на равноправии участников. В такой сети отсутствуют выделенные [серверы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80_(%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)), а каждый узел (peer) является как [клиентом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82_(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B9)), так и сервером. В отличие от архитектуры [клиент-сервера](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80), такая организация позволяет сохранять работоспособность сети при любом количестве и любом сочетании доступных узлов. Участниками сети являются [пиры](http://ru.wikipedia.org/wiki/Peer).

Устройство одноранговой сети

Каждая из машин сети может связаться с любой из них. Каждая из машин может посылать запросы на предоставление каких-либо ресурсов другим машинам в пределах этой сети и, таким образом, выступать в роли клиента. Будучи сервером, каждая машина должна быть способной обрабатывать запросы от других машин в сети, отсылать то, что было запрошено. Каждая машина также должна выполнять некоторые вспомогательные и административные функции (например, хранить список других известных машин-«соседей» и поддерживать его актуальность).

Любой член данной сети не гарантирует свое присутствие на постоянной основе. Он может появляться и исчезать в любой момент времени. Но при достижении определённого критического размера сети наступает такой момент, что в сети одновременно существует множество серверов с одинаковыми функциями.

Частично децентрализованные (гибридные) сети

Помимо чистых P2P-сетей, существуют так называемые гибридные сети, в которых существуют [серверы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80_(%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)), используемые для координации работы, поиска или предоставления информации о существующих машинах сети и их статусе (on-line, off-line и т. д.). Гибридные сети сочетают скорость централизованных сетей и надёжность децентрализованных благодаря гибридным схемам с независимыми индексационными серверами, [синхронизирующими](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) информацию между собой. При выходе из строя одного или нескольких серверов сеть продолжает функционировать. К частично децентрализованным файлообменным сетям относятся например [EDonkey](http://ru.wikipedia.org/wiki/EDonkey2000_(%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C)), [BitTorrent](http://ru.wikipedia.org/wiki/BitTorrent).

]Пиринговая файлообменная сеть

*Основная статья:*[***Файлообменная сеть***](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C)

Одна из областей применения технологии одноранговых сетей — это обмен файлами. Пользователи файлообменной сети выкладывают какие-либо файлы в т. н. «расшаренную» ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *share* — делиться) директорию, содержимое которой доступно для скачивания другим пользователям. Какой-нибудь другой пользователь сети посылает запрос на поиск какого-либо файла. Программа ищет у клиентов сети файлы, соответствующие запросу, и показывает результат. После этого пользователь может скачать файлы у найденных источников. В современных файлообменных сетях информация загружается сразу с нескольких источников. Ее целостность проверяется по [контрольным суммам](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%83%D0%BC%D0%BC%D0%B0).

Многие распространяемые в таких сетях файлы, не являющиеся [общественным достоянием](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B5), распространяются в них без разрешения правообладателей. Видеоиздательские и звукозаписывающие компании утверждают, что это приводит к значительной недополученной ими прибыли. Проблем им добавляет тот факт, что пресечь распространение файла в децентрализованной пиринговой сети технически невозможно — для этого потребуется физически отключить от сети все машины, на которых лежит этот файл, а таких машин (см. выше) может быть очень и очень много — в зависимости от популярности файла их число может достигать сотен тысяч. В последнее время видеоиздатели и звукозаписывающие компании начали подавать в суд на отдельных пользователей таких сетей, обвиняя их в незаконном распространении музыки и видео.

Такие организации, как [RIAA](http://ru.wikipedia.org/wiki/RIAA), дискредитируют пиринговые сети, публикуя в них фальшивые файлы (содержание которых не соответствует названию, часто носит порнографический характер). Это привело к потере популярности сети [KaZaA](http://ru.wikipedia.org/wiki/KaZaA) в пользу [eDonkey](http://ru.wikipedia.org/wiki/EDonkey2000_(%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C)), имеющей более совершенную архитектуру.

Несмотря на то, что в [феврале 2006](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C_2006) прекратил работу самый популярный сервер сети [eD2k](http://ru.wikipedia.org/wiki/EDonkey2000_(%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C)) — Razorback, и была прекращена разработка коммерческого клиента [EDonkey2000](http://ru.wikipedia.org/wiki/EDonkey2000_(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0)), сама [сеть ED2K](http://ru.wikipedia.org/wiki/EDonkey2000_(%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C)) продолжает функционировать, т. к. не завязана на конкретные [серверы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80_(%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)) и существует большое количество свободно распространяемых клиентских программ типа [eMule](http://ru.wikipedia.org/wiki/EMule) и [mlDonkey](http://ru.wikipedia.org/wiki/MlDonkey).

Пиринговые сети распределённых вычислений

Технология пиринговых сетей (не подвергающихся квазисинхронному исчислению) применяется также для [распределённых вычислений](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%91%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F). Они позволяют в сравнительно короткие сроки выполнять поистине огромный объём вычислений, который даже на[суперкомпьютерах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80) потребовал бы, в зависимости от сложности задачи, многих лет и даже столетий работы. Такая производительность достигается благодаря тому, что некоторая глобальная задача разбивается на большое количество блоков, которые одновременно выполняются сотнями тысяч компьютеров, принимающими участие в проекте. Один из примеров такого использования пиринговых сетей использует компания [Sony](http://ru.wikipedia.org/wiki/Sony) в игровых приставках Sony [PlayStation](http://ru.wikipedia.org/wiki/PlayStation) [[1]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C#cite_note-1).

Пиринговые финансовые сети

Разрабатываются и обкатываются на игровых моделях децентрализованных денежных систем. Основная идея в том, что современные деньги — несовершенный механизм расчетов, зависящий от воли высокопоставленных чиновников, а децентрализованные деньги, основанные на p2p технологиях, в теории являются более справедливым средством взаимных расчетов пользователей.

Стеки протоколов

При реализации компьютерной сети могут использоваться различные наборы протоколов, некоторые из них:

* [AppleTalk](http://ru.wikipedia.org/wiki/AppleTalk)
* [ARCNET](http://ru.wikipedia.org/wiki/ARCNET)
* [ATM](http://ru.wikipedia.org/wiki/ATM)
* [DECnet](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=DECnet&action=edit&redlink=1)
* [Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet)
* [HIPPI](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=HIPPI&action=edit&redlink=1)
* [IEEE-488](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE-488)
* [IP](http://ru.wikipedia.org/wiki/IP)
* [IPX](http://ru.wikipedia.org/wiki/IPX)
* [Myrinet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Myrinet)
* [TCP](http://ru.wikipedia.org/wiki/TCP)
* [Token Ring](http://ru.wikipedia.org/wiki/Token_ring)
* [UDP](http://ru.wikipedia.org/wiki/UDP)
* [SPX](http://ru.wikipedia.org/wiki/Sequenced_packet_exchange)
* [FDDI](http://ru.wikipedia.org/wiki/Fiber_distributed_data_interface)
* [QsNet](http://ru.wikipedia.org/wiki/QsNet)
* [USB](http://ru.wikipedia.org/wiki/USB)
* [IEEE 1394](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_1394) (Firewire, iLink)
* [X.25](http://ru.wikipedia.org/wiki/X.25)
* [Frame relay](http://ru.wikipedia.org/wiki/Frame_relay)
* [Bluetooth](http://ru.wikipedia.org/wiki/Bluetooth)
* [IEEE 802.11](http://ru.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi)
* [Systems Network Architecture](http://ru.wikipedia.org/wiki/SNA)
* [RapidIO](http://ru.wikipedia.org/wiki/RapidIO)

**Уровни**

[Сетевая модель OSI](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C_OSI)

* [Прикладной уровень](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C_OSI#.D0.9F.D1.80.D0.B8.D0.BA.D0.BB.D0.B0.D0.B4.D0.BD.D0.BE.D0.B9_.D1.83.D1.80.D0.BE.D0.B2.D0.B5.D0.BD.D1.8C_.28Application_layer.29)
* [Уровень представления](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C_OSI#.D0.A3.D1.80.D0.BE.D0.B2.D0.B5.D0.BD.D1.8C_.D0.BF.D1.80.D0.B5.D0.B4.D1.81.D1.82.D0.B0.D0.B2.D0.BB.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D1.8F_.28Presentation_layer.29) информации
* [Сеансовый уровень](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C)
* [Транспортный уровень](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C)
* [Сетевой уровень](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8B_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%8F)
  + [Коммутация](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))
  + [Маршрутизация](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F)
* [Канальный уровень](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C) (Уровень связывания данных) — Спецификация IEEE 802 разделяет этот уровень на 2 подуровня — MAC (Media Access Control) регулирует доступ к разделяемой физической среде, LLC (Logical Link Control) обеспечивает обслуживание сетевого уровня.
* [Физический уровень](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C)

**Сетевая модель OSI** ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *open systems interconnection basic reference model* — базовая [эталонная модель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C) взаимодействия открытых систем, сокр. **ЭМВОС**; 1978 г) — [сетевая модель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C) стека [сетевых протоколов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB) OSI/ISO (ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99).

В связи с затянувшейся разработкой протоколов OSI, в настоящее время основным используемым стеком протоколов является[TCP/IP](http://ru.wikipedia.org/wiki/TCP/IP), разработанный ещё до принятия модели OSI и вне связи с ней.

Уровни модели OSI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Модель OSI** | | |
| **Тип данных** | **Уровень (layer)** | **Функции** |
| Данные | 7. Прикладной (application) | Доступ к сетевым службам |
| 6. Представительский (presentation) | Представление и шифрование данных |
| 5. Сеансовый (session) | Управление сеансом связи |
| Сегменты | 4. Транспортный (transport) | Прямая связь между конечными пунктами и надежность |
| Пакеты | 3. Сетевой (network) | Определение маршрута и логическая адресация |
| Кадры | 2. Канальный (data link) | Физическая адресация |
| Биты | 1. Физический (physical) | Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными |

В литературе наиболее часто принято начинать описание уровней модели OSI с 7-го уровня, называемого прикладным, на котором пользовательские приложения обращаются к сети. Модель OSI заканчивается 1-м уровнем — физическим, на котором определены стандарты, предъявляемые независимыми производителями к средам передачи данных:

* тип передающей среды (медный кабель, оптоволокно, радиоэфир и др.),
* тип модуляции сигнала,
* сигнальные уровни логических дискретных состояний (нуля и единицы).

Любой протокол модели OSI должен взаимодействовать либо с протоколами своего уровня, либо с протоколами на единицу выше и/или ниже своего уровня. Взаимодействия с протоколами своего уровня называются горизонтальными, а с уровнями на единицу выше или ниже — вертикальными. Любой протокол модели OSI может выполнять только функции своего уровня и не может выполнять функций другого уровня, что не выполняется в протоколах альтернативных моделей.

Каждому уровню с некоторой долей условности соответствует свой операнд — логически неделимый элемент данных, которым на отдельном уровне можно оперировать в рамках модели и используемых протоколов: на физическом уровне мельчайшая единица — бит, на канальном уровне информация объединена в кадры, на сетевом — в пакеты (датаграммы), на транспортном — в сегменты. Любой фрагмент данных, логически объединённых для передачи — кадр, пакет, датаграмма — считается сообщением. Именно сообщения в общем виде являются операндами сеансового, представительского и прикладного уровней.

К базовым сетевым технологиям относятся физический и канальный уровни.

**Прикладной уровень**

Прикладной уровень (уровень приложений; [англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *application layer*) — верхний уровень модели, обеспечивающий взаимодействие пользовательских приложений с сетью:

* позволяет приложениям использовать сетевые службы:
  + удалённый доступ к файлам и базам данных,
  + пересылка электронной почты;
* отвечает за передачу служебной информации;
* предоставляет приложениям информацию об ошибках;
* формирует запросы к уровню представления.

Протоколы прикладного уровня: [RDP](http://ru.wikipedia.org/wiki/Remote_Desktop_Protocol), [HTTP](http://ru.wikipedia.org/wiki/HTTP), [SMTP](http://ru.wikipedia.org/wiki/SMTP), [SNMP](http://ru.wikipedia.org/wiki/SNMP), [POP3](http://ru.wikipedia.org/wiki/Post_Office_Protocol), [FTP](http://ru.wikipedia.org/wiki/FTP), [XMPP](http://ru.wikipedia.org/wiki/XMPP), [OSCAR](http://ru.wikipedia.org/wiki/OSCAR), [Modbus](http://ru.wikipedia.org/wiki/Modbus), [SIP](http://ru.wikipedia.org/wiki/SIP), [TELNET](http://ru.wikipedia.org/wiki/TELNET) и другие.

**Уровень представления**

Представительский уровень (уровень представления; [англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *presentation layer*) обеспечивает преобразование протоколов и шифрование/дешифрование данных. Запросы приложений, полученные с прикладного уровня, на уровне представления преобразуются в формат для передачи по сети, а полученные из сети данные преобразуются в формат приложений. На этом уровне может осуществляться сжатие/распаковка или кодирование/декодирование данных, а также перенаправление запросов другому сетевому ресурсу, если они не могут быть обработаны локально.

Уровень представлений обычно представляет собой промежуточный протокол для преобразования информации из соседних уровней. Это позволяет осуществлять обмен между приложениями на разнородных компьютерных системах прозрачным для приложений образом. Уровень представлений обеспечивает форматирование и преобразование кода. Форматирование кода используется для того, чтобы гарантировать приложению поступление информации для обработки, которая имела бы для него смысл. При необходимости этот уровень может выполнять перевод из одного формата данных в другой.

Уровень представлений имеет дело не только с форматами и представлением данных, он также занимается структурами данных, которые используются программами. Таким образом, уровень 6 обеспечивает организацию данных при их пересылке.

Чтобы понять, как это работает, представим, что имеются две системы. Одна использует для представления данных расширенный двоичный код обмена информацией [EBCDIC](http://ru.wikipedia.org/wiki/EBCDIC), например, это может быть [мейнфрейм](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D1%84%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BC) компании [IBM](http://ru.wikipedia.org/wiki/IBM), а другая — американский стандартный код обмена информацией [ASCII](http://ru.wikipedia.org/wiki/ASCII) (его используют большинство других производителей компьютеров). Если этим двум системам необходимо обменяться информацией, то нужен уровень представлений, который выполнит преобразование и осуществит перевод между двумя различными форматами.

Другой функцией, выполняемой на уровне представлений, является шифрование данных, которое применяется в тех случаях, когда необходимо защитить передаваемую информацию от приема несанкционированными получателями. Чтобы решить эту задачу, процессы и коды, находящиеся на уровне представлений, должны выполнить преобразование данных. На этом уровне существуют и другие подпрограммы, которые сжимают тексты и преобразовывают графические изображения в битовые потоки, так что они могут передаваться по сети.

Стандарты уровня представлений также определяют способы представления графических изображений. Для этих целей может использоваться формат [PICT](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=PICT&action=edit&redlink=1) — формат изображений, применяемый для передачи графики QuickDraw между программами.

Другим форматом представлений является тэгированный формат файлов изображений [TIFF](http://ru.wikipedia.org/wiki/TIFF), который обычно используется для растровых изображений с высоким [разрешением](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_(%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0)). Следующим стандартом уровня представлений, который может использоваться для графических изображений, является стандарт, разработанный Объединенной экспертной группой по фотографии (Joint Photographic Expert Group); в повседневном пользовании этот стандарт называют просто [JPEG](http://ru.wikipedia.org/wiki/JPEG).

Существует другая группа стандартов уровня представлений, которая определяет представление звука и кинофрагментов. Сюда входят интерфейс электронных музыкальных инструментов ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Musical Instrument Digital Interface*, [MIDI](http://ru.wikipedia.org/wiki/MIDI)) для цифрового представления музыки, разработанный Экспертной группой по кинематографии стандарт [MPEG](http://ru.wikipedia.org/wiki/MPEG), используемый для сжатия и кодирования видеороликов на компакт-дисках, хранения в оцифрованном виде и передачи со скоростями до 1,5 Мбит/с, и[QuickTime](http://ru.wikipedia.org/wiki/QuickTime) — стандарт, описывающий звуковые и видео элементы для программ, выполняемых на компьютерах Macintosh и PowerPC.

Протоколы уровня представления: AFP — [Apple Filing Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Apple_Filing_Protocol), ICA — [Independent Computing Architecture](http://ru.wikipedia.org/wiki/Independent_Computing_Architecture), LPP — Lightweight Presentation Protocol, NCP — [NetWare Core Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/NetWare_Core_Protocol), NDR — [Network Data Representation](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Network_Data_Representation&action=edit&redlink=1), XDR — [eXternal Data Representation](http://ru.wikipedia.org/wiki/External_Data_Representation), X.25 PAD — [Packet Assembler/Disassembler Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/X.25).

**Сеансовый уровень**

Сеансовый уровень ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *session layer*) модели обеспечивает поддержание сеанса связи, позволяя приложениям взаимодействовать между собой длительное время. Уровень управляет созданием/завершением сеанса, обменом информацией, синхронизацией задач, определением права на передачу данных и поддержанием сеанса в периоды неактивности приложений.

Протоколы сеансового уровня: ADSP ([AppleTalk Data Stream Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/AppleTalk)), ASP ([AppleTalk Session Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/AppleTalk)), H.245 ([Call Control Protocol for Multimedia Communication](http://ru.wikipedia.org/wiki/H.245)), ISO-SP (OSI Session Layer Protocol (X.225, ISO 8327)), iSNS ([Internet Storage Name Service](http://ru.wikipedia.org/wiki/Internet_Storage_Name_Service)), L2F ([Layer 2 Forwarding Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Layer_2_Forwarding_Protocol)), L2TP ([Layer 2 Tunneling Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/L2TP)), NetBIOS ([Network Basic Input Output System](http://ru.wikipedia.org/wiki/NetBIOS)), PAP ([Password Authentication Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Password_Authentication_Protocol)), PPTP ([Point-to-Point Tunneling Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/PPTP)), RPC ([Remote Procedure Call Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Remote_procedure_call)), RTCP ([Real-time Transport Control Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/RTCP)), SMPP ([Short Message Peer-to-Peer](http://ru.wikipedia.org/wiki/SMPP)), SCP ([Session Control Protocol](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Session_Control_Protocol&action=edit&redlink=1)), ZIP ([Zone Information Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Zone_Information_Protocol)), SDP ([Sockets Direct Protocol](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Sockets_Direct_Protocol&action=edit&redlink=1))..

**Транспортный уровень**

Транспортный уровень ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *transport layer*) модели предназначен для обеспечения надёжной передачи данных от отправителя к получателю. При этом уровень надёжности может варьироваться в широких пределах. Существует множество классов протоколов транспортного уровня, начиная от протоколов, предоставляющих только основные транспортные функции (например, функции передачи данных без подтверждения приема), и заканчивая протоколами, которые гарантируют доставку в пункт назначения нескольких пакетов данных в надлежащей последовательности, мультиплексируют несколько потоков данных, обеспечивают механизм управления потоками данных и гарантируют достоверность принятых данных. Например, [UDP](http://ru.wikipedia.org/wiki/UDP) ограничивается контролем целостности данных в рамках одной датаграммы, и не исключает возможности потери пакета целиком, или дублирования пакетов, нарушение порядка получения пакетов данных; [TCP](http://ru.wikipedia.org/wiki/TCP) обеспечивает надёжную непрерывную передачу данных, исключающую потерю данных или нарушение порядка их поступления или дублирования, может перераспределять данные, разбивая большие порции данных на фрагменты и наоборот склеивая фрагменты в один пакет.

Протоколы транспортного уровня: ATP ([AppleTalk Transaction Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/AppleTalk)), CUDP ([Cyclic UDP](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Cyclic_UDP&action=edit&redlink=1)), DCCP ([Datagram Congestion Control Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Datagram_Congestion_Control_Protocol)), FCP ([Fiber Channel Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Fibre_Channel)), IL ([IL Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/IL_Protocol)), NBF ([NetBIOS Frames protocol](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=NetBIOS_Frames_protocol&action=edit&redlink=1)), NCP ([NetWare Core Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/NetWare_Core_Protocol)), SCTP ([Stream Control Transmission Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Stream_Control_Transmission_Protocol)), SPX ([Sequenced Packet Exchange](http://ru.wikipedia.org/wiki/IPX/SPX)), SST ([Structured Stream Transport](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Structured_Stream_Transport&action=edit&redlink=1)), TCP ([Transmission Control Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol)), UDP ([User Datagram Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol)).

**Сетевой уровень**

Сетевой уровень ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *network layer*) модели предназначен для определения пути передачи данных. Отвечает за трансляцию логических адресов и имён в физические, определение кратчайших маршрутов, коммутацию и маршрутизацию, отслеживание неполадок и «заторов» в сети.

Протоколы сетевого уровня маршрутизируют данные от источника к получателю. Работающие на этом уровне устройства ([маршрутизаторы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80)) условно называют устройствами третьего уровня (по номеру уровня в модели OSI).

Протоколы сетевого уровня: IP/IPv4/IPv6 ([Internet Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol)), IPX ([Internetwork Packet Exchange](http://ru.wikipedia.org/wiki/Internetwork_Packet_Exchange), протокол межсетевого обмена), X.25 (частично этот протокол реализован на уровне 2), CLNP (сетевой протокол без организации соединений), IPsec ([Internet Protocol Security](http://ru.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol_Security)). Протоколы маршрутизации - RIP ([Routing Information Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Routing_Information_Protocol)), OSPF ([Open Shortest Path First](http://ru.wikipedia.org/wiki/Open_Shortest_Path_First)).

**Канальный уровень**

Канальный уровень ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *data link layer*) предназначен для обеспечения взаимодействия сетей на физическом уровне и контроля за ошибками, которые могут возникнуть. Полученные с физического уровня данные, представленные в битах, он упаковывает в [кадры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B4%D1%80_(%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8)), проверяет их на целостность и, если нужно, исправляет ошибки (формирует повторный запрос поврежденного кадра) и отправляет на сетевой уровень. Канальный уровень может взаимодействовать с одним или несколькими физическими уровнями, контролируя и управляя этим взаимодействием.

Спецификация [IEEE 802](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802) разделяет этот уровень на два подуровня: [MAC](http://ru.wikipedia.org/wiki/Media_Access_Control) ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *media access control*) регулирует доступ к разделяемой физической среде, [LLC](http://ru.wikipedia.org/wiki/Logical_link_control) ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *logical link control*) обеспечивает обслуживание сетевого уровня.

На этом уровне работают [коммутаторы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80), [мосты](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82) и другие устройства. Говорят, что эти устройства используют адресацию второго уровня (по номеру уровня в модели OSI).

Протоколы канального уровня: [ARCnet](http://ru.wikipedia.org/wiki/ARCnet), [ATM](http://ru.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_Transfer_Mode), [Controller Area Network](http://ru.wikipedia.org/wiki/Controller_Area_Network) (CAN), [Econet](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Econet&action=edit&redlink=1), [Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet), [Ethernet Automatic Protection Switching](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Ethernet_Automatic_Protection_Switching&action=edit&redlink=1)(EAPS), [Fiber Distributed Data Interface](http://ru.wikipedia.org/wiki/Fiber_Distributed_Data_Interface) (FDDI), [Frame Relay](http://ru.wikipedia.org/wiki/Frame_Relay), [High-Level Data Link Control](http://ru.wikipedia.org/wiki/High-Level_Data_Link_Control) (HDLC), [IEEE 802.2](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.2&action=edit&redlink=1) (provides LLC functions to IEEE 802 MAC layers), [Link Access Procedures, D channel](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Link_Access_Procedures,_D_channel&action=edit&redlink=1) (LAPD), [IEEE 802.11](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11) [wireless LAN](http://ru.wikipedia.org/wiki/Wireless_LAN), [LocalTalk](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=LocalTalk&action=edit&redlink=1), [Multiprotocol Label Switching](http://ru.wikipedia.org/wiki/Multiprotocol_Label_Switching)(MPLS), [Point-to-Point Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/Point-to-Point_Protocol) (PPP), [Point-to-Point Protocol over Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/PPPoE) (PPPoE), [Serial Line Internet Protocol](http://ru.wikipedia.org/wiki/SLIP) (SLIP, устарел), [StarLan](http://ru.wikipedia.org/wiki/StarLan),[Token ring](http://ru.wikipedia.org/wiki/Token_ring), [Unidirectional Link Detection](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=UDLD&action=edit&redlink=1) (UDLD), [x.25](http://ru.wikipedia.org/wiki/X.25).

В программировании этот уровень представляет [драйвер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%B2%D0%B5%D1%80) сетевой платы, в [операционных системах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0) имеется программный интерфейс взаимодействия канального и сетевого уровней между собой. Это не новый уровень, а просто реализация модели для конкретной ОС. Примеры таких интерфейсов: [ODI](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=ODI&action=edit&redlink=1), [NDIS](http://ru.wikipedia.org/wiki/NDIS), [UDI](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=UDI&action=edit&redlink=1).

**Физический уровень**

Физический уровень ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *physical layer*) — нижний уровень модели, который определяет метод передачи данных, представленных в двоичном виде, от одного устройства (компьютера) к другому. Составлением таких методов занимаются разные огранизации, в том числе: [Институт инженеров по электротехнике и электронике](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE), [Альянс электронной промышленности](http://ru.wikipedia.org/wiki/EIA), [Европейский институт телекоммуникационных стандартов](http://ru.wikipedia.org/wiki/ETSI) и другие. Осуществляют передачу электрических или оптических сигналов в кабель или в радиоэфир и, соответственно, их приём и преобразование в биты данных в соответствии с [методами кодирования цифровых сигналов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D1%85_%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2).

На этом уровне также работают [концентраторы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80), [повторители](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C) сигнала и [медиаконвертеры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B5%D1%80).

Функции физического уровня реализуются на всех устройствах, подключенных к сети. Со стороны компьютера функции физического уровня выполняются сетевым адаптером или последовательным портом. К физическому уровню относятся физические, электрические и механические интерфейсы между двумя системами. Физический уровень определяет такие виды сред передачи данных как [оптоволокно](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%BE), [витая пара](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0), [коаксиальный кабель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C), спутниковый канал передач данных и т. п. Стандартными типами сетевых интерфейсов, относящимися к физическому уровню, являются: [V.35](http://ru.wikipedia.org/wiki/V.35), [RS-232](http://ru.wikipedia.org/wiki/RS-232), [RS-485](http://ru.wikipedia.org/wiki/RS-485), [RJ-11](http://ru.wikipedia.org/wiki/RJ-45), [RJ-45](http://ru.wikipedia.org/wiki/RJ-45), разъемы [AUI](http://ru.wikipedia.org/wiki/AUI) и [BNC](http://ru.wikipedia.org/wiki/BNC-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80).

Протоколы физического уровня: [IEEE 802.15 (Bluetooth)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Bluetooth), [IRDA](http://ru.wikipedia.org/wiki/Infrared_Data_Association), [EIA](http://ru.wikipedia.org/wiki/Electronic_Industries_Alliance) [RS-232](http://ru.wikipedia.org/wiki/RS-232), [EIA-422](http://ru.wikipedia.org/wiki/EIA-422), [EIA-423](http://ru.wikipedia.org/wiki/RS-423), [RS-449](http://ru.wikipedia.org/wiki/RS-449), [RS-485](http://ru.wikipedia.org/wiki/RS-485), [DSL](http://ru.wikipedia.org/wiki/Digital_subscriber_line), [ISDN](http://ru.wikipedia.org/wiki/Integrated_Services_Digital_Network),[SONET/SDH](http://ru.wikipedia.org/wiki/Synchronous_optical_network), [802.11](http://ru.wikipedia.org/wiki/802.11) [Wi-Fi](http://ru.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi), [Etherloop](http://ru.wikipedia.org/wiki/Etherloop), [GSM](http://ru.wikipedia.org/wiki/GSM) [Um radio interface](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Um_Interface&action=edit&redlink=1), [ITU](http://ru.wikipedia.org/wiki/International_Telecommunication_Union) и [ITU-T](http://ru.wikipedia.org/wiki/ITU-T), [TransferJet](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=TransferJet&action=edit&redlink=1), [ARINC 818](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=ARINC_818&action=edit&redlink=1), [G.hn](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=G.hn&action=edit&redlink=1)/[G.9960](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=G.9960&action=edit&redlink=1).

Соответствие модели OSI и других моделей сетевого взаимодействия

Поскольку наиболее востребованными и практически используемыми стали протоколы (например TCP/IP), разработанные с использованием других моделей сетевого взаимодействия, далее необходимо описать возможное включение отдельных протоколов других моделей в различные уровни модели OSI.

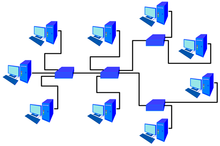
**Семейство TCP/IP**

Семейство [TCP/IP](http://ru.wikipedia.org/wiki/TCP/IP) имеет три транспортных протокола: TCP, полностью соответствующий OSI, обеспечивающий проверку получения данных; [UDP](http://ru.wikipedia.org/wiki/UDP), отвечающий транспортному уровню только наличием порта, обеспечивающий обмен [датаграммами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B9%D1%82%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0) между приложениями, не гарантирующий получения данных; и [SCTP](http://ru.wikipedia.org/wiki/SCTP), разработанный для устранения некоторых недостатков TCP, в который добавлены некоторые новшества. (В семействе TCP/IP есть ещё около двухсот протоколов, самым известным из которых является служебный протокол [ICMP](http://ru.wikipedia.org/wiki/ICMP), используемый для внутренних нужд обеспечения работы; остальные также не являются транспортными протоколами).

Передача данных

* [Проводная](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4) связь
  + [Телефонная сеть](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C) [PSTN](http://ru.wikipedia.org/wiki/PSTN)
    - [Модем](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BC) и [коммутируемый доступ](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B8%D1%80%D1%83%D0%B5%D0%BC%D1%8B%D0%B9_%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BF)
  + [Выделенные линии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8B%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%8F)
  + [Коммутация пакетов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2)
  + [Frame relay](http://ru.wikipedia.org/wiki/Frame_relay)
  + [PDH](http://ru.wikipedia.org/wiki/PDH)
  + [Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet)
  + [RS-232](http://ru.wikipedia.org/wiki/RS-232)
  + Передача по [оптоволоконному кабелю](http://ru.wikipedia.org/wiki/Fiber_to_the_x)
    - [Synchronous optical networking](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Synchronous_optical_networking&action=edit&redlink=1)
    - [Fiber distributed data interface](http://ru.wikipedia.org/wiki/Fiber_distributed_data_interface)
* [Беспроводная](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F&action=edit&redlink=1) связь
  + Ближнего радиуса действия
    - [Bluetooth](http://ru.wikipedia.org/wiki/Bluetooth)
    - [Human Area Network](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Human_Area_Network&action=edit&redlink=1)
  + Среднего радиуса действия
    - [IEEE 802.11](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11)
    - [Netsukuku](http://ru.wikipedia.org/wiki/Netsukuku)
    - [IEEE 802.16e WiMAX](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.16e_WiMAX&action=edit&redlink=1)
  + Дальнего радиуса действия
    - [Спутниковая связь](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C)
    - [MMDS](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Multichannel_Multipoint_Distribution_Service&action=edit&redlink=1)
    - [SMDS](http://ru.wikipedia.org/wiki/SMDS)
    - Передача данных при помощи [мобильных телефонов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD)
      * [CSD](http://ru.wikipedia.org/wiki/Circuit_Switched_Data)
      * [GPRS](http://ru.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service)
      * [HSCSD](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=High-Speed_Circuit-Switched_Data&action=edit&redlink=1)
      * [EDGE](http://ru.wikipedia.org/wiki/EDGE)
      * [UMTS](http://ru.wikipedia.org/wiki/UMTS)
      * [HSDPA](http://ru.wikipedia.org/wiki/HSDPA)
      * [HSUPA](http://ru.wikipedia.org/wiki/HSUPA)
      * [CDMA](http://ru.wikipedia.org/wiki/CDMA)
      * [LTE](http://ru.wikipedia.org/wiki/LTE)
      * [IEE 802.16e WiMAX](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEE_802.16e_WiMAX&action=edit&redlink=1)
      * [CDPD](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Cellular_digital_packet_data&action=edit&redlink=1)
    - [Paging](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Paging_(telecommunications)&action=edit&redlink=1) networks
      * [DataTAC](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=DataTAC&action=edit&redlink=1)
      * [Mobitex](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Mobitex&action=edit&redlink=1)
      * [Motient](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Motient&action=edit&redlink=1)

**Передача данных**



**Данные величины**, то есть величины, заданные заранее, вместе с условием [задачи](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B0). Противоположность — **переменные величины**.

В [информатике](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) данные — это результат фиксации, отображения [информации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) на каком-либо [материальном носителе](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8), то есть зарегистрированное на носителе представление сведений независимо от того, дошли ли эти сведения до какого-нибудь приёмника и интересуют ли они его.

Для общего понимания термина [информации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F), можно использовать условие существования информации в сообщении или сигнале. *Информация содержится (существует)* в сообщении или сигнале, только при условии неизвестности (неопредопределённости) содержания сообщения или значения сигнала для получателя. Так, информация не будет существовать в сообщении, содержание которого уже известно получателю

**Передача данных** (**обмен данными**, цифровая передача, цифровая связь) — физический [перенос](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%81) [данных](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5) (цифрового [битового потока](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA)) в виде сигналов от точки к точке или от точки к нескольким точкам средствами [электросвязи](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C) по [каналу связи](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D0%B8), как правило, для последующей обработки средствами [вычислительной техники](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0). Примерами подобных каналов могут служить [медные провода](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4), [оптическое волокно](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%BE), [беспроводные](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8) каналы связи или [запоминающее устройство](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B5%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE).

Передача данных может быть аналоговой или цифровой (то есть поток двоичных сигналов), а также модулирован посредством аналоговой модуляции, либо посредством цифрового кодирования.

Хотя аналоговая связь является передачей постоянно меняющегося цифрового сигнала, цифровая связь является непрерывной передачей сообщений. Сообщения представляют собой либо последовательность импульсов, означающую [линейный код](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%B4) (в полосе пропускания), либо ограничивается набором непрерывно меняющейся формы волны, используя метод цифровой [модуляции](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%86%D0%B8%D1%8F). Такой способ модуляции и соответствующая ему демодуляция осуществляются[модемным](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BC) оборудованием.

Передаваемые данные могут быть цифровыми сообщениями, идущими из источника данных, например, из компьютера или от клавиатуры. Это может быть и аналоговый сигнал — телефонный звонок или видеосигнал, оцифрованный в битовый поток, используя импульсно-кодирующую модуляцию (PCM) или более расширенные схемы кодирования источника (аналого-цифровое преобразование и сжатие данных). Кодирование источника и декодирование осуществляется кодеком или кодирующим оборудованием.

**Последовательная и параллельная передача**

В [телекоммуникации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C_(%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)), [последовательная передача](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_(%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) — это последовательность передачи элементов сигнала, представляющих [символ](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%B8%D0%BF)или другой объект [данных](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5). Цифровая последовательная передача — это последовательная отправка [битов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82) по одному проводу, частоте или оптическому пути. Так как это требует меньшей [обработки сигнала](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2) и меньше вероятность ошибки, чем при параллельной передаче, то скорость передачи данных по каждому отдельному пути может быть быстрее. Этот механизм может использоваться на более дальних расстояниях, потому что легко может быть передана контрольная цифра или [бит чётности](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82_%D1%87%D1%91%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8).

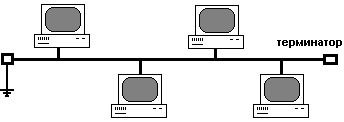
[Параллельной передачей](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_(%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) в телекоммуникациях называется одновременная передача элементов [сигнала](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB) одного символа или другого объекта данных. В цифровой связи параллельной передачей называется одновременная передача соответствующих элементов сигнала по двум или большему числу путей. Используя множество электрических проводов можно передавать несколько бит одновременно, что позволяет достичь более высоких скоростей передачи, чем при последовательной передаче. Этот метод применяется внутри компьютера, например, во внутренних [шинах данных](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85), а иногда и во внешних устройствах, таких, как [принтеры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80). Основной проблемой при этом является «перекос», потому что провода при параллельной передаче имеют немного разные свойства (не специально), поэтому некоторые биты могут прибыть раньше других, что может повредить сообщение. [Бит чётности](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82_%D1%87%D1%91%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8) может способствовать сокращению ошибок. Тем не менее электрический провод при параллельной передаче данных менее надёжен на больших расстояниях, поскольку передача нарушается с гораздо более высокой вероятностью.

Типы каналов связи

* Симплекс
* [Полудуплекс](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81_(%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8)#.D0.9F.D0.BE.D0.BB.D1.83.D0.B4.D1.83.D0.BF.D0.BB.D0.B5.D0.BA.D1.81.D0.BD.D1.8B.D0.B9_.D1.80.D0.B5.D0.B6.D0.B8.D0.BC)
* [Дуплекс](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81_(%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8))
* [Точка-точка](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D1%8C_%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0-%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0)
* Многоточечная:
  + [Шина](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D0%BD%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))
  + [Кольцо](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%BE_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))
  + [Звезда](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))
  + [Ячеистая топология](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D1%87%D0%B5%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)
  + [Беспроводная сеть](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8)

# Шина (топология компьютерной сети)

[Топология](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F) типа общая **ши́на**, представляет собой общий кабель (называемый шина или магистраль), к которому подсоединены все[рабочие станции](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F). На концах кабеля находятся [терминаторы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)), для предотвращения отражения сигнала.



## Работа в сети

Топология общая шина предполагает использование одного кабеля, к которому подключаются все компьютеры сети. Отправляемое какой-либо рабочей станцией сообщение распространяется на все [компьютеры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80) сети. Каждая машина проверяет кому адресовано сообщение, — если сообщение адресовано ей, то обрабатывает его. Принимаются специальные меры для того, чтобы при работе с общим кабелем компьютеры не мешали друг другу передавать и принимать данные. Для того, чтобы исключить одновременную посылку данных, применяется либо «несущий» сигнал, либо один из компьютеров является главным и «даёт слово» «МАРКЕР» остальным компьютерам такой сети.

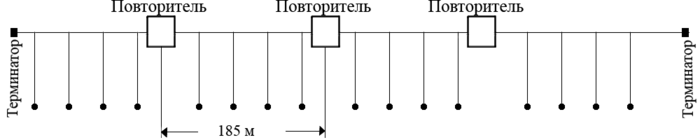
Шина самой своей структурой допускает идентичность [сетевого оборудования](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) компьютеров, а также равноправие всех абонентов. При таком соединении компьютеры могут передавать информацию только по очереди, — *последовательно* — потому что линия связи единственная. В противном случае пакеты передаваемой информации будут искажаться в результате взаимного наложения (т. е. произойдет конфликт, коллизия). Таким образом, в шине реализуется режим полудуплексного (half duplex) обмена (в обоих направлениях, но по очереди, а не одновременно (т. е. *последовательно* а не *параллельно*)).

В топологии «шина» отсутствует центральный абонент, через которого передается вся информация, что увеличивает надежность «шины». (При отказе любого центра перестает функционировать вся управляемая им система). Добавление новых абонентов в «шину» достаточно простое и обычно возможно даже во время работы сети. В большинстве случаев при использовании «шины» нужно минимальное количество соединительного кабеля по сравнению с другой топологией. Правда, нужно учесть, что к каждому компьютеру (кроме двух крайних) подходят два кабеля, что не всегда удобно.

«Шине» не страшны отказы отдельных компьютеров, потому что все другие компьютеры сети продолжат нормально обмениваться информацией. Но так как используется только один общий кабель, — в случае его обрыва нарушается работа всей сети. Тем не менее может показаться, что «шине» обрыв кабеля не страшен, поскольку в этом случае остаются две полностью работоспособные «шины». Однако из-за особенности распространения электрических сигналов по длинным линиям связи необходимо предусматривать включение на концах шины специальных устройств — [Терминаторов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)).

Без включения [терминаторов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) в «шину» сигнал отражается от конца линии и искажается так, что связь по сети становится невозможной. Таким образом при разрыве или повреждении кабеля нарушается согласование линии связи, и прекращается обмен даже между теми компьютерами, которые остались физически соединенными между собой. Короткое замыкание в любой точке кабеля «шины» выводит из строя всю сеть. Хотя в целом надежность «шины» все же сравнительно высока, так как выход из строя отдельных компьютеров не нарушит работоспособность сети в целом, поиск, тем не менее, неисправности в «шине» затруднен. В частности: любой отказ сетевого оборудования в «шине» очень трудно локализовать, потому что все сетевые адаптеры включены параллельно, и понять, который из них вышел из строя, не так-то просто.

При построении больших сетей возникает проблема ограничения на длину линии связи между узлами, — в таком случае сеть разбивают на сегменты. Сегменты соединяются различными устройствами — повторителями, концентраторами или хабами. Например, технология [Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet) позволяет использовать кабель длиной не более 185 метров.



## Сравнение с другими топологиями

### Достоинства

* Небольшое время установки сети;
* Дешевизна (требуется кабель меньшей длины и меньше сетевых устройств);
* Простота настройки;
* Выход из строя одной рабочей станции не отражается на работе всей сети.

### Недостатки

* Неполадки в сети, такие как обрыв кабеля или выход из строя терминатора, полностью блокируют работу всей сети;
* Затрудненность выявления неисправностей;
* С добавлением новых рабочих станций падает общая производительность сети.

Шинная топология представляет собой топологию, в которой все устройства локальной сети подключаются к линейной сетевой среде передачи данных. Такую линейную среду часто называют каналом, шиной или трассой. Каждое устройство (например, рабочая станция или сервер) независимо подключается к общему кабелю-шине с помощью специального разъема. Шинный кабель должен иметь на конце согласующий резистор, или терминатор, который поглощает электрический сигнал, не давая ему отражаться и двигаться в обратном направлении по шине.

### Преимущества и недостатки шинной топологии

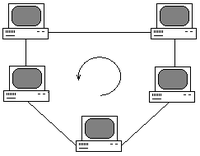
Типичная шинная топология имеет простую структуру кабельной системы с короткими отрезками кабелей. Поэтому по сравнению с другими топологиями стоимость ее реализации невелика. Однако низкая стоимость реализации компенсируется высокой стоимостью управления. Фактически, самым большим недостатком шинной топологии является то, что диагностика ошибок и изолирование сетевых проблем могут быть довольно сложными, поскольку здесь имеются несколько точек концентрации. Так как среда передачи данных не проходит через узлы, подключенные к сети, потеря работоспособности одного из устройств никак не сказывается на других устройствах. Хотя использование всего лишь одного кабеля может рассматриваться как достоинство шинной топологии, однако оно компенсируется тем фактом, что кабель, используемый в этом типе топологии, может стать критической точкой отказа. Другими словами, если шина обрывается, то ни одно из подключенных к ней устройств не сможет передавать сигналы.

## Примеры

Примерами использования топологии общая шина является сеть [10BASE5](http://ru.wikipedia.org/wiki/10BASE5) (соединение ПК толстым коаксиальным кабелем) и[10BASE2](http://ru.wikipedia.org/wiki/10BASE2) (соединение ПК тонким коаксиальным кабелем). Сегмент [компьютерной сети](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C), использующей [коаксиальный кабель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C) в качестве носителя и подключенных к этому кабелю рабочих станций. В этом случае шиной будет являться отрезок коаксиального кабеля, к которому подключены [компьютеры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80).

# Кольцо (топология компьютерной сети)

**Кольцо́** — это [топология](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F), в которой каждый компьютер соединен линиями связи только с двумя другими: от одного он только получает информацию, а другому только передает. На каждой линии связи, как и в случае [звезды](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8)), работает только один передатчик и один приемник. Это позволяет отказаться от применения внешних [терминаторов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)).



Работа в сети кольца заключается в том, что каждый компьютер ретранслирует (возобновляет) сигнал, то есть выступает в роли повторителя, потому затухание сигнала во всем кольце не имеет никакого значения, важно только затухание между соседними компьютерами кольца. Четко выделенного центра в этом случае нет, все компьютеры могут быть одинаковыми. Однако достаточно часто в кольце выделяется специальный абонент, который управляет обменом или контролирует обмен. Понятно, что наличие такого управляющего абонента снижает надежность сети, потому что выход его из строя сразу же парализует весь обмен.

Компьютеры в кольце не являются полностью равноправными (в отличие, например, от [шинной топологии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D0%BD%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))). Одни из них обязательно получают информацию от компьютера, который ведет передачу в этот момент, раньше, а другие — позже. Именно на этой особенности топологии и строятся методы управления обменом по сети, специально рассчитанные на «кольцо». В этих методах право на следующую передачу (или, как еще говорят, на захват сети) переходит последовательно к следующему по кругу компьютеру.

Подключение новых абонентов в «кольцо» обычно совсем безболезненно, хотя и требует обязательной остановки работы всей сети на время подключения. Как и в случае топологии «[шина](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D0%BD%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))», максимальное количество абонентов в кольце может быть достаточно большое (1000 и больше). Кольцевая топология обычно является самой стойкой к перегрузкам, она обеспечивает уверенную работу с самыми большими потоками переданной по сети информации, потому что в ней, как правило, нет конфликтов (в отличие от шины), а также отсутствует центральный абонент (в отличие от [звезды](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))).

В кольце, в отличие от других топологий ([звезда](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8)), [шина](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D0%BD%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))), не используется конкурентный метод посылки данных, [компьютер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80) в сети получает данные от стоящего предыдущим в списке адресатов и перенаправляет их далее, если они адресованы не ему. Список адресатов генерируется компьютером, являющимся генератором маркера. Сетевой модуль генерирует маркерный сигнал (обычно порядка 2—10 байт во избежание затухания) и передает его следующей системе (иногда по возрастанию MAC-адреса). Следующая система, приняв сигнал, не анализирует его, а просто передает дальше. Это так называемый нулевой цикл.

Последующий алгоритм работы таков — пакет данных GRE, передаваемый отправителем адресату начинает следовать по пути, проложенному маркером. Пакет передаётся до тех пор, пока не доберётся до получателя.

## Сравнение с другими топологиями

### Достоинства

* Простота установки;
* Практически полное отсутствие дополнительного оборудования;
* Возможность устойчивой работы без существенного падения скорости передачи данных

при интенсивной загрузке сети, поскольку использование маркера исключает возможность возникновения коллизий.

### Недостатки

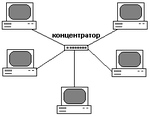
* Выход из строя одной рабочей станции, и другие неполадки (обрыв кабеля), отражаются на работоспособности всей сети;
* Сложность конфигурирования и настройки;
* Сложность поиска неисправностей.
* Необходимость иметь две сетевые платы, на каждой рабочей станции.

## Применение

Наиболее широкое применение получила в [волоконно-оптических](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%BE) сетях. Используется в стандартах [FDDI](http://ru.wikipedia.org/wiki/FDDI), [Token ring](http://ru.wikipedia.org/wiki/Token_ring).

# Звезда (топология компьютерной сети)

**Звезда́** — базовая [топология](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F) [компьютерной сети](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C), в которой все [компьютеры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80) сети присоединены к центральному узлу (обычно [коммутатор](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80)), образуя **физический**[**сегмент сети**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B3%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8). Подобный сегмент сети может функционировать как отдельно, так и в составе сложной [сетевой топологии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F) (как правило, «дерево»). Весь обмен информацией идет исключительно через центральный компьютер, на который таким способом возлагается очень большая нагрузка, поэтому ничем другим, кроме сети, он заниматься не может. Как правило, именно центральный компьютер является самым мощным, и именно на него возлагаются все функции по управлению обменом. Никакие конфликты в сети с топологией звезда в принципе невозможны, потому что управление полностью централизовано.



## Работа в сети

[Рабочая станция](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F), с которой необходимо передать данные, отсылает их на концентратор. В определённый момент времени только одна машина в сети может пересылать данные, если на концентратор одновременно приходят два пакета, обе посылки оказываются не принятыми и отправителям нужно будет подождать случайный промежуток времени, чтобы возобновить передачу данных. Этот недостаток отсутствует на сетевом устройстве более высокого уровня — коммутаторе, который, в отличие от концентратора, подающего пакет на все порты, подает лишь на определенный порт — получателю. Одновременно может быть передано несколько пакетов. Сколько — зависит от коммутатора.

## Активная звезда

В центре сети содержится [компьютер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80), который выступает в роли сервера.

## Пассивная звезда

В центре сети с данной топологией содержится [концентратор](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80), или [коммутатор](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80), что выполняет ту же функцию, что и [повторитель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C). Он возобновляет сигналы, которые поступают, и пересылает их в другие линии связи. Все пользователи в сети равноправны.

## Сравнение с другими типами сетей

### ]Достоинства

* выход из строя одной рабочей станции не отражается на работе всей сети в целом;
* хорошая [масштабируемость](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%88%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D1%80%D1%83%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) сети;
* лёгкий поиск неисправностей и обрывов в сети;
* высокая производительность сети (при условии правильного проектирования);
* гибкие возможности администрирования.

### Недостатки

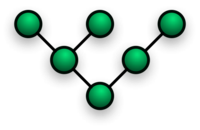
* выход из строя центрального концентратора обернётся неработоспособностью сети (или сегмента сети) в целом;
* для прокладки сети зачастую требуется больше кабеля, чем для большинства других топологий;
* конечное число рабочих станций в сети (или сегменте сети) ограничено количеством портов в центральном концентраторе.

## Применение

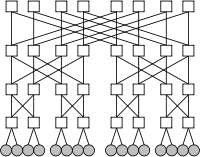
Одна из наиболее распространённых топологий, поскольку проста в обслуживании. В основном используется в сетях, где носителем выступает кабель [витая пара](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0) UTP категории 3 или 5.

# Дерево (топология компьютерной сети)

[Топология](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F) типа общая **Древовидная топология**, представляет собой топологию ЗВЕЗДА. Если представить, как растут ветки у дерева, то мы получим топологию "Звезда", изначально топология называлась именно "древовидная", с течением времени начали в скобках указывать - (звезда). В современной топологии указывается только "звезда". Долгое время базовой топологией считалась именно древовидная, но ее постепенно начали заменять. Выбор звезда или дерево зависит только от личных предпочтений. Различия только в том, что в "древовидной" топологии, как правило, схема более строгая и иерархичная в ней легче отслеживать сетевые связи, и эта схема часто использует элементы "шинной" архитектуры.



# Fat Tree - утолщенное дерево



Пример топологии fat-tree

Сеть **fat tree** ([рус.](mhtml:file://C:\Documents%20and%20Settings\All%20Users\Documents\Downloads\apkvt\u4process\corp_nets\деревотолстоеFat%20Tree%20—%20Википедия.mht!https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%81%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *утолщенное дерево*) — [топология компьютерной сети](mhtml:file://C:\Documents%20and%20Settings\All%20Users\Documents\Downloads\apkvt\u4process\corp_nets\деревотолстоеFat%20Tree%20—%20Википедия.mht!https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F), изобретенная [Charles E. Leiserson](mhtml:file://C:\Documents%20and%20Settings\All%20Users\Documents\Downloads\apkvt\u4process\corp_nets\деревотолстоеFat%20Tree%20—%20Википедия.mht!https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Charles_E._Leiserson&action=edit&redlink=1) из [MIT](mhtml:file://C:\Documents%20and%20Settings\All%20Users\Documents\Downloads\apkvt\u4process\corp_nets\деревотолстоеFat%20Tree%20—%20Википедия.mht!https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0%D1%87%D1%83%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%D1%83%D1%82), является дешевой и эффективной для [суперкомпьютеров](mhtml:file://C:\Documents%20and%20Settings\All%20Users\Documents\Downloads\apkvt\u4process\corp_nets\деревотолстоеFat%20Tree%20—%20Википедия.mht!https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80)[[1]](file:///C:\Documents%20and%20Settings\All%20Users\Documents\Downloads\apkvt\u4process\corp_nets\деревотолстоеFat%20Tree%20—%20Википедия.mht#cite_note-CL85-1). В отличие от классической топологии дерево, в которой все связи между узлами одинаковы, связи в утолщенном дереве становятся более широкими (толстыми, производительными по пропускной способности) с каждым уровнем по мере приближения к корню дерева. Часто используют удвоение пропускной способности на каждом уровне.

Сети с топологией fat tree являются предпочтительными для построения кластерных межсоединений на основе технологии [Infiniband](mhtml:file://C:\Documents%20and%20Settings\All%20Users\Documents\Downloads\apkvt\u4process\corp_nets\деревотолстоеFat%20Tree%20—%20Википедия.mht!https://ru.wikipedia.org/wiki/Infiniband).

# Витая пара



Витая пара категории 6 (между парами виден разделительный корд, у каждой пары свой шаг скрутки)



Маркировка жил в 25-парном кабеле

**Вита́я па́ра** ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *twisted pair*) — вид [кабеля](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C) связи, представляет собой одну или несколько пар изолированных [проводников](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA), скрученных между собой (с небольшим числом витков на единицу длины), покрытых пластиковой оболочкой.

Свивание проводников производится с целью повышения степени связи между собой проводников одной пары (электромагнитные помехи одинаково влияют на оба провода пары) и последующего уменьшения [электромагнитных помех](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0) от внешних источников, а также взаимных наводок при передаче [дифференциальных сигналов](http://ru.wikipedia.org/wiki/LVDS). Для снижения связи отдельных пар кабеля (периодического сближения проводников различных пар) в кабелях UTP [категории 5](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B8_5) и выше провода пары свиваются с различным шагом. Витая пара — один из компонентов современных [структурированных кабельных систем](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0). Используется в телекоммуникациях и в компьютерных сетях в качестве физической среды передачи сигнала во многих технологиях, таких как [Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet), [Arcnet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Arcnet) и [Token ring](http://ru.wikipedia.org/wiki/Token_ring). В настоящее время, благодаря своей дешевизне и лёгкости в монтаже, является самым распространённым решением для построения проводных (кабельных) [локальных сетей](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C).

Кабель подключается к сетевым устройствам при помощи разъёма [8P8C](http://ru.wikipedia.org/wiki/8P8C) (который ошибочно называют [RJ45](http://ru.wikipedia.org/wiki/RJ45)).

## Виды кабеля, применяемого в сетях

В зависимости от наличия защиты — электрически [заземлённой](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) медной оплётки или алюминиевой фольги вокруг скрученных пар, определяют разновидности данной технологии:

* *неэкранированная витая пара* ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *UTP — Unshielded twisted pair*) — без защитного экрана;
* *фольгированная витая пара* ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *FTP — Foiled twisted pair*), [также известна как F/UTP](http://en.wikipedia.org/wiki/Screened_fully-shielded_twisted_pair#Screened_Shielded_Twisted_Pair_.28S.2FSTP.29)) — присутствует один общий внешний экран в виде фольги;
* *экранированная витая пара* ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *STP — Shielded twisted pair*) — присутствует защита в виде экрана для каждой пары и общий внешний экран в виде сетки;
* *фольгированная экранированная витая пара* ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *S/FTP — Screened Foiled twisted pair*) — внешний экран из медной оплетки и каждая пара в фольгированной оплетке;
* *незащищенная экранированная витая пара* ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *U/STP — Unshielded Screened twisted pair*) — без внешнего экрана и каждая пара в фольгированной оплетке;
* *защищенная экранированная витая пара* (*SF/UTP* — или с англ. *Screened Foiled Unshielded twisted pair*).Отличие от других типов витых пар заключается в наличии двойного внешнего экрана, сделанного из медной оплётки, а также фольги.

Экранирование обеспечивает лучшую защиту от электромагнитных наводок как внешних, так и внутренних и т. д. Экран по всей длине соединён с неизолированным дренажным проводом, который объединяет экран в случае разделения на секции при излишнем изгибе или растяжении кабеля.

В зависимости от структуры проводников — кабель применяется одно- и многожильный. В первом случае каждый провод состоит из одной медной жилы и называется жила-монолит, а во втором — из нескольких и называется жила-пучок.

Одножильный кабель не предполагает прямых контактов с подключаемой периферией. То есть, как правило, его применяют для прокладки в коробах, стенах и т. д. с последующим терминированием розетками. Связано это с тем, что медные жилы довольно толсты и при частых изгибах быстро ломаются. Однако для «врезания» в разъёмы панелей розеток такие жилы подходят как нельзя лучше.

В свою очередь многожильный кабель плохо переносит «врезание» в разъёмы панелей розеток (тонкие жилы разрезаются), но замечательно ведет себя при изгибах и скручивании. Кроме того, многожильный провод обладает бо́льшим затуханием сигнала. Поэтому многожильный кабель используют в основном для изготовления [патчкордов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B4) ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *patchcord*), соединяющих периферию с розетками.

## Конструкция витопарного кабеля

Витопарный кабель состоит из нескольких витых пар. Проводники в парах изготовлены из монолитной медной проволоки толщиной 0,4—0,6 мм. Кроме [метрической](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D1%80), применяется американская система [AWG](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B1%D1%80_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2), в которой эти величины составляют 22-26AWG. В стандартных 4-х парных кабелях в основном используются проводники диаметром 0,51 мм (24AWG). Толщина изоляции проводника — около 0,2 мм, материал обычно [поливинилхлорид](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%BB%D1%85%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4) (английское сокращение PVC), для более качественных образцов [5 категории](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B8_5) —[полипропилен](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD) (PP), [полиэтилен](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%8D%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD) (PE). Особенно высококачественные кабели имеют изоляцию из вспененного (ячеистого) полиэтилена, который обеспечивает низкие диэлектрические потери, или [тефлона](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%84%D0%BB%D0%BE%D0%BD), обеспечивающего широкий рабочий диапазон температур

Также внутри кабеля встречается так называемая «разрывная нить» (обычно [капрон](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BD)), которая используется для облегчения разделки внешней оболочки — при вытягивании она делает на оболочке продольный разрез, который открывает доступ к кабельному сердечнику, гарантированно не повреждая изоляцию проводников. Также разрывная нить, ввиду своей высокой прочности на разрыв, выполняет защитную функцию.

Внешняя оболочка 4-парных кабелей имеет толщину 0,5—0,9 мм в зависимости от категории кабеля и обычно изготавливается из поливинилхлорида с добавлением [мела](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%BB), который повышает хрупкость. Это необходимо для точного облома по месту надреза лезвием отрезного инструмента. Кроме этого, для изготовления оболочки используются полимеры, которые не поддерживают горения и не выделяют при нагреве [галогены](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD) (такие кабели маркируются как LSZH — Low Smoke Zero Halogen). Кабели, не поддерживающие горение и не выделяющие дым, разрешается прокладывать и использовать в закрытых областях, где могут проходить воздушные потоки системы кондиционирования и вентиляции (так называемых пленум-областях).

В общем случае, цвета не обозначают особых свойств, но их применение позволяет легко отличать коммуникации c разным функциональным назначением, как при монтаже, так и обслуживании. Самый распространённый цвет оболочки кабелей — серый. У внешних кабелей внешняя оболочка чёрного цвета. Оранжевая окраска, как правило, указывает на негорючий материал оболочки.

Отдельно нужно отметить маркировку. Кроме данных о производителе и типе кабеля, она обязательно включает в себя метровые или футовые метки.

Форма внешней оболочки кабеля витая пара может быть различной. Чаще других применяется круглая форма. Для прокладки под ковровым покрытием может использоваться плоский кабель.

Кабели для наружной прокладки обязательно имеют влагостойкую оболочку из полиэтилена, которая наносится (как правило) вторым слоем поверх обычной, поливинилхлоридной. Кроме этого, возможно заполнение пустот в кабеле водоотталкивающим гелем и бронирование с помощью гофрированной ленты или стальной проволоки.

## Категории кабеля

Телефонная катушка с кабелем образца 1933 года

Существует несколько категорий кабеля витая пара, которые нумеруются от CAT1 до CAT7 (правильно category или категория, сокращение «CAT», «Cat» следует писать с точкой — «Cat.», потому как категория и кошка — разные вещи) и определяют эффективный пропускаемый частотный диапазон. Кабель более высокой категории обычно содержит больше пар проводов и каждая пара имеет больше витков на единицу длины. Категории неэкранированной витой пары описываются в стандарте [EIA/TIA 568](http://ru.wikipedia.org/wiki/TIA/EIA-568-B) (Американский стандарт проводки в коммерческих зданиях) и в международном стандарте ISO 11801, а также приняты ГОСТ Р 53246-2008 и ГОСТ Р 53245-2008 (переводы одного из руководств производителя).

* **CAT1** (полоса частот 0,1 МГц) — телефонный кабель, всего одна пара (в России применяется кабель и вообще без скруток — «[*лапша*](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4)» — у неё характеристики не хуже, но больше влияние помех). В [США](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%A8%D0%90) использовался ранее, только в «скрученном» виде. Используется только для передачи голоса или данных при помощи [модема](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BC).
* **CAT2** (полоса частот 1 МГц) — старый тип кабеля, 2 пары проводников, поддерживал передачу данных на скоростях до 4 [Мбит/с](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B1%D0%B8%D1%82/%D1%81), использовался в сетях [Token ring](http://ru.wikipedia.org/wiki/Token_ring) и [Arcnet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Arcnet). Сейчас иногда встречается в телефонных сетях.
* **CAT3** (полоса частот 16 МГц) — 4-парный кабель, используется при построении телефонных и локальных сетей [10BASE-T](http://ru.wikipedia.org/wiki/10BASE-T) и token ring, поддерживает скорость передачи данных до 10 [Мбит/с](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B1%D0%B8%D1%82/%D1%81) или 100 [Мбит/с](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B1%D0%B8%D1%82/%D1%81) по технологии [100BASE-T4](http://ru.wikipedia.org/wiki/100BASE-T4) на расстоянии не дальше 100 метров [[1]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0#cite_note-TheNetworkEncyclopedia-1). В отличие от предыдущих двух, отвечает требованиям стандарта [IEEE 802.3](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3).
* **CAT4** (полоса частот 20 МГц) — кабель состоит из 4 скрученных пар, использовался в сетях token ring, 10BASE-T, 100BASE-T4, скорость передачи данных не превышает 16 Мбит/с по одной паре, сейчас не используется.
* [**CAT5**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B8_5) (полоса частот 100 МГц) — 4-парный кабель, использовался при построении локальных сетей [100BASE-TX](http://ru.wikipedia.org/wiki/100BASE-TX) и для прокладки телефонных линий, поддерживает скорость передачи данных до 100 [Мбит/с](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B1%D0%B8%D1%82/%D1%81) при использовании 2 пар.
* [**CAT5e**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B8_5) (полоса частот 100 МГц) — 4-парный кабель, усовершенствованная категория 5. Скорость передач данных до 100 Мбит/с при использовании 2 пар и до 1000 [Мбит/с](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B1%D0%B8%D1%82/%D1%81) при использовании 4 пар. Кабель категории 5e является самым распространённым и используется для построения компьютерных сетей. Иногда встречается двухпарный кабель категории 5e. Преимущества данного кабеля в более низкой себестоимости и меньшей толщине.
* **CAT6** (полоса частот 250 МГц) — применяется в сетях Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, состоит из 4 пар проводников и способен передавать данные на скорости до 10 Гбит/с на расстояние до 55 м. Добавлен в стандарт в июне [2002 года](http://ru.wikipedia.org/wiki/2002_%D0%B3%D0%BE%D0%B4).
* **CAT6a** (полоса частот 500 МГц) — применяется в сетях Gigabit Ethernet, состоит из 4 пар проводников и способен передавать данные на скорости до 10 Гбит/с на расстояние до 100 метров. Добавлен в стандарт в феврале [2008 года](http://ru.wikipedia.org/wiki/2008_%D0%B3%D0%BE%D0%B4).

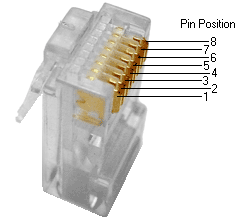


Витая пара 7 категории

* **CAT7** (полоса частот 600 МГц) — спецификация на данный тип кабеля утверждена только международным стандартом ISO 11801, скорость передачи данных до 10 Гбит/с. Кабель этой категории имеет общий экран и экраны вокруг каждой пары. Седьмая категория, строго говоря, не UTP, а S/FTP (Screened Fully Shielded Twisted Pair).
* **CAT7a** (полоса частот до 1200 МГц) - разработана для передачи данных на скоростях до 40 Гбит/с на расстояние до 50 м. и до 100 Гбит/с на расстояние до 15 м.

Каждая отдельно взятая витая пара, входящая в состав кабеля, предназначенного для передачи данных, должна иметь [волновое сопротивление](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) 100±15 [Ом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BC), в противном случае форма электрического сигнала будет искажена и передача данных станет невозможной. Причиной проблем с передачей данных может быть не только некачественный кабель, но также наличие «скруток» в кабеле и использование розеток более низкой категории, чем кабель.

## [Схемы обжима



Нумерация в штекере [8P8C](http://ru.wikipedia.org/wiki/8P8C)

Существует два варианта обжима разъёма на кабеле:

* для создания прямого кабеля — для соединения порта сетевой карты с[коммутатором](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) или [концентратором](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80),
* для создания перекрёстного (использующего кроссированный MDI, [англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *MDI-X*) кабеля, имеющего инвертированную разводку контактов разъёма для соединения напрямую двух сетевых плат, установленных в компьютеры, а также для соединения некоторых старых моделей концентраторов или коммутаторов (uplink-порт).

Обжимается разъём [8P8C](http://ru.wikipedia.org/wiki/8P8C)(зачастую ошибочно именуемый RJ45).

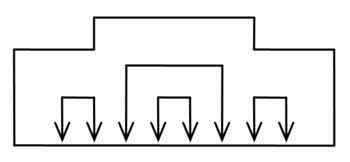
### Прямой кабель (straight through cable)

**Вариант по стандарту TIA/EIA-568A**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**Вариант по стандарту TIA/EIA-568B (используется чаще)**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |



В случае, если нужен кабель MDI с внешним кроссированием, так называемый «прямой» кабель для подключения компьютер на [хаб](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D0%B1)/[свитч](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D1%82%D1%87) используются следующие схемы:

При соединении EIA/TIA-568B, AT&T 258A 1: Бело-оранжевый 2: Оранжевый 3: Бело-зелёный 4: Синий 5: Бело-синий 6: Зелёный 7: Бело-коричневый 8: Коричневый

Старые цвета витой пары: 1: синий 2: оранжевый 3: чёрный 4: красный 5: зелёный 6: жёлтый 7: коричневый 8: серый

При соединении EIA/TIA-568A 1: Бело-зеленый 2: Зелёный 3: Бело-оранжевый 4: Синий 5: Бело-синий 6: Оранжевый 7: Бело-коричневый 8: Коричневый

По одной из этих схем обжимаются разъёмы с обеих сторон.

— [Ethernet Cable - Color Coding Diagram](http://www.incentre.net/content/view/75/2/) (англ.)

### Перекрёстный кабель (crossover cable)

Используется для соединения однотипного оборудования (например, компьютер-компьютер). Однако некоторые сетевые карты способны автоматически определить метод обжима кабеля и подстроиться под него.  
**Вариант для скорости 100 Мбит/с**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Если нужен кабель MDI-X с внутренним кроссированием, «crossover» кабель для соединения например, «компьютер-компьютер» (со скоростью до 100 Мб/с), то с одной стороны кабеля применяется схема EIA/TIA-568B, с другой EIA/TIA-568А

— [Ethernet Cable - Color Coding Diagram](http://www.incentre.net/content/view/75/2/) (англ.)

**Вариант для скорости 1000 Мбит/с**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Для соединений на скоростях до 1000Мб/с при изготовлении "crossover" кабеля одну сторону надо обжать по стандарту EIA/TIA-568B, а вторую так:

1: Бело-зелёный 2: Зелёный 3: Бело-оранжевый 4: Бело-коричневый 5: Коричневый 6: Оранжевый 7: Синий 8: Бело-синий

— [Crossover Patchkabel Gigabit (1000 BaseT)](http://www.kabelguru.de/100mbit-kabel/cosgiga.htm) (нем.)

#### Общие положения



Обжимной инструмент (кримпер)



Рабочая часть «обжимки»: для восьми-, шестиконтактных разъёмов и регулируемый резак, позволяющий снять внешнюю изоляцию, без повреждения проводов пар.

Пара 1-2 (TDP-TDN) всегда требуется для передачи от порта MDI к порту MDI-X, пара 3-6 (RDP-RDN) — для приёма портом MDI от порта MDI-X; пары 4-5 и 7-8 применяются в зависимости от потребности (например, при использовании кабеля категории 3 в спецификации 100Base-T4) и обычно двунаправленные.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Обозначение** | **Описание** |
| 1 | TX+ | Прямой сигнал передачи |
| 2 | TX- | Инверсный сигнал передачи |
| 3 | RX+ | Прямой сигнал приема |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 | RX- | Инверсный сигнал приема |
| 7 |  |  |
| 8 |  |  |

Использование кабеля, обжатого не по стандарту, может привести (в зависимости от длины кабеля) к тому, что кабель не будет работать совсем или будет очень большой процент потерь передаваемых пакетов..

Для проверки правильности обжатия кабеля, помимо визуального контроля, используют специальные устройства — [кабельные тестеры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80). Такое устройство состоит из передатчика и приёмника. Передатчик поочерёдно подаёт сигнал на каждую из восьми жил кабеля, дублируя эту передачу зажиганием одного из восьми светодиодов, а на приёмнике, подсоединённому к другому концу линии, соответственно загорается один из восьми светодиодов. Если на передаче и на приёме светодиоды загораются подряд, значит, кабель обжат без ошибки. Более дорогие модели кабельных тестеров могут иметь встроенное переговорное устройство, индикатор обрыва с указанием расстояния до обрыва и пр.

Данные схемы обжимки подходят как для 100-мегабитного соединения, так и для гигабитного. При использовании 100-мегабитного соединения используются только 2 из 4 пар, а именно оранжевая и зелёная(пара 1-2 (TDP-TDN) и пара 3-6 (RDP-RDN)). Синяя и коричневая пары в таком случае могут быть использованы для подключения второго компьютера по тому же кабелю. Каждый конец кабеля раздваивают на два по две пары, и получают как бы два кабеля, но под одной изоляцией. Однако данная схема подключения может снизить скорость и качество передачи информации. При использовании гигабитного соединения используются 4 пары проводников.

Также существуют ограничения на выбор схемы перекрёстного соединения жил, накладываемые стандартом [Power over Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Power_over_Ethernet)(POE), Power over Ethernet стандартизирован по стандарту IEEE 802.3af-2003. При прямом соединении жил в кабеле («один к одному»), данный стандарт будет работать автоматически.

## Монтаж

При монтаже кабеля витой пары должен выдерживаться минимально допустимый радиус изгиба (8 внешних диаметров кабеля). Больший изгиб может привести к увеличению внешних наводок на сигнал или привести к разрушению оболочки кабеля.

При монтаже экранированной витой пары необходимо следить за целостностью экрана по всей длине кабеля. Растяжение или изгиб кабеля приводит к разрушению экрана, что ведёт к снижению устойчивости к электромагнитным помехам. Дренажный провод должен быть соединён с экраном разъёма.

# Беспроводные компьютерные сети

**Беспроводные компьютерные сети** — это технология, позволяющая создавать вычислительные [сети](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D1%8C), полностью соответствующие стандартам для обычных проводных сетей (например, [Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet)), без использования кабельной проводки. В качестве носителя информации в таких сетях выступают радиоволны СВЧ-диапазона.

## Применение

Существует два основных направления применения беспроводных компьютерных сетей:

* Работа в замкнутом объеме (офис, выставочный зал и т. п.);
* Соединение удаленных [локальных сетей](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C) (или удаленных сегментов локальной сети).

Для организации беспроводной сети в замкнутом пространстве применяются передатчики со всенаправленными антеннами. Стандарт [IEEE 802.11](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11) определяет два режима работы сети — [Ad-hoc](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ad-hoc) и [клиент-сервер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80). Режим Ad-hoc (иначе называемый «[точка-точка](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0-%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0)») — это простая сеть, в которой связь между станциями (клиентами) устанавливается напрямую, без использования специальной [точки доступа](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0_%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%83%D0%BF%D0%B0). В режиме клиент-сервер беспроводная сеть состоит, как минимум, из одной точки доступа, подключенной к проводной сети, и некоторого набора беспроводных клиентских станций. Поскольку в большинстве сетей необходимо обеспечить доступ к файловым серверам, принтерам и другим устройствам, подключенным к проводной локальной сети, чаще всего используется режим клиент-сервер. Без подключения дополнительной антенны устойчивая связь для оборудования IEEE 802.11b достигается в среднем на следующих расстояниях: открытое пространство — 500 м, комната, разделенная перегородками из неметаллического материала — 100 м, офис из нескольких комнат — 30 м. Следует иметь в виду, что через стены с большим содержанием металлической арматуры (в железобетонных зданиях таковыми являются несущие стены) радиоволны диапазона 2,4 ГГц иногда могут вообще не проходить, поэтому в комнатах, разделенных подобной стеной, придется ставить свои точки доступа.

Для соединения удаленных локальных сетей (или удаленных сегментов локальной сети) используется оборудование с направленными[антеннами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0), что позволяет увеличить дальность связи до 20 км (а при использовании специальных усилителей и большой высоте размещения антенн — до 50 км). Причем в качестве подобного оборудования могут выступать и устройства [Wi-Fi](http://ru.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi), нужно лишь добавить к ним специальные антенны (конечно, если это допускается конструкцией). Комплексы для объединения локальных сетей по топологии делятся на «точку-точку» и «[звезду](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D0%B0_(%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8))». При топологии «точка-точка» (режим Ad-hoc в IEEE 802.11) организуется радиомост между двумя удаленными сегментами сети. При топологии «звезда» одна из станций является центральной и взаимодействует с другими удаленными станциями. При этом центральная станция имеет всенаправленную антенну, а другие удаленные станции — однонаправленные антенны. Применение всенаправленной антенны в центральной станции ограничивает дальность связи дистанцией примерно 7 км. Поэтому, если требуется соединить между собой сегменты локальной сети, удаленные друг от друга на расстояние более 7 км, приходится соединять их по принципу «точка-точка». При этом организуется беспроводная сеть с кольцевой или иной, более сложной топологией.

Мощность, излучаемая передатчиком точки доступа или же клиентской станции, работающей по стандарту IEEE 802.11, не превышает 0,1 Вт, но многие производители беспроводных точек доступа ограничивают мощность лишь программным путем, и достаточно просто поднять мощность до 0,2-0,5 Вт. Для сравнения — мощность, излучаемая [мобильным телефоном](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD), на порядок больше(в момент звонка - до 2 Вт). Поскольку, в отличие от мобильного телефона, элементы сети расположены далеко от головы, в целом можно считать, что беспроводные компьютерные сети более безопасны с точки зрения здоровья, чем мобильные телефоны.

Если беспроводная сеть используется для объединения сегментов локальной сети, удаленных на большие расстояния, антенны, как правило, размещаются за пределами помещения и на большой высоте.

## Безопасность

Продукты для беспроводных сетей, соответствующие стандарту IEEE 802.11, предлагают четыре уровня средств безопасности: физический, идентификатор набора служб ([SSID](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=SSID&action=edit&redlink=1) — Service Set Identifier), идентификатор управления доступом к среде ([MAC ID](http://ru.wikipedia.org/wiki/MAC_ID) — Media Access Control ID) и [шифрование](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5).

Технология [DSSS](http://ru.wikipedia.org/wiki/DSSS) для передачи данных в частотном диапазоне 2,4 ГГц за последние 50 лет нашла широкое применение в военной связи для улучшения безопасности беспроводных передач. В рамках схемы DSSS поток требующих передачи данных «разворачивается» по каналу шириной 20 МГц в рамках диапазона ISM с помощью схемы ключей дополнительного кода (Complementary Code Keying, CCK). Для декодирования принятых данных получатель должен установить правильный частотный канал и использовать ту же самую схему CCK. Таким образом, технология на базе DSSS обеспечивает первую линию обороны от нежелательного доступа к передаваемым данным. Кроме того, DSSS представляет собой «тихий» интерфейс, так что практически все подслушивающие устройства будут отфильтровывать его как «белый шум».

Идентификатор SSID позволяет различать отдельные беспроводные сети, которые могут действовать в одном и том же месте или области. Он представляет собой уникальное имя сети, включаемое в заголовок пакетов данных и управления IEEE 802.11. Беспроводные клиенты и точки доступа используют его, чтобы проводить фильтрацию и принимать только те запросы, которые относятся к их SSID. Таким образом, пользователь не сможет обратиться к точке доступа, если только ему не предоставлен правильный SSID.

Возможность принятия или отклонения запроса к сети может зависеть также от значения идентификатора MAC ID — это уникальное число, присваиваемое в процессе производства каждой сетевой карте. Когда клиентский ПК пытается получить доступ к беспроводной сети, точка доступа должна сначала проверить адрес MAC для клиента. Точно так же и клиентский ПК должен знать имя точки доступа.

Механизм Wired Equivalency Privacy ([WEP](http://ru.wikipedia.org/wiki/WEP)), определенный в стандарте IEEE 802.11, обеспечивает еще один уровень безопасности. Он опирается на алгоритм шифрования [RC4](http://ru.wikipedia.org/wiki/RC4) компании [RSA Data Security](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RSA_Data_Security&action=edit&redlink=1) с 40- или 128-разрядными ключами. Несмотря на то, что использование WEP несколько снижает пропускную способность, эта технология заслуживает более пристального внимания. Дополнительные функции WEP затрагивают процессы сетевой аутентификации и шифрования данных. Процесс аутентификации с разделяемым ключом для получения доступа к беспроводной сети использует 64-разрядный ключ — 40-разрядный ключ WEP выступает как секретный, а 24-разрядный вектор инициализации (Initialization Vector) — как разделяемый. Если конфигурация точки доступа позволяет принимать только обращения с разделяемым ключом, она будет направлять клиенту случайную строку вызова длиной 128 [октетов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%82_(%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)). Клиент должен зашифровать строку вызова и вернуть зашифрованное значение точке доступа. Далее точка доступа расшифровывает полученную от клиента строку и сравнивает ее с исходной строкой вызова. Наконец, право клиента на доступ к сети определяется в зависимости от того, прошел ли он проверку шифрованием. Процесс расшифровки данных, закодированных с помощью WEP, заключается в выполнении логической операции «исключающее ИЛИ» ([XOR](http://ru.wikipedia.org/wiki/XOR)) над ключевым потоком и принятой информацией. Процесс аутентификации с разделяемым ключом не допускает передачи реального 40-разрядного ключа WEP, поэтому этот ключ практически нельзя получить путем контроля за сетевым трафиком. Ключ WEP рекомендуется периодически менять, чтобы гарантировать целостность системы безопасности.

Еще одно преимущество беспроводной сети связано с тем, что физические характеристики сети делают ее локализованной. В результате дальность действия сети ограничивается лишь определенной зоной покрытия. Для подслушивания потенциальный злоумышленник должен будет находиться в непосредственной физической близости, а значит, привлекать к себе внимание. В этом преимущество беспроводных сетей с точки зрения безопасности. Беспроводные сети имеют также уникальную особенность: их можно отключить или модифицировать их параметры, если безопасность зоны вызывает сомнения.

### Несанкционированное вторжение в сеть

Для вторжения в сеть необходимо к ней подключиться. В случае проводной сети требуется электрическое соединение, беспроводной — достаточно оказаться в зоне радиовидимости сети с оборудованием того же типа, на котором построена сеть.

В проводных сетях основное средство защиты на физическом и MAC-уровнях — административный контроль доступа к оборудованию, недопущение злоумышленника к кабельной сети. В сетях, построенных на управляемых коммутаторах, доступ может дополнительно ограничиваться по MAC-адресам сетевых устройств.

В беспроводных сетях для снижения вероятности несанкционированного доступа предусмотрен контроль доступа по MAC-адресам устройств и тот же самый WEP. Поскольку контроль доступа реализуется с помощью точки доступа, он возможен только при инфраструктурной топологии сети. Механизм контроля подразумевает заблаговременное составление таблицы MAC-адресов разрешенных пользователей в точке доступа и обеспечивает передачу только между зарегистрированными беспроводными адаптерами. При топологии «ad-hoc» (каждый с каждым) контроль доступа на уровне радиосети не предусмотрен.

Для проникновения в беспроводную сеть злоумышленник должен:

* Иметь оборудование для беспроводных сетей, совместимое с используемым в сети (применительно к стандартному оборудованию — соответствующей технологии беспроводных сетей — DSSS или FHSS);
* При использовании в оборудовании FHSS нестандартных последовательностей скачков частоты узнать их;
* Знать идентификатор сети, закрывающий инфраструктуру и единый для всей логической сети (SSID);
* Знать (в случае с DSSS), на какой из 14 возможных частот работает сеть, или включить режим автосканирования;
* Быть занесенным в таблицу разрешенных MAC-адресов в точке доступа при инфраструктурной топологии сети;
* Знать 40-разрядный ключ шифра WEP в случае, если в беспроводной сети ведется шифрованная передача.

Решить все это практически невозможно, поэтому вероятность несанкционированного вхождения в беспроводную сеть, в которой приняты предусмотренные стандартом меры безопасности, можно считать очень низкой. Информация устарела. На 2010 год, принимая во внимания [уязвимости WEP](http://ru.wikipedia.org/wiki/WEP#.D0.9F.D1.80.D0.BE.D0.B1.D0.BB.D0.B5.D0.BC.D1.8B), защищенной можно считать сеть, с ключом 128разрядным AES/WPA2 от 20 символов.

## ]Radio Ethernet

Беспроводная связь, или связь по радиоканалу, сегодня используется и для построения магистралей ([радиорелейные линии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C)), и для создания локальных сетей, и для подключения удаленных абонентов к сетям и магистралям разного типа. Весьма динамично развивается в последние годы стандарт беспроводной связи Radio Ethernet. Изначально он предназначался для построения локальных беспроводных сетей, но сегодня все активнее используется для подключения удаленных абонентов к магистралям. С его помощью решается проблема «[последней мили](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D1%8F%D1%8F_%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D1%8F)» (правда, в отдельных случаях эта «миля» может составлять от 100 м до 25 км). Radio Ethernet сейчас обеспечивает пропускную способность до 54 Мбит/с и позволяет создавать защищенные беспроводные каналы для передачи мультимедийной информации.

Данная технология соответствует стандарту 802.11, разработанному Международным институтом инженеров по электротехнике и радиоэлектронике ([IEEE](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE)) в 1997 году и описывающему протоколы, которые позволяют организовать локальные беспроводные сети (Wireless Local Area Network, [WLAN](http://ru.wikipedia.org/wiki/WLAN)).

Один из главных конкурентов 802.11 — стандарт [HiperLAN2](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=HiperLAN2&action=edit&redlink=1) (High Performance Radio LAN), разрабатываемый при поддержке компаний [Nokia](http://ru.wikipedia.org/wiki/Nokia) и [Ericsson](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ericsson). Следует заметить, что разработка HiperLAN2 ведется с учетом обеспечения совместимости данного оборудования с системами, построенными на базе 802.11а. И этот факт наглядно демонстрирует популярность средств беспроводного доступа на основе Radio Ethernet, растущую по мере увеличения числа пользователей ноутбуков и прочих портативных вычислительных средств.

# Маршрутизация

|  |
| --- |
| **Схемы маршрутизации** |
| [**anycast**](http://ru.wikipedia.org/wiki/Anycast) |
| [**broadcast**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB) |
| [**multicast**](http://ru.wikipedia.org/wiki/Multicast) |
| [**unicast**](http://ru.wikipedia.org/wiki/Unicast) |
| [**geocast**](http://ru.wikipedia.org/wiki/Geocast) |
| [п](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D0%BD:%D0%A1%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8)·[о](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9E%D0%B1%D1%81%D1%83%D0%B6%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%88%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%B0:%D0%A1%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8&action=edit&redlink=1)·[р](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A8%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D0%BD:%D0%A1%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8&action=edit) |

**Маршрутизация** ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Routing*) — процесс определения маршрута следования информации в сетях связи.

Маршруты могут задаваться административно ([статические маршруты](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F)), либо вычисляться с помощью[алгоритмов маршрутизации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BC%D1%8B_%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8), базируясь на информации о топологии и состоянии сети, полученной с помощью [протоколов маршрутизации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB_%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8) (динамические маршруты).

Статическими маршрутами могут быть:

* маршруты, не изменяющиеся во времени;
* маршруты, изменяющиеся по расписанию;

Маршрутизация в компьютерных сетях типично выполняется специальными программно-аппаратными средствами — [маршрутизаторами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80); в простых конфигурациях может выполняться и компьютерами общего назначения, соответственно настроенными.

## Маршрутизируемые протоколы

[Протокол маршрутизации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB_%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%88%D1%80%D1%83%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8) может работать только с пакетами, принадлежащими к одному из маршрутизируемых протоколов, например, [IP](http://ru.wikipedia.org/wiki/IP), [IPX](http://ru.wikipedia.org/wiki/IPX) или [Xerox Network System](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Xerox_Network_System&action=edit&redlink=1), [AppleTalk](http://ru.wikipedia.org/wiki/AppleTalk). Маршрутизируемые протоколы определяют формат пакетов (заголовков), важнейшей информацией из которых для маршрутизации является адрес назначения. Протоколы, не поддерживающие маршрутизацию, могут передаваться между сетями с помощью [туннелей](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C_(%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C)). Подобные возможности обычно предоставляют программные маршрутизаторы и некоторые модели аппаратных маршрутизаторов.

## Программная и аппаратная маршрутизация

Первые маршрутизаторы представляли собой специализированное ПО, обрабатывающее приходящие IP-пакеты специфичным образом. Это ПО работало на компьютерах, у которых было несколько сетевых интерфейсов, входящих в состав различных сетей (между которыми осуществляется маршрутизация). В дальнейшем появились маршрутизаторы в форме специализированных устройств. Компьютеры с маршрутизирующим ПО называют *программные маршрутизаторы*, оборудование -*аппаратные маршрутизаторы*.

В современных аппаратных маршрутизаторах для построения таблиц маршрутизации используется специализированное ПО ("прошивка"), для обработки же IP-пакетов используется [коммутационная матрица](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%86%D0%B0&action=edit&redlink=1) (или другая технология аппаратной коммутации), расширенная фильтрами адресов в заголовке IP-пакета.

### Аппаратная маршрутизация

Выделяют два типа аппаратной маршрутизации: со статическими шаблонами потоков и с динамически адаптируемыми таблицами.

*Основная статья:*[***коммутация IP-пакетов***](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_IP-%D0%BF%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2)

**Статические шаблоны потоков** подразумевают разделение всех входящих в маршрутизатор IP-пакетов на виртуальные потоки; каждый поток характеризуется набором признаков для пакета **такие как:** *IP-адресами отправителя/получателя*, *TCP/UDP-порт отправителя/получателя* (в случае поддержки маршрутизации на основании информации 4 уровня), *порт*, через который пришёл пакет. Оптимизация маршрутизации при этом строится на идее, что все пакеты с одинаковыми признаками должны обрабатываться одинаково (по одинаковым правилам), при этом правила проверяются только для первого пакета в потоке (при появлении пакета с набором признаков, не укладывающимся в существующие потоки, создаётся новый поток), по результатам анализа этого пакета формируется статический шаблон, который и используется для определения правил коммутации приходящих пакетов (внутри потока). Обычно время хранения неиспользующегося шаблона ограничено (для освобождения ресурсов маршрутизатора). Ключевым недостатком подобной схемы является инерционность по отношению к изменению таблицы маршрутизации (в случае существующего потока изменение правил маршрутизации пакетов не будет "замечено" до момента удаления шаблона).

**Динамически адаптируемые таблицы** используют правила маршрутизации "напрямую", используя маску и номер сети из таблицы маршрутизации для проверки пакета и определения порта, на который нужно передать пакет. При этом изменения в таблице маршрутизации (в результате работы, например, протоколов маршрутизации/резервирования) сразу же влияют на обработку всех новопришедших пакетов. Динамически адаптируемые таблицы также позволяют легко реализовывать быструю (аппаратную) проверку списков доступа.

### Программная маршрутизация

Программная маршрутизация выполняется либо специализированным ПО маршрутизаторов (в случае, когда аппаратные методы не могут быть использованы, например, в случае организации [туннелей](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%88%D0%BB%D1%8E%D0%B7)), либо программным обеспечением на компьютере. В общем случае, любой компьютер осуществляет маршрутизацию своих собственных исходящих пакетов (как минимум, для разделения пакетов, отправляемых на [шлюз по умолчанию](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%BB%D1%8E%D0%B7_%D0%BF%D0%BE_%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8E) и пакетов, предназначенных узлам в локальном сегменте сети). Для маршрутизации*чужих* IP-пакетов, а также построения таблиц маршрутизации используется различное ПО:

* Сервис RRAS ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *routing and remote access service*) в [Windows Server](http://ru.wikipedia.org/wiki/Windows_Server)
* Демоны [routed](http://ru.wikipedia.org/wiki/Routed), [gated](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Gated&action=edit&redlink=1), [quagga](http://ru.wikipedia.org/wiki/Quagga) в Unix-подобных операционных системах (Linux, FreeBSD и т.д..)

# Коммутация (компьютерные сети)

**Коммута́ция** — процесс соединения [абонентов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82) коммуникационной сети через транзитные [узлы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B7%D0%B5%D0%BB_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8).

Коммуникационные сети должны обеспечивать связь своих абонентов между собой. Абонентами могут выступать [ЭВМ](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%92%D0%9C), сегменты локальных сетей, [факс](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%BA%D1%81)-аппараты или [телефонные](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD) собеседники. Как правило, в сетях общего доступа невозможно предоставить каждой паре абонентов собственную физическую [линию связи](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D0%B8), которой они могли бы монопольно «владеть» и использовать в любое время. Поэтому в сети всегда применяется какой-либо способ коммутации абонентов, который обеспечивает [разделение](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%83%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%B2&action=edit&redlink=1) имеющихся физических каналов между несколькими сеансами связи и между абонентами сети.

Каждый абонент соединен с [коммутаторами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) индивидуальной линией связи, закрепленной за этим абонентом. Линии связи, протянутые между коммутаторами, разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно.

## Коммутаторы

Коммутация по праву считается одной из самых популярных современных технологий. Коммутаторы по всему фронту теснят мосты и маршрутизаторы, оставляя за последними только организацию связи через глобальную сеть. Популярность коммутаторов обусловлена прежде всего тем, что они позволяют за счет сегментации повысить производительность сети. Помимо разделения сети на мелкие сегменты, коммутаторы дают возможность создавать логические сети и легко перегруппировывать устройства в них. Иными словами, коммутаторы позволяют создавать виртуальные сети.

В 1994 году компания IDC дала свое определение коммутатора локальных сетей: коммутатор — это устройство, конструктивно выполненное в виде сетевого концентратора и действующее как высокоскоростной многопортовый мост; встроенный механизм коммутации позволяет осуществить сегментирование локальной сети, а также выделить полосу пропускания конечным станциям в сети.

Впервые коммутаторы появились в конце 1980-х годов. Первые коммутаторы использовались для перераспределения пропускной способности и, соответственно, повышения производительности сети. Можно сказать, что коммутаторы первоначально применялись исключительно для сегментации сети. В наше время произошла переориентация, и теперь в большинстве случаев коммутаторы используются для прямого подключения к конечным станциям.

Широкое применение коммутаторов значительно повысило эффективность использования сети за счет равномерного распределения полосы пропускания между пользователями и приложениями. Несмотря на то что первоначальная стоимость была довольно высока, тем не менее они были значительно дешевле и проще в настройке и использовании, чем маршрутизаторы. Широкое распространение коммутаторов на уровне рабочих групп можно объяснить тем, что коммутаторы позволяют повысить отдачу от уже существующей сети. При этом для повышения производительности всей сети не нужно менять существующую кабельную систему и оборудование конечных пользователей.

Общий термин *коммутация* применяется для четырех различных технологий:

* конфигурационная коммутация,
* коммутация кадров,
* коммутация ячеек,
* преобразование между кадрами и ячейками.

В основе конфигурационной коммутации лежит нахождение соответствия между конкретным портом коммутатора и определенным сегментом сети. Это соответствие может программно настраиваться при подключении или перемещении пользователей в сети.

При коммутации кадров используются кадры сетей Ethernet, Token Ring и т.д. Кадр при поступлении в сеть обрабатывается первым коммутатором на его пути. Под термином обработка понимается вся совокупность действий, производимых коммутатором для определения своего выходного порта, на который необходимо направить данный кадр. После обработки он передается далее по сети следующему коммутатору или непосредственно получателю.

В технологии АТМ также применяется коммутация, но в ней единицы коммутации носят название ячеек. Преобразование между кадрами и ячейками позволяет станциям в сети Ethernet, Token Ring и т.д. непосредственно взаимодействовать с устройствами АТМ. Эта технология применяется при эмуляции локальной сети.

Коммутаторы делятся на четыре категории:

1. Простые автономные коммутаторы сетей рабочих групп позволяют некоторым сетевым устройствам или сегментам обмениваться информацией с максимальной для данной кабельной системы скоростью. Они могут выполнять роль мостов для связи с другими сетевыми сегментами, но не транслируют протоколы и не обеспечивают повышенную пропускную способность с отдельными выделенными устройствами, такими как серверы.
2. Коммутаторы рабочих групп второй категории обеспечивают высокоскоростную связь одного или нескольких портов с сервером или базовой станцией.
3. Коммутаторы сети отдела предприятия, которые часто используются для взаимодействия сетей рабочих групп. Они представляют более широкие возможности администрирования и повышения производительности сети. Такие устройства поддерживают древовидную архитектуру связей, которая используется для передачи информации по резервным каналам и фильтрации пакетов. Физически такие коммутаторы поддерживают резервные источники питания и позволяют оперативно менять модули.
4. Коммутаторы сети масштаба предприятия, выполняющие диспетчеризацию трафика, определяя наиболее эффективный маршрут. Они могут поддерживать большое количество логических соединений сети. Многие производители корпоративных коммутаторов предлагают в составе своих изделий модули АТМ. Эти коммутаторы осуществляют трансляцию протоколов Ethernet в протоколы АТМ.

## Виды коммутации

Существует четыре принципиально различные схемы коммутации абонентов в сетях:

* **Коммутация каналов** (КК, *circuit switching*) — организация составного канала через несколько транзитных узлов из нескольких последовательно «соединённых» каналов на время передачи сообщения (*оперативная коммутация*) или на более длительный срок (*постоянная/долговременная коммутация* — время коммутации определяется административно, то есть пришёл техник и скоммутировал каналы физически на час, день, год, вечно и т. п., потом пришёл и раскоммутировал).
* **Коммутация сообщений** (КС, *message switching*) — разбиение информации на сообщения, которые передаются последовательно к ближайшему транзитному узлу, который, приняв сообщение, запоминает его и передаёт далее сам таким же образом. Получается нечто вроде конвейера.
* [**Коммутация пакетов**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2) (КП, *packet switching*) — разбиение сообщения на «пакеты», которые передаются отдельно. Разница между сообщением и пакетом: размер пакета ограничен технически, сообщения — логически. При этом, если маршрут движения пакетов между узлами определён заранее, говорят о *виртуальном канале* (с установлением соединения). Пример: [коммутация IP-пакетов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_IP-%D0%BF%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2). Если же для каждого пакета задача нахождения пути решается заново, говорят о *датаграммном* (без установления соединения) способе пакетной коммутации.
* **Коммутация ячеек** (КЯ, *cell switching*) — совмещает в себе свойства сетей с коммутацией каналов и сетей с коммутацией пакетов, при коммутации ячеек пакеты всегда имеют фиксированный и относительно небольшой размер.

Все виды коммутации могут использоваться в сети. Например, над КК делается КЯ, над которой работает КП, над которой КС. Получаем [SMTP](http://ru.wikipedia.org/wiki/SMTP) поверх [TCP/IP](http://ru.wikipedia.org/wiki/TCP/IP), который сидит на [ATM](http://ru.wikipedia.org/wiki/ATM), которая сидит на [ПЦИ (PDH)](http://ru.wikipedia.org/wiki/PDH) / [СЦИ (SDH)](http://ru.wikipedia.org/wiki/SDH).

## Коммутация в локальных сетях передачи данных

Технология коммутации сегментов Ethernet была предложена фирмой Kalpana в 1990 году[[1]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8)#cite_note-1) в ответ на растущие потребности в повышении пропускной способности связей высокопроизводительных [серверов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80_(%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)) с сегментами рабочих станций. Структурная схема коммутатора EtherSwitch, предложенного фирмой Kalpana, представлена ниже. Каждый из 8 портов 10Base-T обслуживается одним процессором пакетов [Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet) — ЕРР (Ethernet Packet Processor). Кроме того, коммутатор имеет системный модуль, который координирует работу всех процессоров ЕРР. Системный модуль ведет общую адресную таблицу коммутатора и обеспечивает управление коммутатором по протоколу SNMP. Для передачи кадров между портами используется коммутационная матрица, подобная тем, которые работают в телефонных коммутаторах или мультипроцессорных компьютерах, соединяя несколько процессоров с несколькими модулями памяти. Коммутационная матрица работает по принципу коммутации каналов. Для 8 портов матрица может обеспечить 8 одновременных внутренних каналов при полудуплексном режиме работы портов и 16 — при полнодуплексном, когда передатчик и приемник каждого порта работают независимо друг от друга.

При поступлении кадра в какой-либо порт [процессор](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%80) ЕРР буферизует несколько первых байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После получения адреса назначения процессор сразу же принимает решение о передаче пакета, не дожидаясь [прихода](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%B4)остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой собственный [кэш](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%8D%D1%88) адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном [режиме](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B6%D0%B8%D0%BC), параллельно обслуживая запросы всех процессоров ЕРР. Системный модуль производит просмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, которую тот буферизует в своем кэше для последующего использования. После нахождения адреса назначения процессор [ЕРР](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%95%D0%A0%D0%A0&action=edit&redlink=1) знает, что нужно дальше делать с поступающим кадром (во время просмотра адресной таблицы процессор продолжал буферизацию поступающих в порт байтов кадра). Если кадр нужно отфильтровать, процессор просто прекращает записывать в буфер байты кадра, очищает буфер и ждет поступления нового кадра. Если же кадр нужно передать на другой порт, то процессор обращается к коммутационной матрице и пытается установить в ней путь, связывающий его порт с портом, через который идет маршрут к [адресу](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81) назначения. Коммутационная матрица может это сделать только в том случае, когда порт адреса назначения в этот момент свободен, то есть не соединен с другим портом. Если же порт занят, то, как и в любом устройстве с коммутацией каналов, матрица в соединении отказывает. В этом случае кадр полностью буферизуется процессором входного порта, после чего процессор ожидает освобождения выходного порта и образования коммутационной матрицей нужного пути.

После того как нужный путь установлен, в него направляются буферизованные байты кадра, которые принимаются процессором выходного порта. Как только процессор выходного порта получает доступ к подключенному к нему сегменту Ethernet по алгоритму CSMA/CD, байты кадра сразу же начинают передаваться в сеть. Процессор входного порта постоянно хранит несколько байт принимаемого кадра в своем буфере, что позволяет ему независимо и асинхронно принимать и передавать байты кадра.

## Коммутация в городских телефонных сетях

Городская телефонная сеть — это совокупность линейных и станционных сооружений. Сеть, имеющая одну АТС, называется нерайонированной. Линейные сооружения такой сети состоят только из абонентских линий. Типовое значение емкости такой сети 8-10 тысяч абонентов. При больших емкостях из-за резкого увеличения длины АЛ целесообразно переходить на районированное построение сети. В этом случае территория города делится на районы, в каждом из которых сооружается одна районная АТС (РАТС), к которой подключаются абоненты этого района. Соединения абонентов одного района осуществляется через одну РАТС, абонентов разных РATC — через две. РАТС связываются между собой соединительными линиями в общем случае по принципу «каждая с каждой». Общее число пучков между РАТС равно количество РАТС/2. При возрастании емкости сети число пучков СЛ, связывающих РATC между собой по принципу «каждая с каждой», начинает резко расти, что приводит к чрезмерному возрастанию расхода кабеля и затрат на организацию связи и Поэтому при емкостях сети свыше 80 тысяч абонентов применяют дополнительный коммутационный узел. На такой сети связь между АТС разных районов осуществляется через узлы входящего сообщения (УВС), а связь внутри своего узлового района (УР осуществляется по принципу «каждая с каждой» или через свой УВС. [1](http://www.sec1.ru/sig/30/2/index.pl)

# Коммутация пакетов

**Коммутация пакетов** ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *packet switching*) — принцип [коммутации](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8)), при котором [информация](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) разделяется на отдельные [пакеты](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82_(%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8)), которые передаются в сети независимо друг от друга. В таких сетях по одной физической линии связи могут обмениваться данными много узлов.

## Основные принципы

При коммутации пакетов все передаваемые пользователем данные разбиваются передающим узлом на небольшие (до нескольких килобайт) части — пакеты (packet). Каждый пакет оснащается заголовком, в котором указывается, как минимум, адрес узла-получателя и номер пакета. Передача пакетов по сети происходит независимо друг от друга. [Коммутаторы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) такой сети имеют внутреннюю буферную память для временного хранения пакетов, что позволяет сглаживать пульсации трафика на линиях связи между коммутаторами. Пакеты иногда называют [дейтаграммами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%B9%D1%82%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0) (datagram), а режим индивидуальной коммутации пакетов — дейтаграммным режимом.

**Достоинства коммутации пакетов**

1. Эффективность использования пропускной способности
2. Меньшие затраты

**Недостатки коммутации пакетов**

1. Занимают линии связи
2. Уменьшение ее пропускной способности

Сеть с коммутацией пакетов замедляет процесс взаимодействия каждой конкретной пары узлов, поскольку их пакеты могут ожидать в коммутаторах, пока передадутся другие пакеты. Однако общая эффективность (объем передаваемых данных в единицу времени) при коммутации пакетов будет выше, чем при коммутации каналов. Это связано с тем, что трафик каждого отдельного абонента носит пульсирующий характер, а пульсации разных абонентов, в соответствии с законом больших чисел распределяются во времени, увеличивая равномерность нагрузки.

# Ethernet



Кабель [UTP](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0) с разъемом [8P8C](http://ru.wikipedia.org/wiki/8P8C)(ошибочно называемый [RJ-45](http://ru.wikipedia.org/wiki/RJ-45)), используемый в Ethernet-сетях стандартов 10BASE-T, 100BASE-T(x) и 1000BASE-T(x).

**Ethernet** ([[ˈiːθərˌnɛt]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B4%D1%83%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BB%D1%84%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82) от [англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *ether* [[ˈiːθər]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B4%D1%83%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BB%D1%84%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82) «[эфир](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%84%D0%B8%D1%80_(%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0))») — [пакетная](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82_(%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8)) технология передачи данных преимущественно локальных [компьютерных сетей](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C).

Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде — на[канальном уровне](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C) [модели OSI](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C_OSI). Ethernet в основном описывается стандартами [IEEE](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE) [группы 802.3](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3). Ethernet стал самой распространённой технологией [ЛВС](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C) в середине [1990-х годов](http://ru.wikipedia.org/wiki/1990-%D0%B5), вытеснив такие устаревшие технологии, как [Arcnet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Arcnet) и [Token ring](http://ru.wikipedia.org/wiki/Token_ring).

## История

Технология Ethernet была разработана вместе со многими первыми проектами корпорации [Xerox PARC](http://ru.wikipedia.org/wiki/Xerox_PARC). Общепринято считать, что Ethernet был изобретён [22 мая](http://ru.wikipedia.org/wiki/22_%D0%BC%D0%B0%D1%8F) [1973 года](http://ru.wikipedia.org/wiki/1973_%D0%B3%D0%BE%D0%B4), когда [Роберт Меткалф](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%84,_%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%82&action=edit&redlink=1) (*Robert Metcalfe*) составил докладную записку для главы PARC о потенциале технологии Ethernet. Но законное право на технологию Меткалф получил через несколько лет. В [1976 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/1976_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) он и его ассистент Дэвид Боггс (David Boggs) издали брошюру под названием «Ethernet: Distributed Packet-Switching For Local Computer Networks».

Меткалф ушёл из Xerox в [1979 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/1979_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) и основал компанию [3Com](http://ru.wikipedia.org/wiki/3Com) для продвижения [компьютеров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80) и [локальных вычислительных сетей (ЛВС)](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C). Ему удалось убедить [DEC](http://ru.wikipedia.org/wiki/DEC), [Intel](http://ru.wikipedia.org/wiki/Intel) и [Xerox](http://ru.wikipedia.org/wiki/Xerox) работать совместно и разработать стандарт Ethernet (DIX). Впервые этот стандарт был опубликован [30 сентября](http://ru.wikipedia.org/wiki/30_%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8F%D0%B1%D1%80%D1%8F) [1980 года](http://ru.wikipedia.org/wiki/1980_%D0%B3%D0%BE%D0%B4). Он начал соперничество с двумя крупными запатентованными технологиями: [token ring](http://ru.wikipedia.org/wiki/Token_ring) и[ARCNET](http://ru.wikipedia.org/wiki/ARCNET), — которые вскоре были раздавлены под накатывающимися волнами продукции Ethernet. В процессе борьбы 3Com стала основной компанией в этой отрасли.

## Технология

В стандарте первых версий (Ethernet v1.0 и Ethernet v2.0) указано, что в качестве передающей среды используется [коаксиальный кабель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C), в дальнейшем появилась возможность использовать [витую пару](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0) и [оптический кабель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9).

Преимущества использования витой пары по сравнению с коаксиальным кабелем:

* возможность работы в [дуплексном](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%83%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81_(%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8)) режиме;
* низкая стоимость кабеля «витой пары»;
* более высокая надёжность сетей при неисправности в кабеле (соединение точка-точка: обрыв кабеля лишает связи два узла. В коаксиале используется топология «шина», обрыв кабеля лишает связи весь сегмент);
* минимально допустимый радиус изгиба меньше;
* большая помехозащищенность из-за использования дифференциального сигнала;
* возможность питания по кабелю маломощных узлов, например IP-телефонов (стандарт [Power over Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Power_over_Ethernet), POE);
* гальваническая развязка трансформаторного типа. При использовании коаксиального кабеля в российских условиях, где, как правило, отсутствует заземление компьютеров, применение коаксиального кабеля часто сопровождалось пробоем сетевых карт и иногда даже полным «выгоранием» системного блока.[[*источник не указан 818 дней*]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%8F:%D0%A1%D1%81%D1%8B%D0%BB%D0%BA%D0%B8_%D0%BD%D0%B0_%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8)

Причиной перехода на оптический кабель была необходимость увеличить длину сегмента без повторителей.

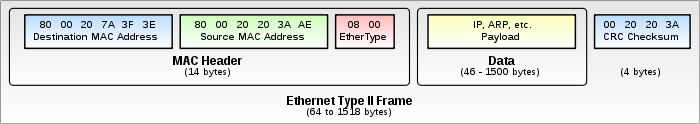
Метод управления доступом (для сети на коаксиальном кабеле) — [множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий](http://ru.wikipedia.org/wiki/CSMA/CD) (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), скорость передачи данных 10 Мбит/с, размер пакета от 72 до 1526 [байт](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B9%D1%82), описаны методы кодирования данных. Режим работы полудуплексный, то есть узел не может одновременно передавать и принимать информацию. Количество узлов в одном разделяемом сегменте сети ограничено предельным значением в 1024 рабочих станции (спецификации физического уровня могут устанавливать более жёсткие ограничения, например, к сегменту тонкого коаксиала может подключаться не более 30 рабочих станций, а к сегменту толстого коаксиала — не более 100). Однако сеть, построенная на одном разделяемом сегменте, становится неэффективной задолго до достижения предельного значения количества узлов, в основном по причине полудуплексного режима работы.

В [1995 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/1995_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) принят стандарт [IEEE](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE) 802.3u [Fast Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Fast_Ethernet) со скоростью 100 Мбит/с и появилась возможность работы в режиме [полный дуплекс](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B4%D1%83%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81). В [1997 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/1997_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) был принят стандарт [IEEE](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE) 802.3z Gigabit Ethernet со скоростью 1000 Мбит/с для передачи по [оптическому волокну](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%BE) и ещё через два года для передачи по витой паре.

## Формат кадра

Существует несколько форматов Ethernet-кадра.

* Первоначальный Version I (больше не применяется).
* Ethernet Version 2 или Ethernet-кадр II, ещё называемый DIX (аббревиатура первых букв фирм-разработчиков DEC, Intel, Xerox) — наиболее распространена и используется по сей день. Часто используется непосредственно [протоколом Интернет](http://ru.wikipedia.org/wiki/IP).



Наиболее распространенный формат кадра Ethernet II

* [Novell](http://ru.wikipedia.org/wiki/Novell) — внутренняя модификация IEEE 802.3 без LLC ([Logical Link Control](http://ru.wikipedia.org/wiki/Logical_link_control)).
* Кадр IEEE 802.2 [LLC](http://ru.wikipedia.org/wiki/Logical_link_control).
* Кадр IEEE 802.2 [LLC](http://ru.wikipedia.org/wiki/Logical_link_control)/[SNAP](http://ru.wikipedia.org/wiki/SNAP).
* Некоторые сетевые карты Ethernet, производимые компанией [Hewlett-Packard](http://ru.wikipedia.org/wiki/Hewlett-Packard) использовали при работе кадр формата IEEE 802.12, соответствующий стандарту [100VG-AnyLAN](http://ru.wikipedia.org/wiki/100VG-AnyLAN).

В качестве дополнения Ethernet-кадр может содержать тег [IEEE 802.1Q](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1Q) для идентификации [VLAN](http://ru.wikipedia.org/wiki/VLAN), к которой он адресован, и [IEEE 802.1p](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1p) для указания приоритетности.

Разные типы кадра имеют различный формат и значение [MTU](http://ru.wikipedia.org/wiki/MTU).

## MAC-адреса

При проектировании стандарта Ethernet было предусмотрено, что каждая сетевая карта (равно как и встроенный сетевой интерфейс) должна иметь уникальный шестибайтный номер ([MAC-адрес](http://ru.wikipedia.org/wiki/MAC-%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81)), прошитый в ней при изготовлении. Этот номер используется для идентификации отправителя и получателя кадра, и предполагается, что при появлении в сети нового компьютера (или другого устройства, способного работать в сети) сетевому администратору не придётся настраивать MAC-адрес.

Уникальность MAC-адресов достигается тем, что каждый производитель получает в координирующем комитете [IEEE Registration Authority](http://standards.ieee.org/regauth/oui/index.shtml) диапазон из шестнадцати миллионов (2^24) адресов, и по мере исчерпания выделенных адресов может запросить новый диапазон. Поэтому по трём старшим байтам MAC-адреса можно определить производителя. Существуют таблицы, позволяющие определить производителя по MAC-адресу; в частности, они включены в программы типа [arpalert](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Arpalert&action=edit&redlink=1).

Мак адрес считывается один раз из ПЗУ при инициализации сетевой карты, в дальнейшем все пакеты генерируются операционной системой. Все современные операционные системы позволяют поменять его. Для Windows начиная как минимум с Windows 98 он менялся в реестре. Некоторые драйвера сетевых карт давали возможность изменить его в настройках, но смена работает абсолютно для любых карт.

Некоторое время назад, когда драйверы сетевых карт не давали возможность изменить свой MAC-адрес, а альтернативные возможности не были слишком известны, некоторые провайдеры Internet использовали его для идентификации машины в сети при учёте трафика. Программы из Microsoft Office, начиная с версии Office 97, записывали MAC-адрес сетевой платы в редактируемый документ в качестве составляющей уникального GUID-идентификатора.[[2]](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet#cite_note-2). MAC адрес роутера передавался Mail.Ru агентом на свой сервер открытым текстом при логине.

## Разновидности Ethernet

В зависимости от скорости передачи данных, и передающей среды существует несколько вариантов технологии. Независимо от способа передачи стек сетевого протокола и программы работают одинаково практически во всех нижеперечисленных вариантах.

В этом разделе дано краткое описание всех официально существующих разновидностей. По некоторым причинам, в дополнение к основному стандарту многие производители рекомендуют пользоваться другими запатентованными носителями — например, для увеличения расстояния между точками сети используется [волоконно-оптический кабель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE-%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C).

Большинство Ethernet-карт и других устройств имеет поддержку нескольких скоростей передачи данных, используя автоопределение ([autonegotiation](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Autonegotiation&action=edit&redlink=1)) скорости и дуплексности, для достижения наилучшего соединения между двумя устройствами. Если автоопределение не срабатывает, скорость подстраивается под партнёра, и включается режим полудуплексной передачи. Например, наличие в устройстве порта Ethernet 10/100 говорит о том, что через него можно работать по технологиям 10BASE-T и 100BASE-TX, а порт Ethernet 10/100/1000 — поддерживает стандарты 10BASE-T, 100BASE-TX и 1000BASE-T.

### Ранние модификации Ethernet

* [**Xerox Ethernet**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Xerox_Ethernet&action=edit&redlink=1) — оригинальная технология, скорость 3 Мбит/с, существовала в двух вариантах Version 1 и Version 2, формат кадра последней версии до сих пор имеет широкое применение.
* [**1BROAD36**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=1BROAD36&action=edit&redlink=1) — широкого распространения не получил. Один из первых стандартов, позволяющий работать на больших расстояниях. Использовал технологию широкополосной [модуляции](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%86%D0%B8%D1%8F), похожей на ту, что используется в кабельных [модемах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BC). В качестве среды передачи данных использовался коаксиальный кабель.
* [**1BASE5**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=1BASE5&action=edit&redlink=1) — также известный, как [StarLAN](http://ru.wikipedia.org/wiki/StarLAN), стал первой модификацией Ethernet-технологии, использующей витую пару. Работал на скорости 1 Мбит/с, но не нашёл коммерческого применения.

### 10 Мбит/с Ethernet

* [**10BASE5**](http://ru.wikipedia.org/wiki/10BASE5), [IEEE 802.3](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3) (называемый также «Толстый Ethernet») — первоначальная разработка технологии со скоростью передачи данных 10 Мбит/с. Следуя раннему стандарту [IEEE](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE) использует коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом ([RG-8](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RG-8&action=edit&redlink=1)), с максимальной длиной сегмента 500 [метров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80).
* [**10BASE2**](http://ru.wikipedia.org/wiki/10BASE2), [IEEE 802.3a](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.3a&action=edit&redlink=1) (называемый «Тонкий Ethernet») — используется кабель [RG-58](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RG-58&action=edit&redlink=1), с максимальной длиной сегмента 185[метров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80), компьютеры присоединялись один к другому, для подключения кабеля к сетевой карте нужен [T-коннектор](http://ru.wikipedia.org/wiki/T-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80), а на кабеле должен быть [BNC-коннектор](http://ru.wikipedia.org/wiki/BNC-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80). Требуется наличие [терминаторов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) на каждом конце. Многие годы этот стандарт был основным для технологии Ethernet.
* [**StarLAN 10**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=StarLAN_10&action=edit&redlink=1) — Первая разработка, использующая витую пару для передачи данных на скорости 10 Мбит/с. В дальнейшем эволюционировал в стандарт [10BASE-T](http://ru.wikipedia.org/wiki/10BASE-T).

Несмотря на то, что теоретически возможно подключение к одному кабелю (сегменту) витой пары более чем двух устройств, работающих в симплексном режиме, такая схема никогда не применяется для Ethernet, в отличие от работы с коаксиальным кабелем. Поэтому все сети на витой паре используют топологию «звезда», в то время как сети на коаксиальном кабеле построены на топологии «шина». Терминаторы для работы по витой паре встроены в каждое устройство, и применять дополнительные внешние терминаторы в линии не нужно.

* [**10BASE-T**](http://ru.wikipedia.org/wiki/10BASE-T), [IEEE 802.3i](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.3i&action=edit&redlink=1) — для передачи данных используется 4 провода кабеля витой пары (две скрученные пары) категории-3 или [категории-5](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B8_5). Максимальная длина сегмента 100 метров.
* [**FOIRL**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=FOIRL&action=edit&redlink=1) — (акроним от [англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Fiber-optic inter-repeater link*). Базовый стандарт для технологии Ethernet, использующий для передачи данных оптический кабель. Максимальное расстояние передачи данных без повторителя 1 км.
* [**10BASE-F**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10BASE-F&action=edit&redlink=1), [IEEE 802.3j](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.3j&action=edit&redlink=1) — Основной термин для обозначения семейства 10 Мбит/с ethernet-стандартов, использующих оптический кабель на расстоянии до 2 километров: 10BASE-FL, 10BASE-FB и 10BASE-FP. Из перечисленного только 10BASE-FL получил широкое распространение.
* [**10BASE-FL**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10BASE-FL&action=edit&redlink=1) ([Fiber Link](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Fiber_Link&action=edit&redlink=1)) — Улучшенная версия стандарта FOIRL. Улучшение коснулось увеличения длины сегмента до 2 км.
* [**10BASE-FB**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10BASE-FB&action=edit&redlink=1) ([Fiber Backbone](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Fiber_Backbone&action=edit&redlink=1)) — Сейчас неиспользуемый стандарт, предназначался для объединения повторителей в магистраль.
* [**10BASE-FP**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10BASE-FP&action=edit&redlink=1) ([Fiber Passive](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Fiber_Passive&action=edit&redlink=1)) — Топология «пассивная звезда», в которой не нужны повторители — никогда не применялся.

### Быстрый Ethernet ([Fast Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Fast_Ethernet), 100 Мбит/с)

* [**100BASE-T**](http://ru.wikipedia.org/wiki/100BASE-T) — общий термин для обозначения стандартов, использующих в качестве среды передачи данных витую пару. Длина сегмента до 100 метров. Включает в себя стандарты [100BASE-TX](http://ru.wikipedia.org/wiki/100BASE-TX), [100BASE-T4](http://ru.wikipedia.org/wiki/100BASE-T4) и [100BASE-T2](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=100BASE-T2&action=edit&redlink=1).
* [**100BASE-TX**](http://ru.wikipedia.org/wiki/100BASE-TX), [IEEE 802.3u](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.3u&action=edit&redlink=1) — развитие стандарта 10BASE-T для использования в сетях топологии «звезда». Задействована витая пара категории 5, фактически используются только две неэкранированные пары проводников, поддерживается дуплексная передача данных, расстояние до 100 м.
* [**100BASE-T4**](http://ru.wikipedia.org/wiki/100BASE-T4) — стандарт, использующий витую пару категории 3. Задействованы все четыре пары проводников, передача данных идёт в полудуплексе. Практически не используется.
* [**100BASE-T2**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=100BASE-T2&action=edit&redlink=1) — стандарт, использующий витую пару категории 3. Задействованы только две пары проводников. Поддерживается полный дуплекс, когда сигналы распространяются в противоположных направлениях по каждой паре. Скорость передачи в одном направлении — 50 Мбит/с. Практически не используется.
* [**100BASE-FX**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=100BASE-FX&action=edit&redlink=1) — стандарт, использующий многомодовое волокно. Максимальная длина сегмента 400 метров в полудуплексе (для гарантированного обнаружения коллизий) или 2 километра в полном дуплексе.
* [**100BASE-SX**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=100BASE-SX&action=edit&redlink=1) — стандарт, использующий многомодовое волокно. Максимальная длина ограничена только величиной затухания в оптическом кабеле и мощностью передатчиков, по разным материалам от 2х до 10 километров.
* [**100BASE-FX WDM**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=100BASE-FX_WDM&action=edit&redlink=1) — стандарт, использующий одномодовое волокно. Максимальная длина ограничена только величиной затухания в волоконно-оптическом кабеле и мощностью передатчиков. Интерфейсы бывают двух видов, отличаются длиной волны передатчика и маркируются либо цифрами (длина волны) либо одной латинской буквой A(1310) или B(1550). В паре могут работать только парные интерфейсы: с одной стороны передатчик на 1310 нм, а с другой — на 1550 нм.

### Гигабитный Ethernet (Gigabit Ethernet, 1 Гбит/с)

* [**1000BASE-T**](http://ru.wikipedia.org/wiki/1000BASE-T), [IEEE 802.3ab](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.3ab&action=edit&redlink=1) — стандарт, использующий [витую пару](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0) категорий 5e. В передаче данных участвуют 4 пары. Скорость передачи данных — 250 Мбит/с по одной паре. Используется метод кодирования PAM5, частота основной гармоники 62,5 МГц. Расстояние до 100 метров
* [**1000BASE-TX**](http://ru.wikipedia.org/wiki/1000BASE-TX) был создан Ассоциацией Телекоммуникационной Промышленности (англ. *Telecommunications Industry Association, TIA*) и опубликован в марте 2001 года как «Спецификация физического уровня дуплексного Ethernet 1000 Мб/с (1000BASE-TX) симметричных кабельных систем категории 6 (ANSI/TIA/EIA-854-2001)» (англ. *«A Full Duplex Ethernet Specification for 1000 Mbit/s (1000BASE-TX) Operating Over Category 6 Balanced Twisted-Pair Cabling (ANSI/TIA/EIA-854-2001)»*). Стандарт, использует раздельную приёмо-передачу (по одной паре в каждом направлении), что существенно упрощает конструкцию приёмопередающих устройств. Ещё одним существенным отличием 1000BASE-TX является отсутствие схемы цифровой компенсации наводок и возвратных помех, в результате чего сложность, уровень энергопотребления и цена процессоров становится ниже, чем у процессоров стандарта 1000BASE-T. Но, как следствие, для стабильной работы по такой технологии требуется кабельная система высокого качества, поэтому 1000BASE-TX может использовать только кабель 6 категории. На основе данного стандарта создано большое количество продуктов для промышленных сетей.
* [**1000BASE-X**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=1000BASE-X&action=edit&redlink=1) — общий термин для обозначения стандартов со сменными приёмопередатчиками [GBIC](http://ru.wikipedia.org/wiki/GBIC) или [SFP](http://ru.wikipedia.org/wiki/SFP).
* [**1000BASE-SX**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=1000BASE-SX&action=edit&redlink=1), [IEEE 802.3z](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.3z&action=edit&redlink=1) — стандарт, использующий многомодовое волокно. Дальность прохождения сигнала без повторителя до 550 метров.
* [**1000BASE-LX**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=1000BASE-LX&action=edit&redlink=1), [IEEE 802.3z](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.3z&action=edit&redlink=1) — стандарт, использующий одномодовое волокно. Дальность прохождения сигнала без повторителя зависит только от типа используемых приемопередатчиков и, как правило, составляет от 5[[3]](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet#cite_note-3) до 50 километров.
* [**1000BASE-CX**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=1000BASE-CX&action=edit&redlink=1) — стандарт для коротких расстояний (до 25 метров), использующий [твинаксиальный кабель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C) с волновым сопротивлением 75 Ом (каждый из двух волноводов). Заменён стандартом 1000BASE-T и сейчас не используется.
* [**1000BASE-LH**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=1000BASE-LH&action=edit&redlink=1) (Long Haul) — стандарт, использующий одномодовое волокно. Дальность прохождения сигнала без повторителя до 100 километров[[]](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet#cite_note-4).

### 10-гигабитный Ethernet (Ethernet 10G, 10 Гбит/с)

Новый стандарт 10-гигабитного Ethernet включает в себя семь стандартов физической среды для [LAN](http://ru.wikipedia.org/wiki/LAN), [MAN](http://ru.wikipedia.org/wiki/Metropolitan_area_network) и [WAN](http://ru.wikipedia.org/wiki/Wide_area_network). В настоящее время он описывается поправкой [IEEE 802.3ae](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.3ae&action=edit&redlink=1) и должен войти в следующую ревизию стандарта [IEEE 802.3](http://ru.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3).

* [**10GBASE-CX4**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-CX4&action=edit&redlink=1) — Технология 10-гигабитного Ethernet для коротких расстояний (до 15 [метров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80)), используется медный кабель CX4 и коннекторы [InfiniBand](http://ru.wikipedia.org/wiki/InfiniBand).
* [**10GBASE-SR**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-SR&action=edit&redlink=1) — Технология 10-гигабитного Ethernet для коротких расстояний (до 26 или 82 [метров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80), в зависимости от типа кабеля), используется многомодовое волокно. Он также поддерживает расстояния до 300 метров с использованием нового многомодового волокна (2000 МГц/км).
* [**10GBASE-LX4**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-LX4&action=edit&redlink=1) — использует [уплотнение по длине волны](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2) для поддержки расстояний от 240 до 300 [метров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80) по многомодовому волокну. Также поддерживает расстояния до 10 [километров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) при использовании одномодового волокна.
* [**10GBASE-LR**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-LR&action=edit&redlink=1) и [**10GBASE-ER**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-ER&action=edit&redlink=1) — эти стандарты поддерживают расстояния до 10 и 40 [километров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80) соответственно.
* [**10GBASE-SW**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-SW&action=edit&redlink=1), [**10GBASE-LW**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-LW&action=edit&redlink=1) и [**10GBASE-EW**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-EW&action=edit&redlink=1) — Эти стандарты используют физический интерфейс, совместимый по скорости и формату данных с интерфейсом [OC-192](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=OC-192&action=edit&redlink=1) / [STM-64](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=STM-64&action=edit&redlink=1) [SONET](http://ru.wikipedia.org/wiki/SONET)/[SDH](http://ru.wikipedia.org/wiki/SDH). Они подобны стандартам [10GBASE-SR](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-SR&action=edit&redlink=1), [10GBASE-LR](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-LR&action=edit&redlink=1) и[10GBASE-ER](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-ER&action=edit&redlink=1) соответственно, так как используют те же самые типы кабелей и расстояния передачи.
* [**10GBASE-T**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-T&action=edit&redlink=1), [IEEE 802.3an-2006](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.3an-2006&action=edit&redlink=1) — принят в июне 2006 года после 4 лет разработки. Использует экранированную витую пару. Расстояния — до 100 метров.
* [**10GBASE-KR**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=10GBASE-KR&action=edit&redlink=1)

Компания Harting заявила о создании первого в мире 10-гигабитного соединителя RJ-45, не требующего инструментов для монтажа —[HARTING RJ Industrial 10G](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B8_Harting&action=edit&redlink=1).

### 40-гигабитный и 100-гигабитный Ethernet

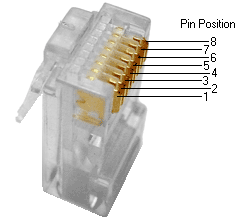
Согласно наблюдениям Группы 802.3ba[[7]](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet#cite_note-7), требования к полосе пропускания для вычислительных задач и приложений ядра сети растут с разными скоростями, что определяет необходимость двух соответствующих стандартов для следующих поколений Ethernet — 40 Gigabit Ethernet (или 40GbE) и 100 Gigabit Ethernet (или 100GbE). В настоящее время [серверы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80_(%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)), высокопроизводительные вычислительные [кластеры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80_(%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%BF%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2)), [блэйд-системы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BB%D1%8D%D0%B9%D0%B4-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80), [SAN](http://ru.wikipedia.org/wiki/SAN) и [NAS](http://ru.wikipedia.org/wiki/NAS) используют технологии 1GbE и 10GbE, при этом в 2007 и 2008 гг. был отмечен значительный рост последней.

### Перспективы

О Terabit Ethernet (так упрощенно называют технологию Ethernet со скоростью передачи 1 ТБит/с) стало известно в [2008 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/2008_%D0%B3%D0%BE%D0%B4) из заявления создателя Ethernet Боба Меткалфа на конференции OFC который предположил, что технология будет разработана к[2015 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/2015_%D0%B3%D0%BE%D0%B4), правда, не выразив при этом какой-либо уверенности, ведь для этого придется решить немало проблем. Однако, по его мнению, ключевой технологией, которая может обслужить дальнейший рост трафика, станет одна из разработанных в предыдущем десятилетии — [DWDM](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2).

# 8P8C

**8P8C** (8 Position 8 Contact), наряду с этим ошибочно называемый [**RJ45**](http://ru.wikipedia.org/wiki/RJ45) — унифицированный разъём, используемый в[телекоммуникациях](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C_(%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)), имеет 8 контактов и фиксатор.



Нумерация в штекере 8P8C

Используется для создания [ЛВС](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C) по технологиям [10BASE-T](http://ru.wikipedia.org/wiki/10BASE-T), [100BASE-T](http://ru.wikipedia.org/wiki/100BASE-T) и [1000BASE-TX](http://ru.wikipedia.org/wiki/1000BASE-TX)с использованием 4-парных кабелей [витой пары](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0). Используется во многих других областях и для построения иных сетей.

Телефонный унифицированный разъём [RJ-11](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RJ-11&action=edit&redlink=1) меньше по размеру и может вставляться в гнёзда 8P8C (для обратной совместимости).

Для создания полного соединения с сигнальным кабелем проводники вводятся в разъём по соответствующим стандартам и обжимаются специальным обжимным инструментом (кримпером). При обжиме для сетей [Ethernet](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ethernet) используются таблицы [TIA/EIA-568-B](http://ru.wikipedia.org/wiki/TIA/EIA-568-B).

Разъемы 8P8C существуют для одножильных кабелей (solid), многожильных кабелей (path), а также универсальные. Имеют маркировку, например PLUG-8P8C-X, где X может иметь следующие значения: U - универсальный, S - одножильный, P - многожильный. Недопустимо обжимать одножильный кабель разъемом, предназначенным для многожильного кабеля, и наоборот, обжимать многожильный кабель разъемом, предназначенным для одножильного кабеля, т.к. это приводит к повреждению жил кабеля.

# Registered Jack

**Registered jack** (**RJ**, читается «ар-джей») — это стандартизированный физический интерфейс, используемый для соединения телекоммуникационного оборудования. Стандартные варианты этого разъёма называются [RJ11](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RJ11&action=edit&redlink=1), [RJ14](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RJ14&action=edit&redlink=1), [RJ25](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RJ25&action=edit&redlink=1), **RJ45** и так далее.

Разъёмы RJ принадлежат к семейству [модульных разъёмов](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%8A%D1%91%D0%BC%D1%8B&action=edit&redlink=1), за исключением [RJ21](http://ru.wikipedia.org/wiki/RJ21). Например, RJ11 использует модульные вилку и розетку типа «6 контактов — 2 проводника» ([6P2C](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=6P2C&action=edit&redlink=1)).



Слева направо, RJ-разъёмы:  
\* 8-контактный разъём ([8P8C](http://ru.wikipedia.org/wiki/8P8C), использующийся [RJ49](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RJ49&action=edit&redlink=1),[RJ61](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RJ61&action=edit&redlink=1) и другими, но часто ошибочно называемый «RJ45» из-за внешнего с ним сходства), \* 6-контактный RJ25, \* 4-контактный RJ14 (часто используется вместо 2-контактного RJ11) и \* 4-контактный разъём телефонных трубок [4P4C](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=4P4C&action=edit&redlink=1) (зачастую ошибочно называемый «[RJ22](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RJ22&action=edit&redlink=1)», «[RJ10](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RJ10&action=edit&redlink=1)» или «[RJ9](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=RJ9&action=edit&redlink=1)»). Те два, что посередине, могут быть вставлены в одну и ту же стандартную 6-контактную розетку (крайняя справа).

## Путаница в названиях

С этими стандартами связана большая путаница. Шестиместный разъём, часто применяемый в телефонии, может быть использован как RJ11, RJ14 или даже RJ25, которые по сути являются названиями стандартов,*использующих* этот физический разъём. RJ11 предполагает двухжильное соединение, в то время как RJ14 — четырёхжильное, а RJ25 использует все шесть жил.

Термин «RJ45» повсеместно ошибочно употребляется для именования разъёма [8P8C](http://ru.wikipedia.org/wiki/8P8C), используемого в компьютерных сетях. На самом деле настоящий RJ45 физически несовместим с 8P8C, так как использует схему[8P2C](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=8P2C&action=edit&redlink=1) с ключом. Ошибочное употребление термина «RJ45» вызвано, вероятно, тем, что настоящий RJ45 не получил широкого применения, но внешне похож на [8P8C](http://ru.wikipedia.org/wiki/8P8C).

## Разводка шестиместного разъёма

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Контакт** | **RJ25** | **RJ14** | **RJ11** | **Провод** | [**T/R**](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Tip_and_ring&action=edit&redlink=1) | **±** | **Цветовая кодировка (совр.)** | **Устаревш.** |
| 1 | X |  |  | 3 | T | + | белый/зелёный | оранжевый |
| 2 | X | X |  | 2 | T | + | белый/оранжевый | чёрный |
| 3 | X | X | X | 1 | R | - | синий/белый | красный |
| 4 | X | X | X | 1 | T | + | белый/синий | зелёный |
| 5 | X | X |  | 2 | R | - | оранжевый/белый | жёлтый |
| 6 | X |  |  | 3 | R | - | зелёный/белый | синий |

# RS-232



Разъём [DE-9](http://ru.wikipedia.org/wiki/D-subminiature), часто используемый для передачи по протоколу RS-232

**RS-232** ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Recommended Standard 232*) — используемый в [телекоммуникациях](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8)стандарт последовательной [асинхронной](http://ru.wikipedia.org/wiki/UART) передачи двоичных данных между терминалом ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Data Terminal Equipment*, DTE) и коммуникационным устройством ([англ.](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Data Communications Equipment*, DCE).

***Описание***

RS-232 — интерфейс передачи информации между двумя устройствами на расстоянии до 15 метров. Информация передается по проводам цифровым сигналом с двумя уровнями напряжения. Логическому "0" соответствует положительное напряжение (от +5 до +15 В для передатчика), а логической "1" отрицательное (от -5 до -15 В для передатчика). Асинхронная передача данных осуществляется с фиксированной скоростью при самосинхронизации фронтом стартового бита.

*Назначение*

Интерфейс RS-232-C был разработан для простого применения, однозначно определяемого по его названию: «Интерфейс между терминальным оборудованием и связным оборудованием с обменом по последовательному двоичному коду».

Чаще всего используется в промышленном и узкоспециальном оборудовании, [встраиваемых устройствах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0). Присутствует на несколько устаревших стационарных [персональных компьютерах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80), в современных чаще всего доступен через дополнительный контроллер/преобразователь (как правило, RS-232 не ставят на портативных компьютерах - на ноутбуках, нетбуках, КПК и т. п.).

*Принцип работы*

По структуре это обычный асинхронный последовательный протокол, то есть передающая сторона по очереди выдает в линию 0 и 1, а принимающая отслеживает их и запоминает.

Данные передаются пакетами по одному [байту](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B9%D1%82) (обычно 8 [бит](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82)).

Вначале передаётся **стартовый бит**, противоположной полярности состоянию незанятой (idle) линии, после чего передаётся непосредственно кадр полезной информации, от 5 до 8 [бит](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82).

Увидев стартовый бит, приемник выжидает интервал T1 и считывает первый бит, потом через интервалы T2 считывает остальные информационные биты. Последний бит — стоповый бит (состояние незанятой линии), говорящий о том, что передача завершена. Возможно 1, 1,5 или 2 стоповых бита.

В конце байта, перед стоп битом, может передаваться [бит чётности](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82_%D1%87%D1%91%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8) (parity bit) для контроля качества передачи. Он позволяет выявить ошибку в нечетное число бит (используется, так как наиболее вероятна ошибка в 1 бит).

## Соединители

Устройства для связи по последовательному каналу соединяются [кабелями](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C) с 9 или 25 контактными [разъёмами типа D-sub](http://ru.wikipedia.org/wiki/D-subminiature). Обычно они обозначаются DE-9 (или некорректно: DB-9), DB-25, CANNON 9, CANNON 25.

Первоначально в RS-232 использовались DB-25, но, поскольку многие приложения использовали лишь часть предусмотренных стандартом контактов, стало возможно применять для этих целей 9-штырьковые разъёмы DE-9 ([D-subminiature](http://ru.wikipedia.org/wiki/D-subminiature)), которые рекомендованы стандартом RS-574.

Номера основного передающего и принимающего данные контакта для разъемов DE-9 и DB-25 разные! Для DE-9 контакт 2 - вход приемника, контакт 3 - выход передатчика. Для DB-25 наоборот, контакт 2 - выход передатчика, контакт 3 - вход приемника.

## Стандарт

[Ассоциация электронной промышленности (EIA)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Electronic_Industries_Alliance) развивает стандарты по передаче данных. Стандарты EIA имеют префикс «RS». «RS» означает рекомендуемый стандарт, но сейчас стандарты просто обозначаются как «EIA» стандарты. RS-232 был введён в 1962 году. Стандарт развивался, и в 1969 г.. представлена третья редакция (RS-232C). Четвёртая редакция была в 1987 (RS-232D, известная также под EIA-232D). RS-232 идентичен стандартам МККТТ (CCITT) V.24/V.28, X.20bis/X.21bis и ISO IS2110. Самой последней модификацией является модификация «Е», принятая в июле 1991 г. как стандарт EIA/TIA-232E. В данном варианте нет никаких технических изменений, которые могли бы привести к проблемам совместимости с предыдущими вариантами этого стандарта.

## Ограничения

На практике, в зависимости от качества применяемого кабеля, требуемое расстояние передачи данных в 15 метров может не достигаться, составляя, к примеру, порядка 1,5 м на скорости 115200 [бод](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%B4) для неэкранированного плоского или круглого кабеля. Для преодоления этого ограничения, а также возможного получения гальванической развязки между узлами, можно применить преобразователи RS-232—[RS-422](http://ru.wikipedia.org/wiki/RS-422) (с сохранением полной программной совместимости) или RS-232—[RS-485](http://ru.wikipedia.org/wiki/RS-485) (с определёнными программными ограничениями). При этом расстояние может быть увеличено до 1 км на скорости 9600 бод и использовании кабеля типа «[витая пара](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0)» категории 3.