

Комп'ютерні мережі



Шарапова Олена Віталіївна

кандидат технічних наук, доцент Радіотехнічний факультет Кафедра СРТ

Структура курса

- 17 лекционных занятий
- 3 практических занятия
- 5 лабораторных работы
- консультации
- комбинированный экзамен

Литература

Новиков Ю.В., Кондратенко С.В.
**Локальные сети. Архитектура. Алгоритмы.
Проектирование**
М.: Издательство «Эком», 2002. 312 с.



Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р.
Структурированные кабельные системы.
5-е изд. Издательство: Компания АйТи, ДМК.
2006, 640 с.

Литература

Таненбаум Э.
Компьютерные сети
4-е изд. СПб.: Питер, 2003. 992 с.



Ватаманюк А. И.
Создание, обслуживание и администрирование сетей
СПб.: Питер, 2010. 288 с.

Литература

Методичні вказівки до лабораторних робіт
з курсу “Комп’ютерні мережі”



для студентів денної та заочної форми навчання
спеціальності “Радіотехніка” та “Системи
технічного захисту інформації” / Упоряд.: О.В.
Воргуль, - Харків: ХНУРЕ, 2002. 58 с.

Литература



Все об IT - Технологии, CRM, ERP, BI, СХД и серверы. Новости. Интервью. Блоги. Обзоры. Аналитика. Статьи

www.ko.com.ua

ITC.UA – самый популярный в Украине онлайн-ресурс, посвященный IT

www.itc.ua



Хабрахабр - самое крупное и авторитетное в Рунете сообщество людей, занятых в IT-индустрии

www.habrahabr.ru

Литература



iXBT.com - Сайт о высоких технологиях, оперативные новости индустрии, тестовые испытания и обзоры оборудования

www.ixbt.com

«Хакер» - это культовый журнал для тех, кто страстно увлечен современными технологиями, для тех, кто хочет развиваться в IT или просто быть «на острие»

<https://haker.ru>



Microsoft DreamSpark – программа корпорации Microsoft, предоставляющая студентам и аспирантам бесплатный доступ к инструментам проектирования и разработки программного обеспечения



Лекция №1

Тема лекции: «СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ»

*«Машины должны работать. Люди должны думать»
Девиз компании IBM*

Средой передачи информации называются те линии связи (или каналы связи), по которым производится обмен информацией между компьютерами.



Информация в локальных сетях чаще всего передается в последовательном коде, то есть бит за битом. Понятно, что такая передача медленнее и сложнее, чем при использовании параллельного кода. Однако надо учитывать то, что при более быстрой параллельной передаче увеличивается количество соединительных кабелей в число раз, равное количеству разрядов параллельного кода (например, в 8 раз при 8-разрядном коде).

При *последовательной* передаче для этого требуется всего один передатчик и один приемник.

При *параллельной* же передаче количество передатчиков и приемников возрастает пропорционально разрядности используемого параллельного кода. Поэтому даже при разработке сети незначительной длины (порядка десятка метров) чаще всего все равно выбирают последовательную передачу.

Например, при скорости передачи 100 Мбит/с и длительности бита 10 нс этот временной сдвиг не должен превышать 5-10 нс. Такую величину сдвига дает разница в длинах кабелей в 1-2 метра. При длине кабеля 1000 метров это составляет 0,1-0,2%.

Промышленностью выпускается огромное количество типов кабелей, например, крупнейшая кабельная фирма Belden предлагает более 2000 их наименований. Все выпускаемые кабели можно разделить на три большие группы:

- *кабели на основе витых пар проводов* (twisted pair), которые делятся на *экранированные* (shielded twisted pair, STP) и *неэкранированные* (unshielded twisted pair, UTP);
- *коаксиальные кабели* (coaxial cable);
- *оптоволоконные кабели* (fiber optic).

В настоящее время действует стандарт на кабели EIA/TIA 568 (Commercial Building Telecommunications Cabling Standard), принятый в 1995 году и заменивший все действовавшие ранее фирменные стандарты.

Кабели на основе витых пар



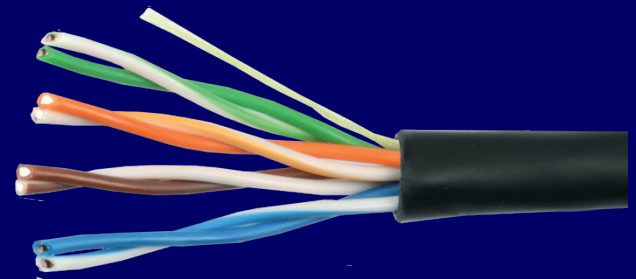
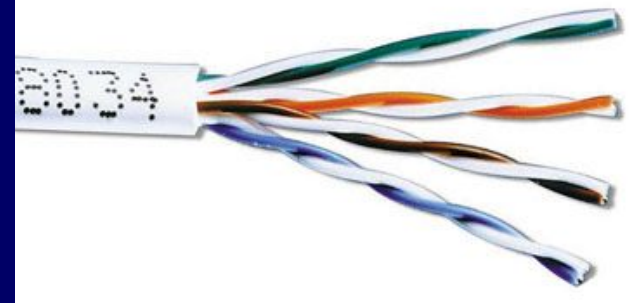
Витые пары проводов используются в самых дешевых и на сегодняшний день, пожалуй, самых популярных кабелях.

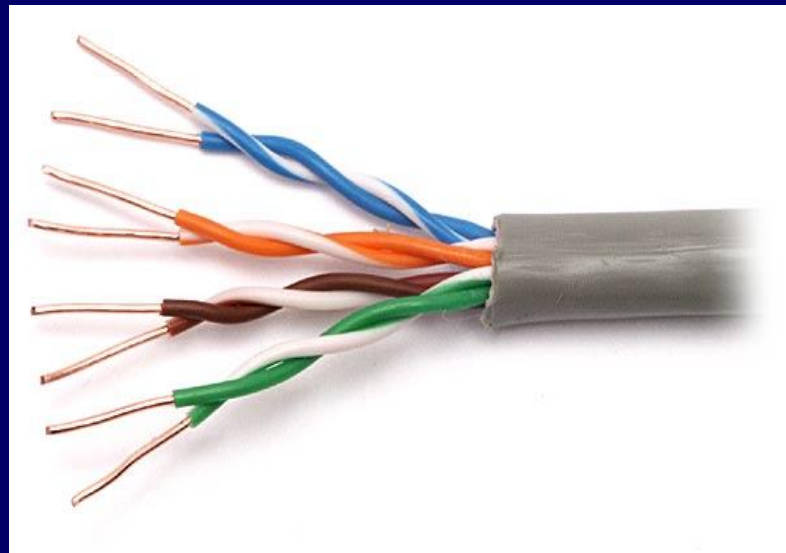
Неэкранированные витые пары характеризуются слабой защищенностью от внешних электромагнитных помех, а также слабой защищенностью от подслушивания с целью, например, промышленного шпионажа.

Shielded twisted pair (STP)



Unshielded twisted pair (UTP)





В случае экранированной витой пары STP каждая из витых пар помещается в металлическую оплетку-экран для уменьшения излучений кабеля, защиты от внешних электромагнитных помех и снижения взаимного влияния пар проводов друг на друга (crosstalk - перекрестные наводки).



Например, при заданной скорости передачи затухание сигнала (уменьшение его уровня по мере прохождения по кабелю) у них больше, чем у коаксиальных кабелей. Если учесть еще низкую помехозащищенность, то становится понятным, почему линии связи на основе витых пар, как правило, довольно короткие (обычно в пределах 100 метров).

Согласно стандарту EIA/TIA 568, существуют пять категорий кабелей на основе неэкранированной витой пары (UTP):

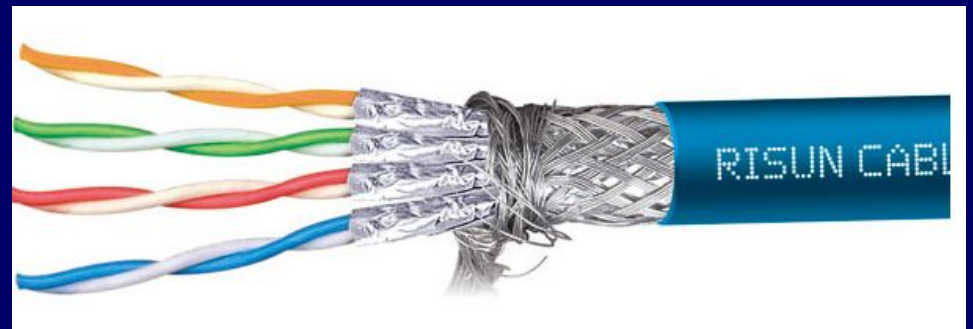
- *Кабель категории 1* - это обычный телефонный кабель (пары проводов не витые).
- *Кабель категории 2* - это кабель из витых пар для передачи данных в полосе частот до 1 МГц.
- *Кабель категории 3* - это кабель для передачи данных в полосе частот до 16 МГц, состоящий из витых пар с девятью витками проводов на метр длины.



Согласно стандарту EIA/TIA 568, существуют пять категорий кабелей на основе неэкранированной витой пары (UTP):

- *Кабель категории 4* - это кабель, передающий данные в полосе частот до 20 МГц.
- *Кабель категории 5* - самый совершенный кабель в настоящее время, рассчитанный на передачу данных в полосе частот до 100 МГц. Состоит из витых пар, имеющих не менее 27 витков на метр длины (8 витков на фут).

- *Кабель категории 6* - перспективный тип кабеля для передачи данных в полосе частот от 250 до 500 МГц.
- *Кабель категории 7* - перспективный тип кабеля для передачи данных в полосе частот от 600 до 1200 МГц. Спецификация на данный тип кабеля утверждена только международным стандартом ISO 11801.



Согласно стандарту EIA/TIA 568, полное волновое сопротивление наиболее совершенных кабелей категорий 3, 4 и 5 должно составлять $100 \text{ Ом} \pm 15\%$ в частотном диапазоне от частоты 1 МГц до максимальной частоты кабеля.

Для согласования импедансов кабеля и оборудования в случае их несовпадения применяют согласующие трансформаторы (Balun).

What Happens in an Internet Minute?



And Future Growth is Staggering



Второй важнейший параметр, задаваемый стандартом – это максимальное затухание сигнала, передаваемого по кабелю, на разных частотах.

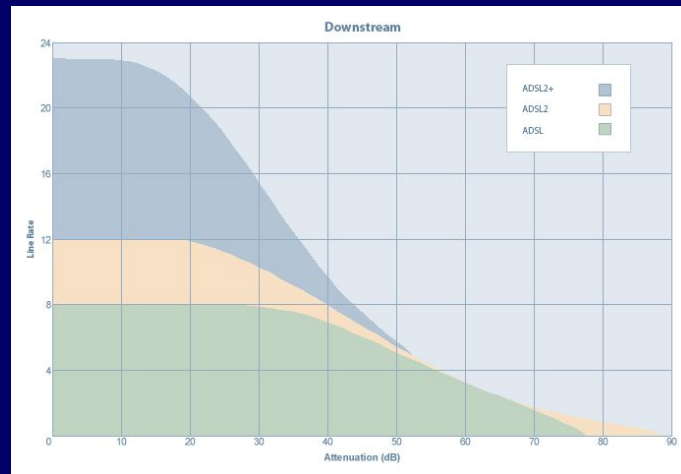


Таблица 1. Максимальное затухание в кабелях для расстояния 1000 футов при нормальной температуре окружающей среды 20°C

Частота, МГц	Максимальное затухание, дБ		
	Категория 3	Категория 4	Категория 5
0,064	2,8	2,3	2,2
0,256	4,0	3,4	3,2
0,512	5,6	4,6	4,5
0,772	6,8	5,7	5,5
1,0	7,8	6,5	6,3
4,0	17	13	13
8,0	26	19	18
10,0	30	22	20
16,0	40	27	25
20,0	—	31	28
25,0	—	—	32
31,25	—	—	36
62,5	—	—	52
100	—	—	67

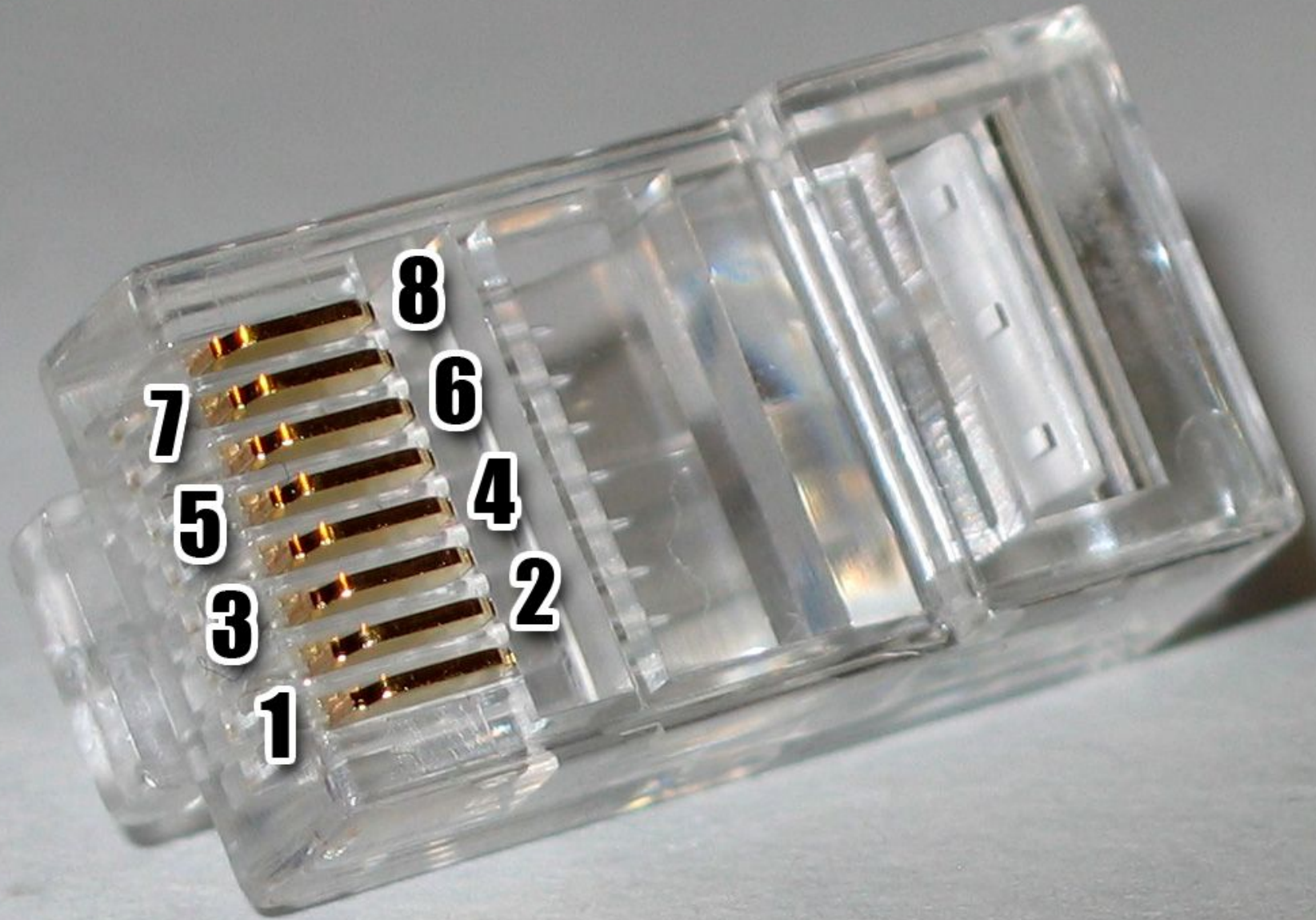
Таблица 2. Допустимые уровни перекрестных наводок

Частота, МГц	Перекрестная наводка на ближнем конце, дБ		
	Категория 3	Категория 4	Категория 5
0,150	-54	-68	-74
0,772	-43	-58	-64
1,0	-41	-56	-62
4,0	-32	-47	-53
8,0	-28	-42	-48
10,0	-26	-41	-47
16,0	-23	-38	-44
20,0	—	-36	-42
25,0	—	—	-41
31,25	—	—	-40
62,5	—	—	-35
100,0	—	—	-32

Стандарт определяет также максимально допустимую величину рабочей емкости каждой из витых пар кабелей категории 4 и 5. Она должна составлять не более 17 нФ на 305 метров (1000 футов) при частоте сигнала 1 кГц и температуре окружающей среды 20°C.

Для присоединения витых пар используются разъемы (коннекторы) типа **8P8C** (8 Position 8 Contact) или **RJ-45**, похожие на всем известные разъемы, используемые в телефонах (**RJ-11**), но несколько большие по размеру.





7

5

3

1

8

6

4

2

Чаще всего витые пары используются для передачи данных в одном направлении, то есть в топологиях типа «звезда» или «кольцо». Топология «шина» обычно ориентируется на коаксиальный кабель.

Кабели выпускаются с двумя типами внешних оболочек:

- *кабель в поливинилхлоридной (ПВХ, PVC) оболочке (non-plenum) дешевле и предназначен для работы кабеля в сравнительно комфортных условиях эксплуатации;*
- *кабель в тефлоновой оболочке (plenum) дороже и предназначен для более жестких условий эксплуатации.*

Еще один важный параметр любого кабеля, который жестко не определяется стандартом, но может существенно повлиять на работоспособность сети, – это *скорость распространения сигнала в кабеле*, то есть задержка распространения сигнала в кабеле в расчете на единицу длины.

Связаны эти две величины простой формулой:

$$t = \frac{1}{3 \cdot 10^8 \cdot NVP}$$

где t – величина задержки на метр длины кабеля в наносекундах.

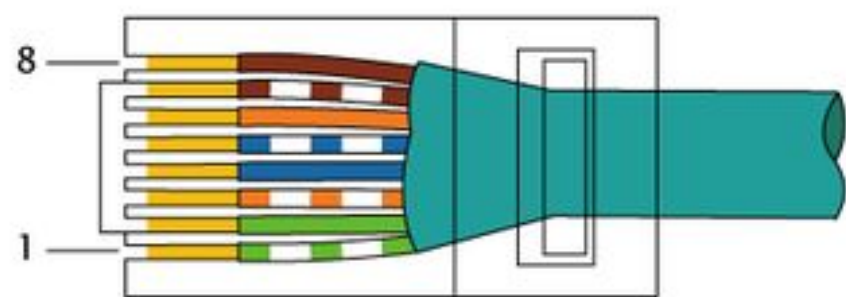
Например, если $NVP=0,65$ (65% от скорости света), то задержка t будет равна 5,13 нс/м. Типичная величина задержки большинства современных кабелей составляет около 5 нс/м.

Таблица 3. Временные характеристики некоторых кабелей

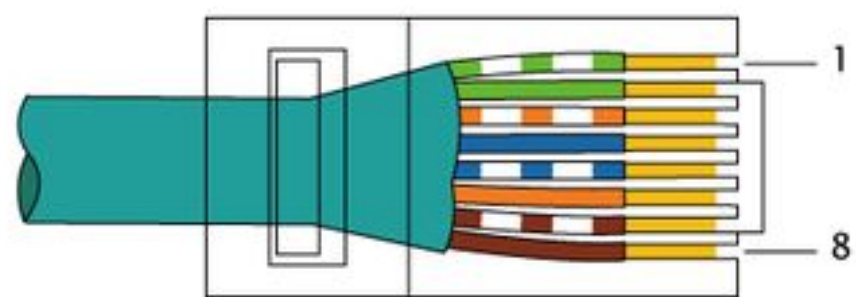
<i>Фирма</i>	<i>Марка</i>	<i>Категория</i>	<i>Оболочка</i>	<i>NVP</i>	<i>Задержка</i>
<i>AT&T</i>	<i>1010</i>	<i>3</i>	<i>non-plenum</i>	<i>0,67</i>	<i>4,98</i>
<i>AT&T</i>	<i>1041</i>	<i>4</i>	<i>non-plenum</i>	<i>0,70</i>	<i>4,76</i>
<i>AT&T</i>	<i>1061</i>	<i>5</i>	<i>non-plenum</i>	<i>0,70</i>	<i>4,76</i>
<i>AT&T</i>	<i>2010</i>	<i>3</i>	<i>plenum</i>	<i>0,70</i>	<i>4,76</i>
<i>AT&T</i>	<i>2041</i>	<i>4</i>	<i>plenum</i>	<i>0,75</i>	<i>4,44</i>
<i>AT&T</i>	<i>2061</i>	<i>5</i>	<i>plenum</i>	<i>0,75</i>	<i>4,44</i>
<i>Belden</i>	<i>1229A</i>	<i>3</i>	<i>non-plenum</i>	<i>0,69</i>	<i>4,83</i>
<i>Belden</i>	<i>1455A</i>	<i>4</i>	<i>non-plenum</i>	<i>0,72</i>	<i>4,63</i>
<i>Belden</i>	<i>1583A</i>	<i>5</i>	<i>non-plenum</i>	<i>0,72</i>	<i>4,63</i>
<i>Belden</i>	<i>1245A2</i>	<i>3</i>	<i>plenum</i>	<i>0,69</i>	<i>4,83</i>
<i>Belden</i>	<i>1457A</i>	<i>4</i>	<i>plenum</i>	<i>0,75</i>	<i>4,44</i>
<i>Belden</i>	<i>1585A</i>	<i>5</i>	<i>plenum</i>	<i>0,75</i>	<i>4,44</i>

Прямой кабель (straight through cable)

Вариант по стандарту TIA/EIA-568A

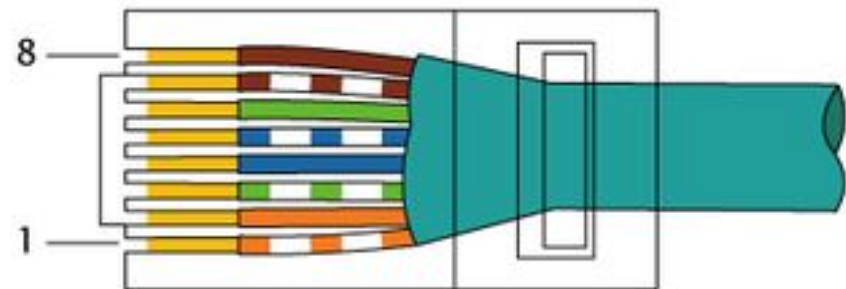


EIA/TIA-568A

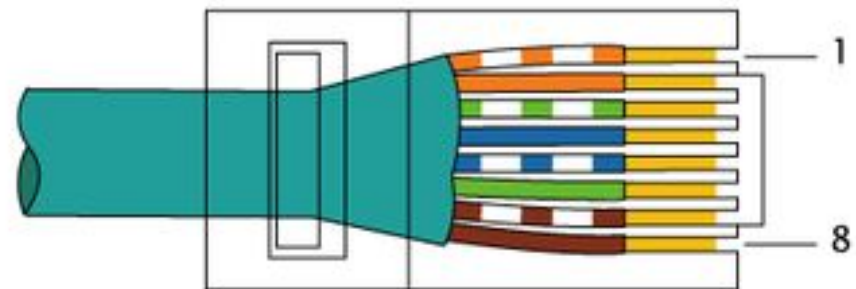


EIA/TIA-568A

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



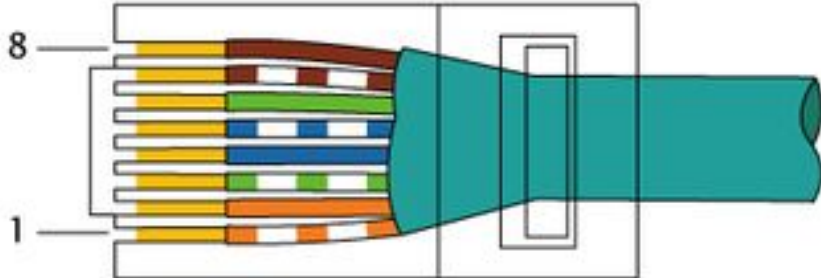
EIA/TIA-568B



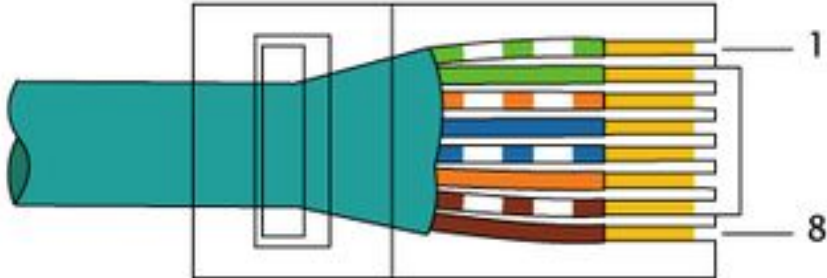
EIA/TIA-568B

Перекрёстный кабель (crossover cable)

Вариант для скорости 100 Мбит/с

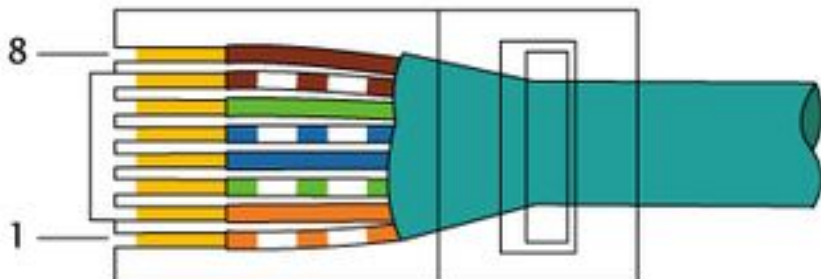


EIA/TIA-568B

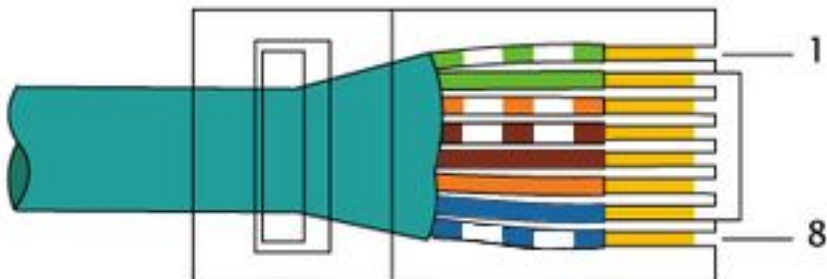


EIA/TIA-568A

Вариант для скорости 1000 Мбит/с



EIA/TIA-568B



1		бело-оранжевый	бело-оранжевый		1
2		оранжевый	оранжевый		2
3		бело-зелёный	бело-зелёный		3
4		синий	синий		4
5		бело-синий	бело-синий		5
6		зелёный	зелёный		6
7		бело-коричневый	бело-коричневый		7
8		коричневый	коричневый		8

direct

cross

1		бело-оранжевый	бело-зелёный		1
2		оранжевый	зелёный		2
3		бело-зелёный	бело-оранжевый		3
4		синий	синий		4
5		бело-синий	бело-синий		5
6		зелёный	оранжевый		6
7		бело-коричневый	бело-коричневый		7
8		коричневый	коричневый		8