

## Кабель UTP (витая пара)

### *Описание разновидностей витой пары и типов соединений*

#### Классификация витой пары:

1. В зависимости от наличия медной оплетки или алюминиевой фольги вокруг скрученных пар, определяют разновидности витой пары:

Незащищенная витая пара:

- неэкранированная витая пара (UTP — Unscreened twisted pair) — экранирование полностью отсутствует;

- фольгированная витая пара (FTP — Foiled twisted pair) — также известна как S/UTP[1] присутствует один общий внешний экран;

- фольгированная экранированная витая пара (SFTP — Shielded Foiled twisted pair) — отличается от FTP наличием дополнительного внешнего экрана из медной оплетки.

Защищенная витая пара:

- защищенная витая пара (STP — Shielded twisted pair) — присутствует экран для каждой пары;

- защищенная экранированная витая пара (S/STP — Screened shielded twisted pair) — отличается от STP наличием дополнительного общего внешнего экрана.

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

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

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 оконечиванием розетками. Связано это с тем, что медные жилы довольно толсты и при частых изгибах быстро ломаются. Однако для «врезания» в разъемы панелей розеток такие жилы подходят как нельзя лучше.

В свою очередь многожильный кабель плохо переносит «врезание» в разъемы панелей розеток (тонкие жилы разрезаются), но замечательно ведет себя при изгибах и скручиваниях. Кроме того, многожильный провод обладает бо́льшим затуханием сигнала.[1][2] Поэтому многожильный кабель используют в основном для изготовления патчкордов (PatchCord), соединяющих периферию с розетками.

#### Категории кабеля:

Существует несколько категорий витой пары, которые нумеруются от CAT1 до CAT7 и определяют эффективный пропускаемый частотный диапазон. Кабель более высокой категории обычно содержит больше пар проводов и каждая пара имеет больше витков на единицу длины.

CAT1 (полоса частот 0.1 МГц) — телефонный кабель, всего одна пара. Применяется кабель либо в «скрученном» виде, либо вообще без скруток («лапша» — у нее характеристики не хуже, но больше влияние помех). Используется только для передачи голоса или данных при помощи модема.

CAT2 (полоса частот 1 МГц) — старый тип кабеля, 2-е пары проводников, поддерживал передачу данных на скоростях до 4 Мбит/с. Сейчас иногда встречается в телефонных сетях.

CAT3 (полоса частот 16 МГц) — 2-х парный кабель, использовался при построении локальных сетей 10BASE-T и token ring, поддерживает скорость передачи данных до 10 Мбит/с или 100 Мбит/с по технологии 100BASE-T4. В отличие от предыдущих двух, отвечает требованиям стандарта IEEE 802.3. Также до сих пор встречается в телефонных сетях.

CAT4 (полоса частот 20 МГц) — кабель состоит из 4-х 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.

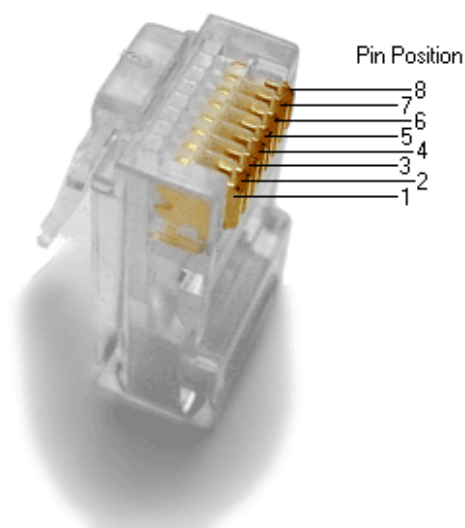
CAT5 (полоса частот 100 МГц) — 4-х парный кабель, это и есть то, что обычно называют кабель «витая пара», благодаря высокой скорости передачи, до 100 Мбит/с при использовании 2-х пар и до 1000 Мбит/с, при использовании 4-х пар, является самым распространённым сетевым носителем, используемым в компьютерных сетях до сих пор. При прокладке новых сетей пользуются несколько усовершенствованным кабелем CAT5e (полоса частот 125 МГц), который лучше пропускает высокочастотные сигналы. Ограничение на длину кабеля между устройствами (компьютер-свич, свич-компьютер, свич-свич) 100 м. Ограничение хаб-хаб 5 м.

CAT6 (полоса частот 250 МГц) — применяется в сетях Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, состоит из 4-х пар проводников и способен передавать данные на скорости до 10000 Мбит/с. Добавлен в стандарт в июне 2002 года. Существует категория CAT6e, в которой увеличена частота пропускаемого сигнала до 500 МГц. По данным IEEE 70 % установленных сетей в 2004 году, использовали кабель категории CAT6.

CAT7 — Спецификация на данный тип кабеля пока не утверждена, скорость передачи данных до 100 Гбит/с, частота пропускаемого сигнала до 600—700 МГц. Кабель этой категории экранирован. Седьмая категория в принципе не UTP а S/FTP (Screened Fully shielded Twisted Pair). Благодаря двойному экрану длина кабеля может превышать 100 м.

#### Схемы обжимки:

Данные схемы обжимки витой пары приведены для кабеля категории 5 (4 пары проводников).



Существует 2 схемы обжимки кабеля: прямой кабель и перекрёстный (кросс-овер) кабель. Первая схема используется для соединения компьютера со свитчем\хабом, вторая для соединения 2-х компьютеров напрямую и для соединения некоторых старых моделей хабов\свитчей (uplink порт).

Вариант по стандарту EIA/TIA-568A:

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

И по стандарту EIA/TIA-568B:

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

Перекрёстный кабель (Crossover)

№ контакта — цвет жилы — № контакта на другом конце кабеля

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

Перекрёстный кабель для соединения двух сетевых карт напрямую на скорости 1 Гигабит/с (Crossover)

№ контакта — цвет жилы — № контакта на другом конце кабеля

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

Бело-оранжевая жила меняется с бело-зелёной, оранжевая с зелёной (для 100-мегабитного соединения); синяя жила меняется с бело-коричневой, бело-синяя с коричневой (для

гигабитного соединения, для 100 мегабит их можно обжать в любом порядке или вообще не обжимать).

Использование кабеля, обжатого не по стандарту, может привести к тому, что кабель работать не будет, или будет очень большой процент потерь (в зависимости от длины кабеля), а также — ситуациям полной проверки кабеля для определения назначения тех или иных пар.

Данные схемы обжимки подходят как для 100-мегабитного соединения, так и для гигабитного. При использовании 100 мегабитного соединения используются только 2 из 4-х пар, а именно оранжевая и зеленая. 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. При использовании гигабитного соединения используются все 4 пары проводников.

При прокладке витой пары должна выдерживаться заданная кривизна в местах изгиба. Превышение может привести к уменьшению сопротивляемости наводкам или к разрушению кабеля. При прокладке экранированной витой пары необходимо следить за целостностью экрана по всей длине кабеля. Растяжение или изгиб приводит к разрушению экрана, что влечет уменьшение сопротивляемости наводкам. Дренажный провод должен быть соединен с экраном разъема.

Пример описания характеристик кабеля Hyperline (витая пара UTP, категория 5e, 4 пары, solid):

Спецификация:

Соответствует стандартам ANSI/TIA/EIA-568B.2

Класс пожарной безопасности CM

Кабель соответствует стандарту пожарной безопасности UL 1581 VW-1

Описание:

Неэкранированный медный кабель, 4 пары, категория 5e, одножильный

Кабель подходит для использования внутри помещений

Материалы:

Проводящий материал: проволока из мягкой отожженной электролитической меди

Изоляция жил: полиэтилен высокой плотности

Внешняя оболочка: ПВХ (поливинилхлорид)

Технические характеристики:

Диаметр проводника (жилы): 0,51 мм (24 AWG)

Диаметр проводника с оболочкой:  $0,9 \pm 0,02$  мм

Внешний диаметр (размер) кабеля:  $5,1 \pm 0,2$  мм

Толщина внешней оболочки: 0,4 мм

Минимальный радиус изгиба: 4 внешних диаметра кабеля

Усилие на разрыв рипкорда: 10 кг

Удлинение жилы: не менее 14%

Растягивающее усилие: 92 Н

Прочность на разрыв: 400 Н

Температура прокладки:  $-5^{\circ}\text{C} - +50^{\circ}\text{C}$

Рабочая температура:  $-20^{\circ}\text{C} - +75^{\circ}\text{C}$

Вес 1 км кабеля: 32 кг

Стандартная упаковка: 305 м

Электрические характеристики:						
Частота, МГц	RL	Затухание, дБ	NEXT, дБ	PSNEXT, дБ	ELFEXT, дБ	PSELFEXT, дБ
0.772	-	1.8	67.0	64.0	-	-
1.0	20.0	2.0	65.3	62.3	63.8	60.8
4.0	23.0	4.0	56.3	53.3	51.7	48.7
8.0	24.5	5.8	51.8	48.8	45.7	42.7
10.0	25.0	6.5	50.3	47.3	43.8	40.8
16.0	25.0	8.2	47.3	44.3	39.7	36.7
20.0	25.0	9.3	45.8	42.8	37.7	34.7
25.0	24.3	10.4	44.3	41.3	35.8	32.8
31.25	23.6	11.7	42.9	39.9	33.9	30.9
62.5	21.5	17.0	38.4	35.4	27.8	24.8
100.0	20.1	22.0	35.3	32.3	23.8	20.8

Макс. сопротивление проводника при 20°C: 9.38 Ом/100 м

Дисбаланс сопротивления :5%

Емкостный дисбаланс пары по отношению к земле на частоте 1 кГц : 330 пФ/100 м

Сопротивление на частоте 0,772-100 МГц: 85-115 Ом

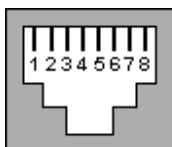
Макс. рабочая емкость: 5.6 нФ/м

Проба на искру: 2.5 кВ

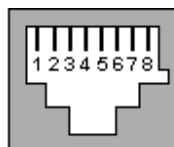
UTP4-C5e-SOLID-XX Кабель неэкранированная витая пара (UTP), 4 пары, одножильный (solid), внутренний (indoor), категория 5е. Где XX – цвет оболочки кабеля: GY-серый, WH-белый, BL-синий, RD-красный, GN-зеленый, YL-желтый, BK-черный, OR-оранжевый, PK-розовый.

#### Разъемы, применяемые совместно с кабелем "Витая пара":

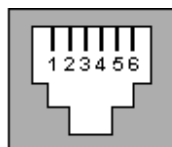
На данный момент существует четыре основных типа разъемов, совместно с которыми используется кабель "Витая пара". Два из них имеют по 8 контактов, и часто именуется как RJ45, что не совсем верно. Остальные разъемы имеют по 6 контактов, именуемые как RJ11 или RJ12 в зависимости от количества активных контактов. Использование подобной терминологии может приводить к противоречиям, поскольку аббревиатура RJ используется для идентификации кабельной разводки, закрепленной USOC (Universal Service Ordering Codes). Само сокращение RJ расшифровывается как Registered Jack.



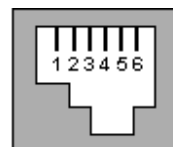
8-ми пиновый разъем



8-ми пиновый разъем с ключом



6-ти пиновый разъем



6-ти пиновый модифицированный разъем

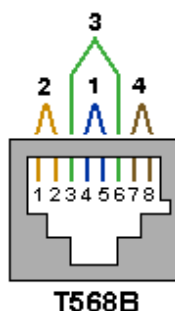
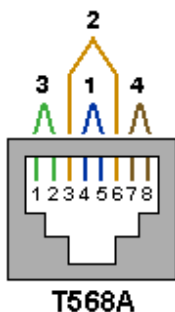
Каждый из приведенных выше разъемов может использоваться для различных конфигураций разводки. Так, к примеру, 6-ти пиновый разъем может быть сконфигурирован под однопарную схему разводки RJ11C, двупарную RJ14C, или трехпарную схему RJ25C. В

свою очередь 8-ми пиновый разъем поддерживает конфигурацию RJ61C (4 пары) и RJ48C. Модифицированный 8-ми пиновый разъем с ключом с легкостью используется для схем RJ45S, RJ46S, RJ47S.

Последний из представленных разъемов разработан корпорацией DEC (Digital Equipment Corporation). Разъем требует использования модифицированного коннектора, тем самым предотвращая возможность подключения информационного линка к телефонным линиям.

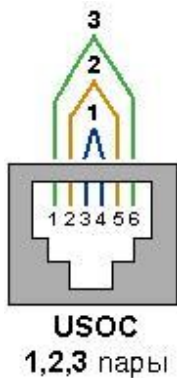
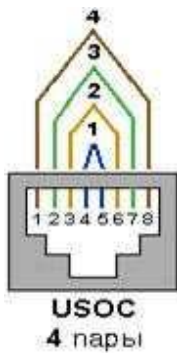
#### Стандартные разводки кабеля "Витая пара":

В настоящее время наиболее популярны две схемы - T568A и T568B. Они идентичны в случае, если не используются вторая и третья пары. Предпочтительна первая схема, поскольку она совместима с однопарной и двупарной конфигурацией системы USOC. Однако обе схемы могут использоваться для линий ISDN (Integrated Services Digital Network), а также в высокоскоростных сетях. Дело в том, что схемы разработаны таким образом, чтобы свести к минимуму взаимные наводки в парах. А это необходимое условие для категорий 3, 4, 5, 5е и 6. Поэтому при реализации высокоскоростных сетей используют именно эти конфигурации.



T568A	PIN#	5	4	3	6	1	2	7	8
	Пара, ID	T1	R1	T2	R2	T3	R3	T4	R4
T568B	PIN#	5	4	1	2	3	6	7	8
	Пара, ID	T1	R1	T2	R2	T3	R3	T4	R4

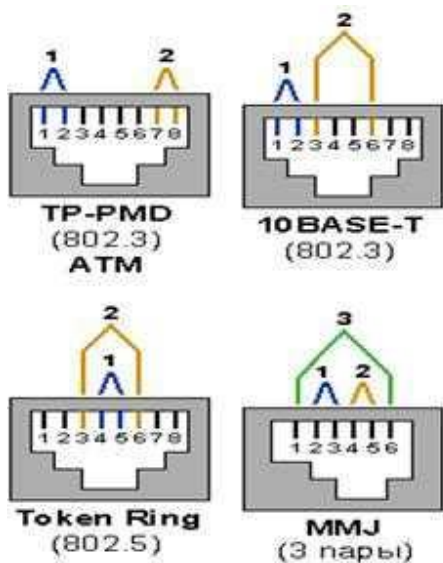
Есть и другой принцип разводки - USOC. Эта разводка подходит для одно, двух, трех и четырехпарной кабельной системы. Как и в системах T568, первая пара располагается на центральных пинах, вторая же пара, подобно разводке T568A, занимает пины 3 и 6. Таким образом если кабельная система использует только первые две пары, то схемы T568A и USOC - идентичны. Пара 3 занимает следующие внешние пины 2 и 7. И наконец последняя пара располагается на контактах 1 и 8. Преимущество схемы USOC состоит в возможности использовать одно, двух и трехпарные системы в при 8-ми пиновой USOC-разводке. Однако это достоинство не идет ни в какое сравнение с недостатком - слабой стойкости к наводкам, создаваемых в парах. Вследствие этого USOC не используется при создании скоростных сетей.



USOC 4 пары	PIN#	5	4	3	6	2	7	1	8
	Пара, ID	T1	R1	T2	R2	T3	R3	T4	R4
USOC 1,2,3 пары	PIN#	4	3	2	5	1	6		
	Пара, ID	T1	R1	T2	R2	T3	R3		

### ***Реализация сетевых топологий на основе стандартной разводки***

Топология сети 10BaseT реализуется с помощью 8-ми пинового разъема по схожей схеме с T568A и T568B, однако на контакты выводятся другие пары. Если все же пользоваться стандартами T568, то в случае первой пары (по версии 10BaseT) необходимо использовать 3-ю/2-ю пару разводки T568A/T568B, а в качестве второй 2-ю/3-ю пару T568A/T568B.



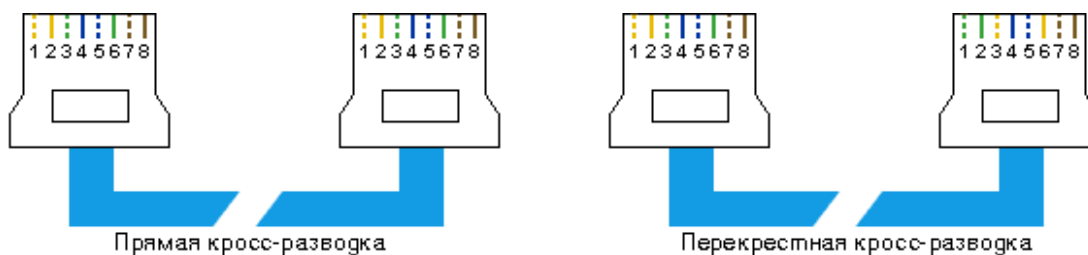
Как и 10BaseT, ATM и TP-PMD реализуются только на 8-ми пиновом разъеме с использованием двух пар, и точно также схема схожа со стандартными разводками T568A и T568B. В данной разводке в случае первой пары (по версии 10BaseT) необходимо использовать 3-ю/2-ю пару разводки T568A/T568B, а в качестве второй 4-ю пару T568A или T568B.

Еще одна разводка, косвенно совместимая с T568A/B, а также и со схемой USOC - Token Ring. Она строится на двух парах, но занимают они центральные контакты. Причем Token Ring может сразу строится на основе схемы T568A и USOC без каких либо модификаций. В случае же использования T568B, необходимо в качестве второй пары применять 3-ю.

MMJ - частный стандарт для оборудования DEC, реализуется на 6-ти пиновом модифицированном разъеме. Разводка не совместима ни с USOC, ни с T568A/B. Первая пара выводится на 2-ой и 3-ий контакты, вторая на 4-ый и 5-ый, а третья пара занимает внешние 1-ый и 6-ой пины.

### Кросс-разводка кабеля "Витая пара"

Термин "кросс-разводка" используется применительно к разводке пар в патч-кордах. Всего существует две базовых кросс-разводки - прямая и перекрестная. Их названия говорят сами за себя.



В первом случае каждый проводник выводится строго на один и тот же контакт разъемов с обоих концов кабеля. Т.е. 1-ый контакт с одного конца соединен с 1-ым на другом, 2-ой со 2-ым, и так все пины. Патч-корды с подобной разводкой используются в кроссировочных узлах. При соединении с сетью оконечного оборудования, будь то персональный компьютер, факс и т.п., применяются патч-корды с перекрестной кросс-разводкой. Конкретная схема перекрестной кросс-разводки зависит от конкретной реализуемой сети, в частности, один из стандартов предполагает образование перекрестной разводки за счет смены местами четырех пинов. Первый меняется с третьим, а второй с шестым.