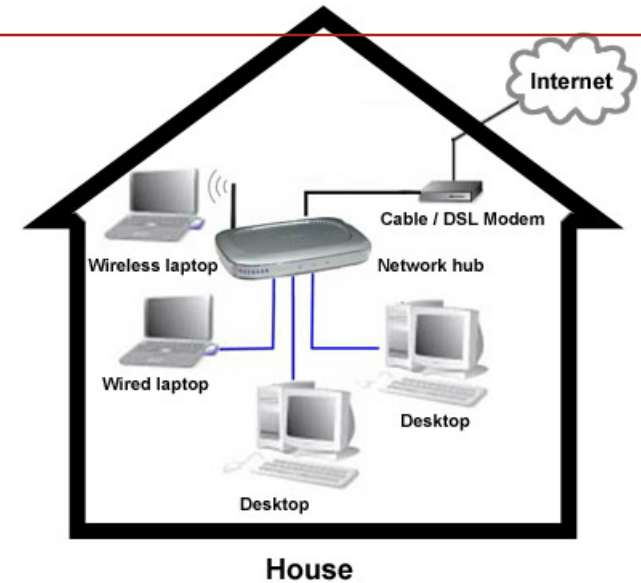
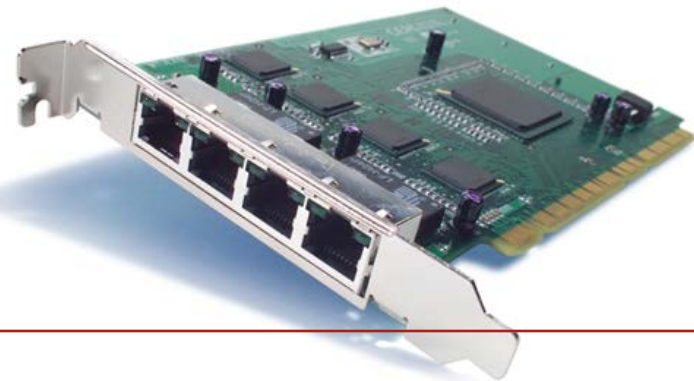


Організація комп'ютерних мереж

к.т.н., ст. викл. Тушницький Р.Б.
ruslan4yk@lp.edu.ua



Практичне заняття 1: Лінії зв'язку

1. Будова кабелів.
2. Вита пара.
 - 2.1. Характеристики кабелів.
 - 2.2. Типи з'єднань витою парою.
3. Коаксільний кабель та його характеристики.
4. Оптичне волокно.
 - 4.1. Одномодове та багатомодове оптичне волокно.
 - 4.2. Спектральне ущільнення

Будова кабелів

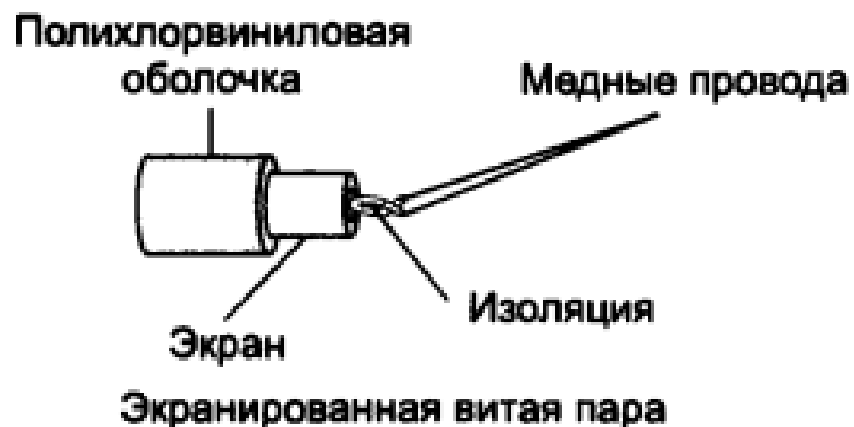


Рис. 8.16. Устройство кабелей

Види

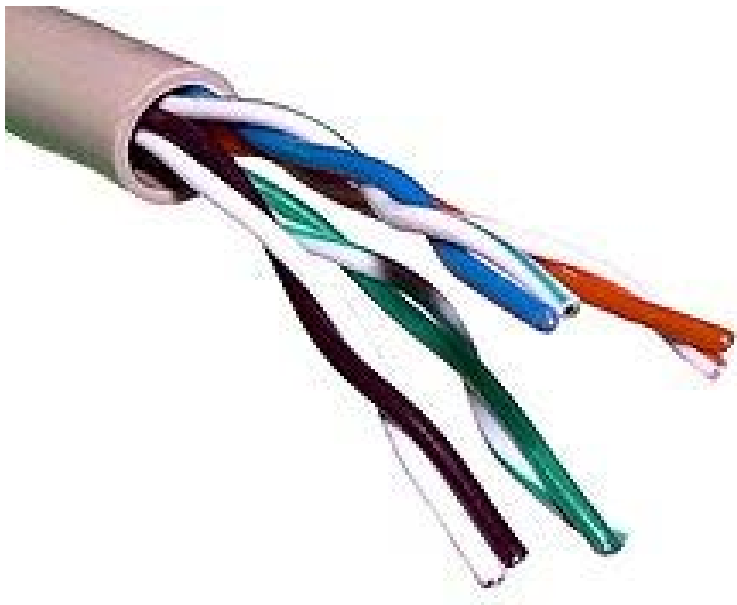
Неекранивана вита пара = UTP = Unshielded twisted pair

Фольгована вита пара = FTP = Foiled twisted pair

Екранивана вита пара = STP = Shielded twisted pair

Фольгована екранивана вита пара = S/FTP = Screened Foiled twisted pair

Види



TP = twisted pair

U = unshielded (неекранована)

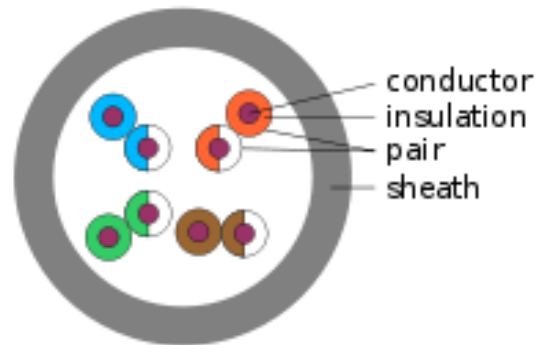
F = foil shielding (фольга)

S = braided shielding (оплітка)

Old name	New name	cable screening	pair shielding
UTP	U/UTP	none	none
STP	U/FTP	none	foil
FTP	F/UTP	foil	none
S-STP	S/FTP	braiding	foil
S-FTP	SF/UTP	foil, braiding	none

UTP vs STP vs S/UTP vs S/STP

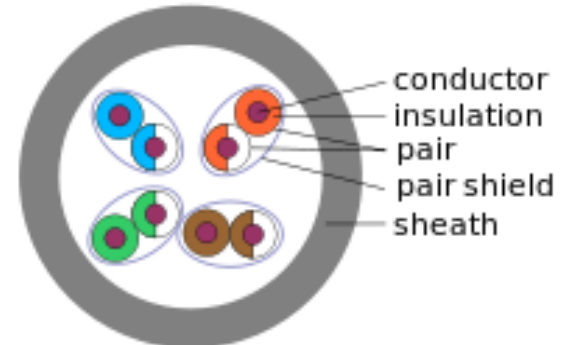
UTP



Unshielded twisted pair



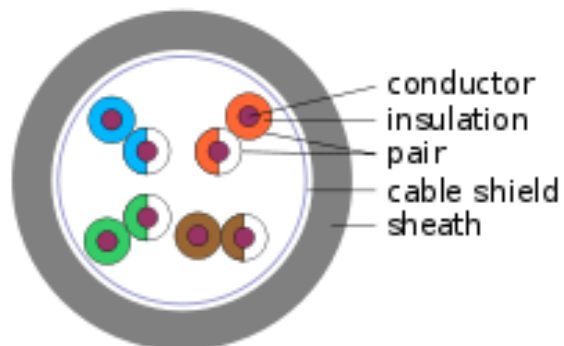
STP



STP cable format



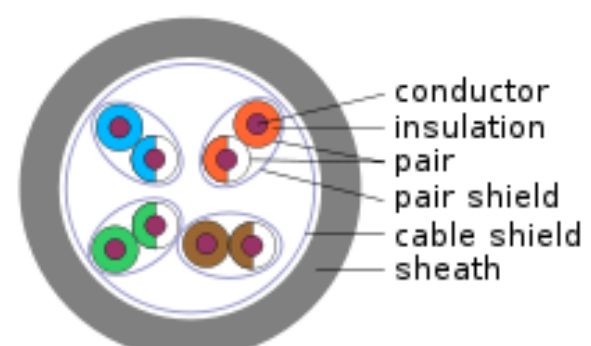
S/UTP



S/UTP cable format



S/STP



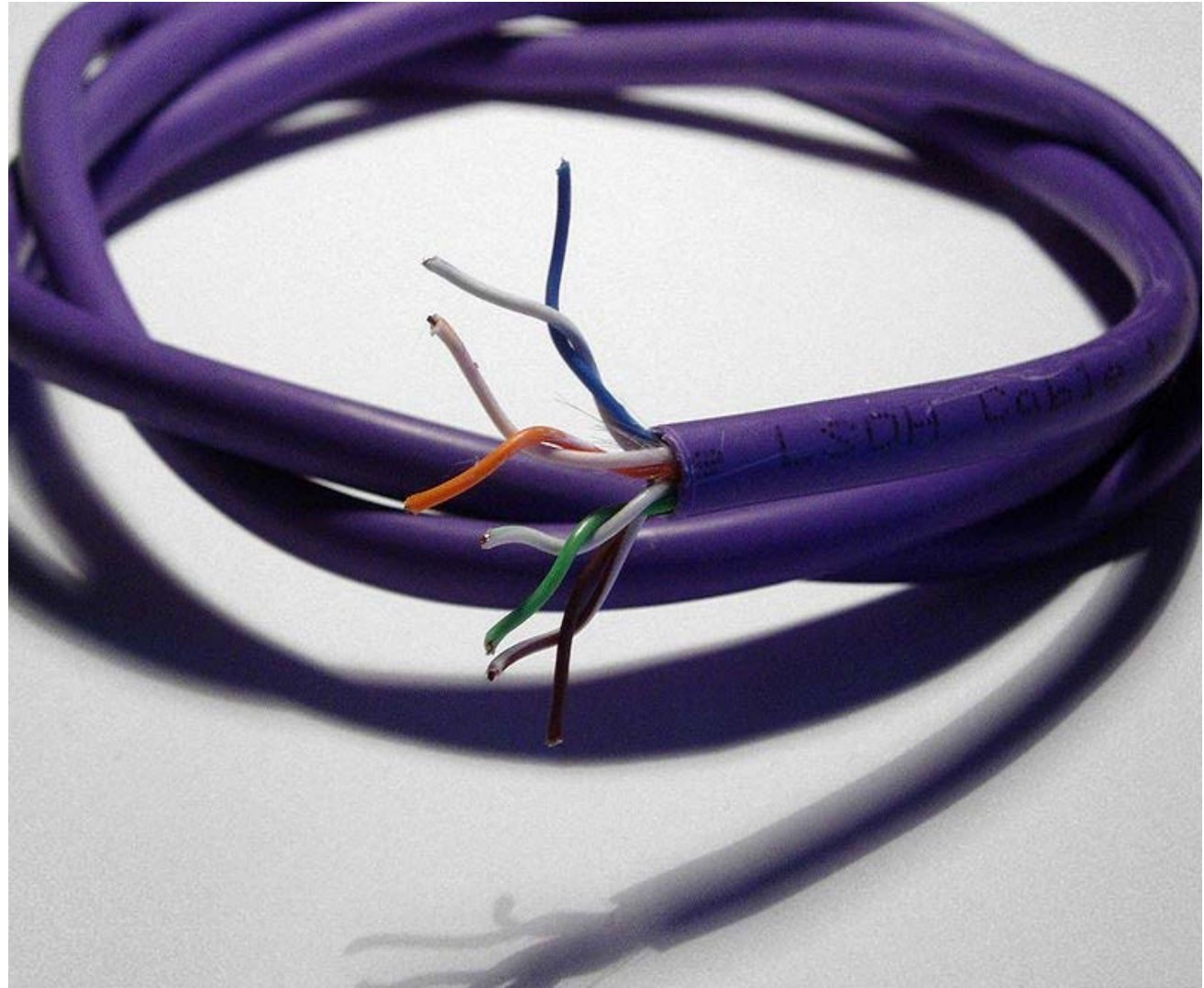
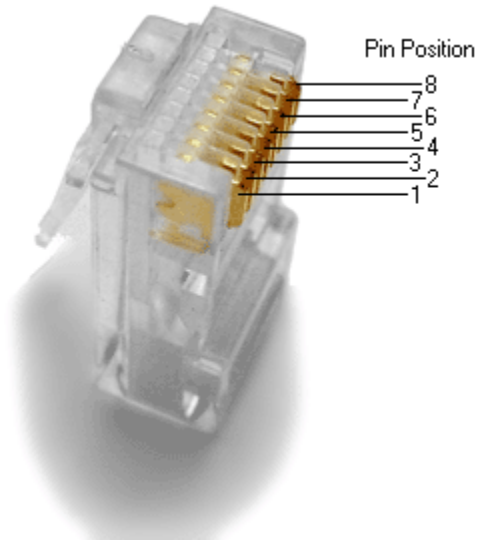
S/STP cable format



Вита пара: EIA/TIA 568 + ISO 11801




Категорія	Смуга частот, MHz	Передача даних	Мережеві технології	Провідники
CAT1	0.1-0.4	до 20 Kbps		1 пара, телефонний кабель, модемні лінії
CAT2	1-4	до 4 Mbps	Token Ring, Arcnet	2 пари
CAT3	16	10 Mbps, 100 Mbps	10Base-T, Token Ring, 100Base-T4, <=100м	4 пари, IEEE 802.3, UTP
CAT4	20	16 Mbps по 1 парі	Token Ring, 10Base-T, 100Base-T4.	4 пари, UTP
CAT5	100	100 Mbps - 2 пари	100Base-TX	4 пари UTP
CAT5e	125	100 Mbps– 2 пари, 1000 Mbps– 4 пари		4 пари UTP
CAT6	250	1000 Mbps	Fast Ethernet, Gigabit Ethernet	4 пари UTP
CAT6a	500	10 Gbps, ~40Gbps	Ethernet	4 пари
CAT7	600-700	10 Gbps	1000BASE-TX, CCTV, 10GBASE-T, CATV,	S/FTP ISO 11801

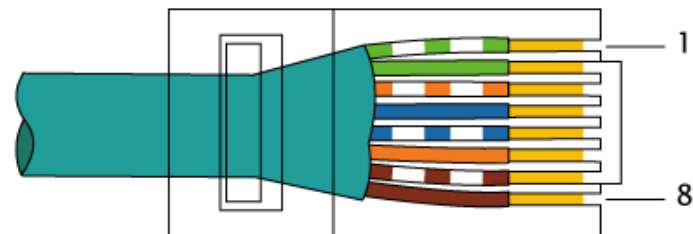
CAT 5-5e-6-6a



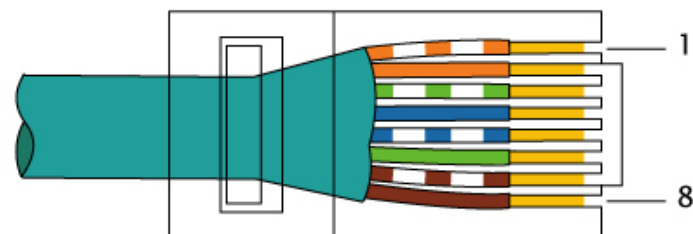
CAT 5-5e-6-6a (RJ-45)

Прямой кабель

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



EIA/TIA-568A



EIA/TIA-568B

Перехресный (крос-овер) кабель





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

EIA/TIA-568A: 568A + 568A

EIA/TIA-568B: 568B + 568B

Crossover: 568B + 568A

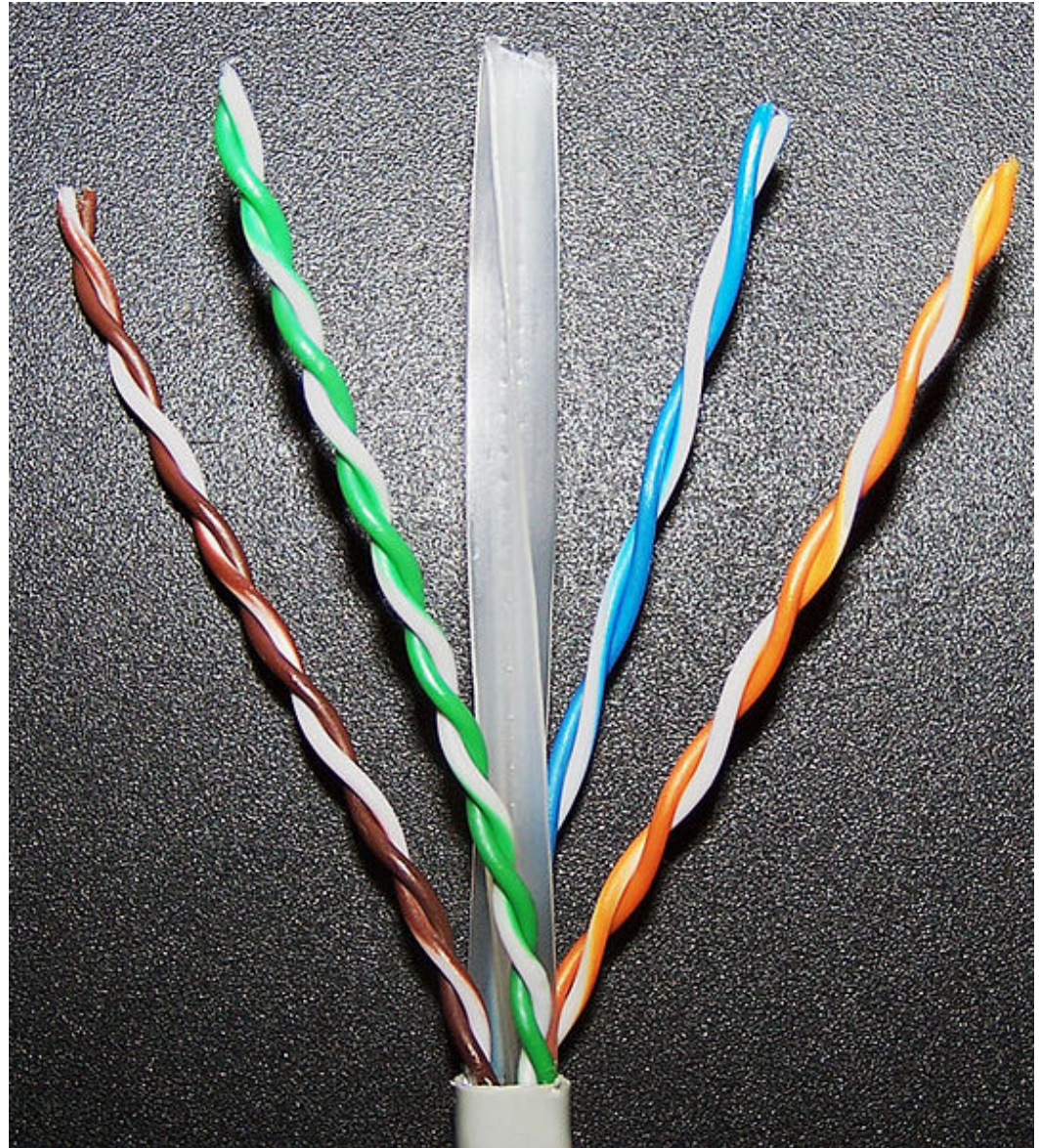
Скручення пар

	Pair color	[cm] per turn	Turns per [m]
	Green	1.53	65.2
	Blue	1.54	64.8
	Orange	1.78	56.2
	Brown	1.94	51.7

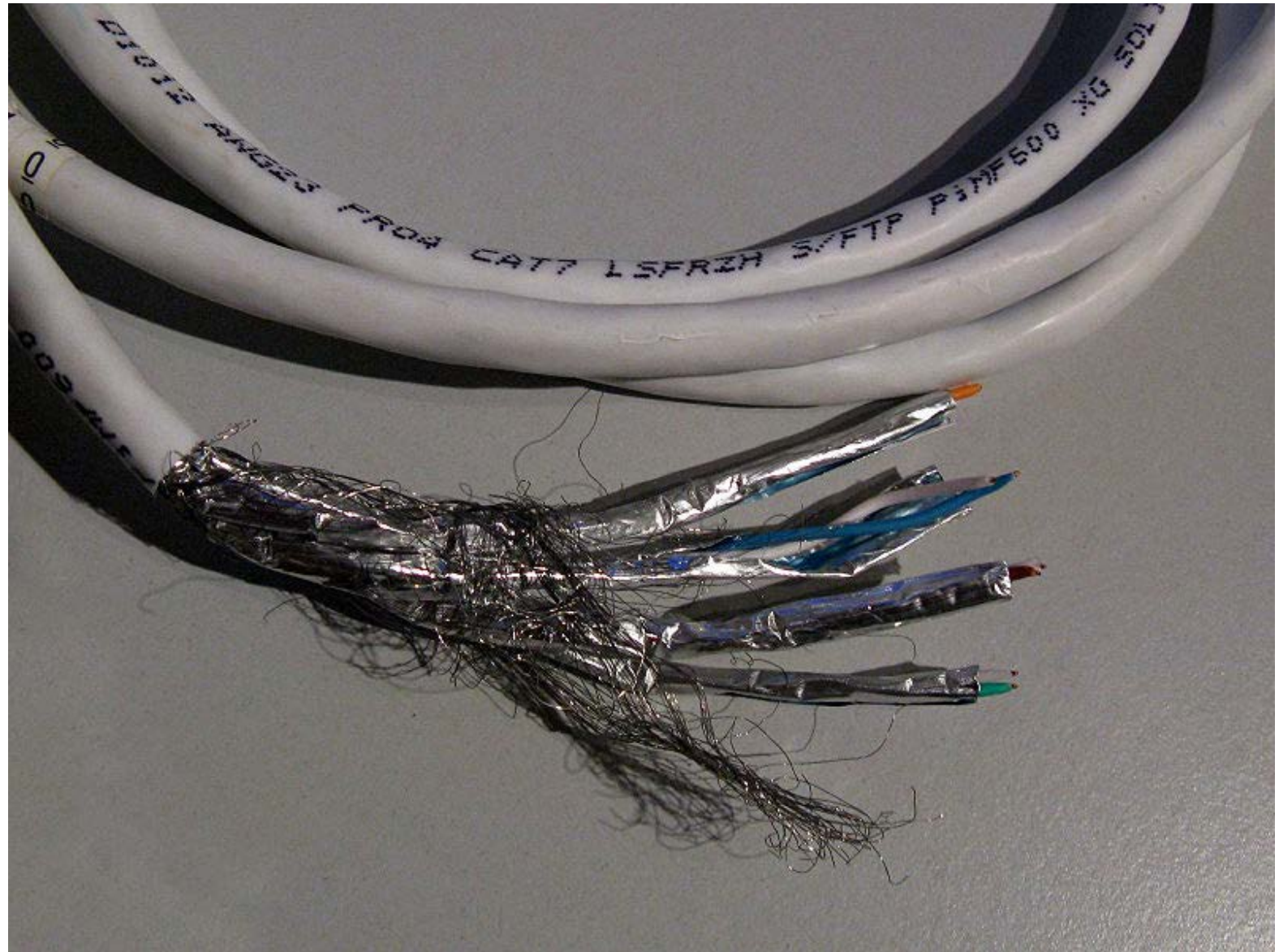
CAT 6

Вита пара CAT 6:

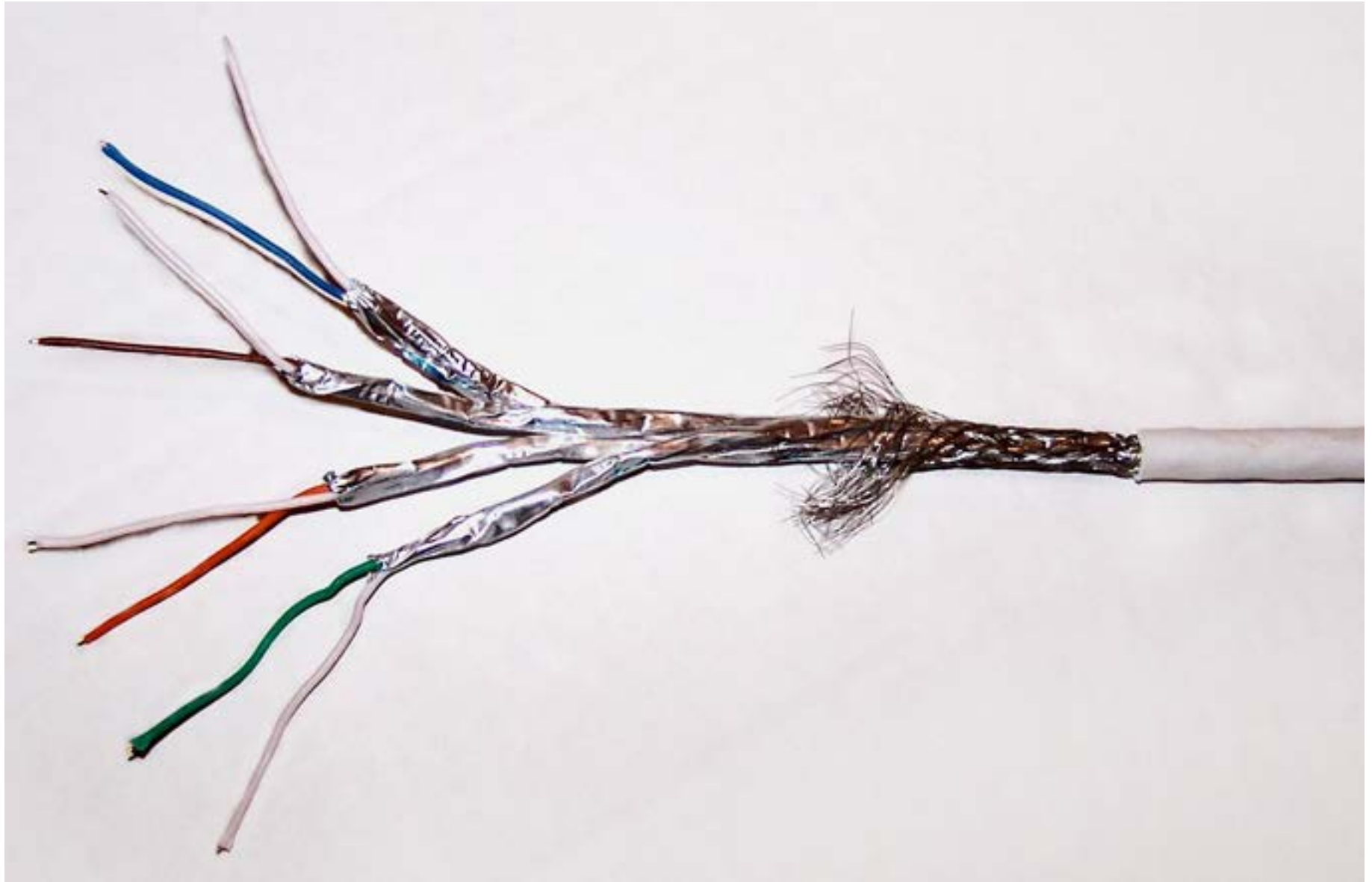
- між парами є роздільний корд,
- в кожній парі свій крок скрутки



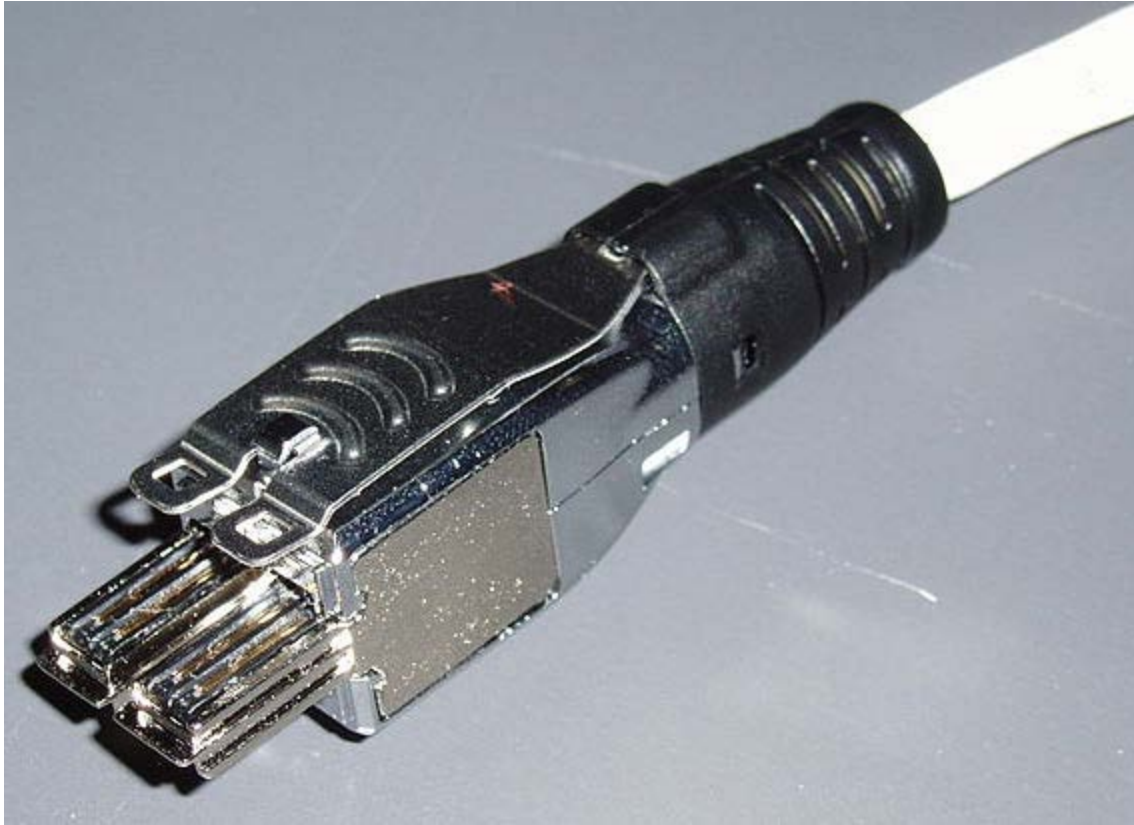
CAT 7



CAT 7



CAT 7

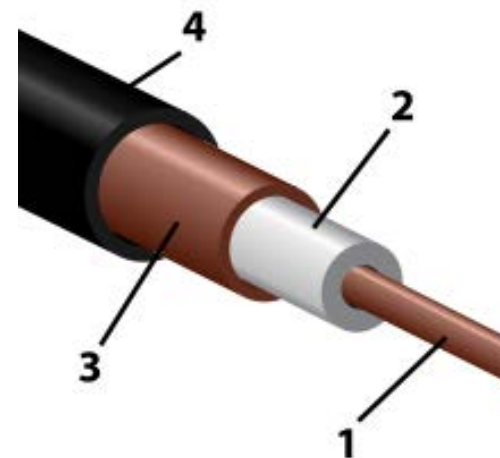


Коаксильний кабель

Товстий коаксіл – Ethernet 10Base-5.
Хвильовий опір 50 Ом, зовнішній діаметр 12 мм. Внутрішній провідник діаметром 2.17 мм.

Тонкий коаксіл – Ethernet 10Base-2.
Зовнішній діаметр 5 мм, внутрішній провідник 0.89 мм, хвильовий опір 50 Ом.

Телевізійний кабель – хвильовий опір 75 Ом.



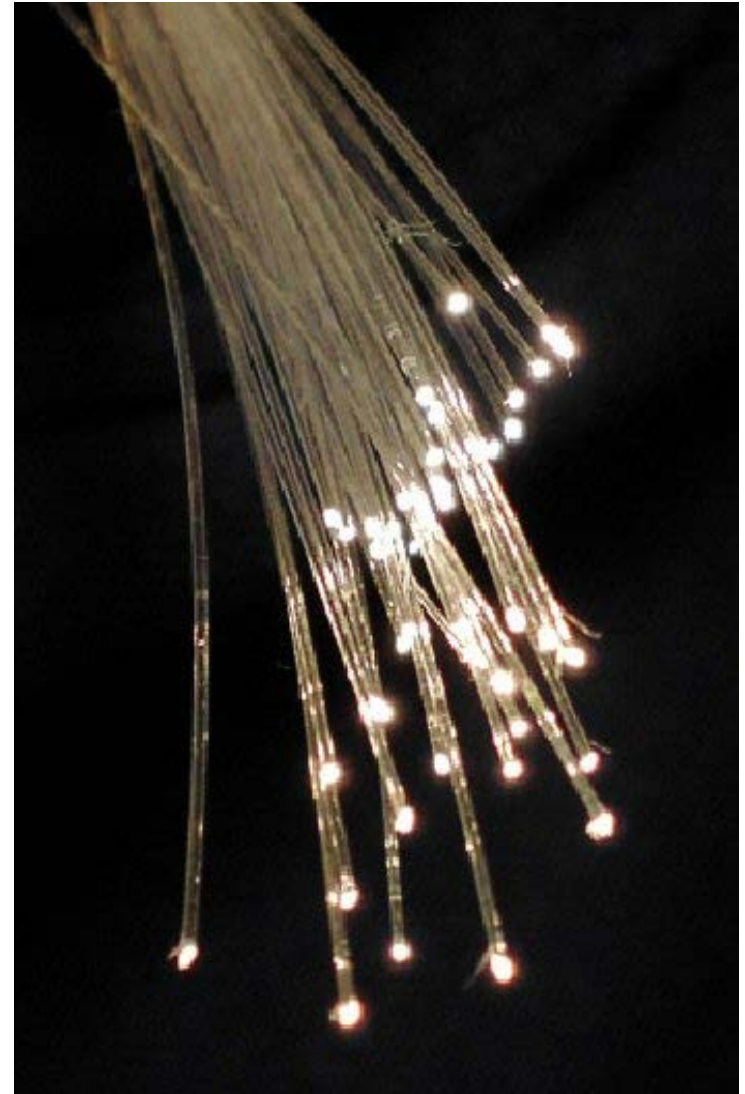
1 — внутрішній провідник (мідний дріт),
2 — ізоляція (щільний поліетилен),
3 — зовнішній провідник (опліт з міді),
4 — оболонка (світлостабілізований поліетилен).

Оптоволокно = Optical fiber = fibre

Тонкі (5-60 мікрон) гнучкі скляні волокна
~ 10Г б/с >>

В якості джерела світла:
світодіоди
лазерні діоди

Мода – режим розповсюдження світових
потоків в серцевині кабеля.



Оптоволокно: одномодовое vs багатомодове

Багатомодове волокно із ступінчастою зміною показника заломлення

Багатомодове волокно із плавною зміною показника заломлення

Одномодове волокно

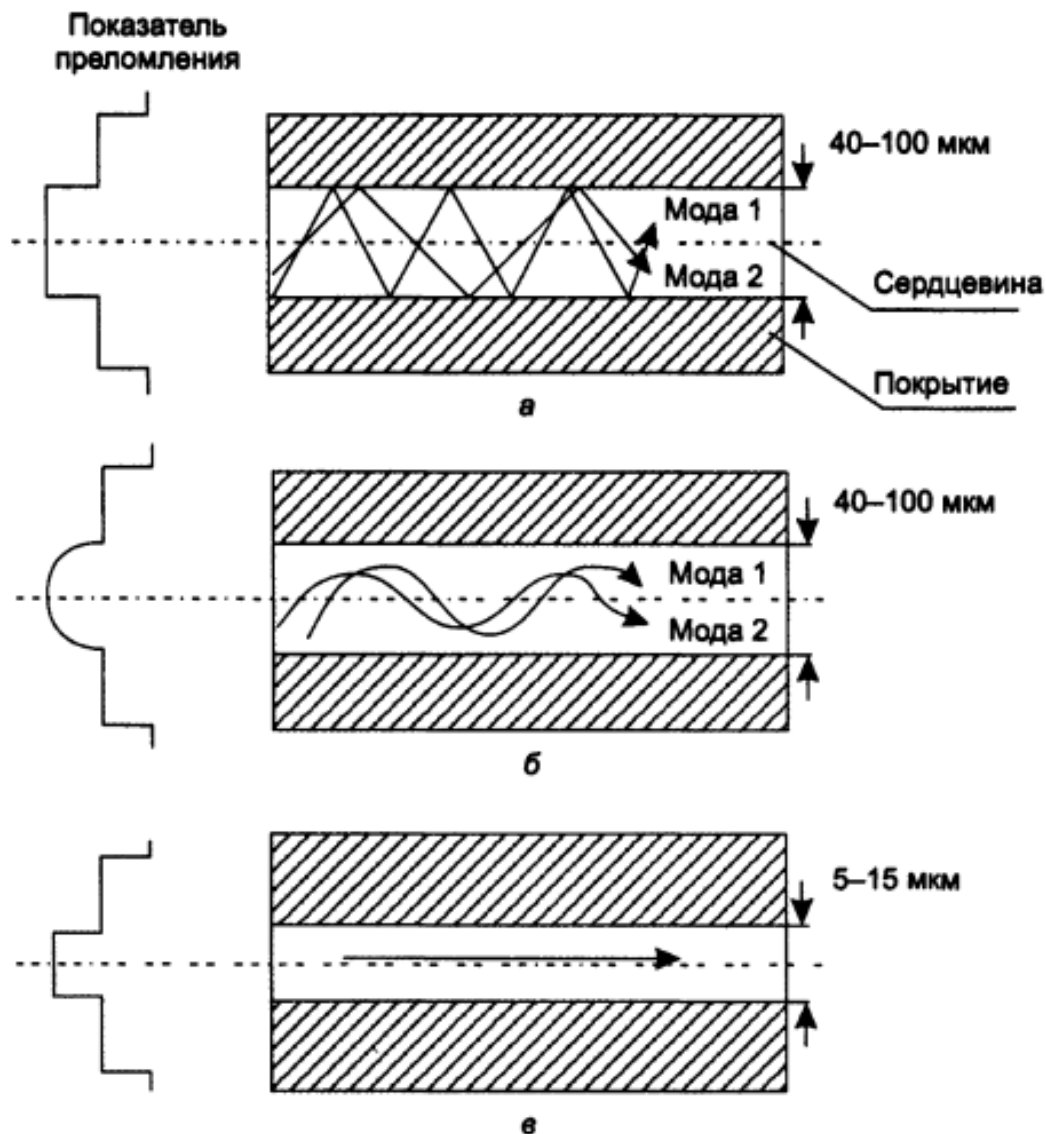


Рис. 8.17. Типы оптического кабеля

Оптоволокно: одномодове vs багатомодове

Одномодове = Single Mode Fiber = SMF – центральний провідник малого діаметру, співставимий з довжиною хвилі світла – від 5 до 10 мкм.

~ 10 Gb/s (+ DWDM = ~Tb/s) ~10-100 km

1. Дорого для виробництва (лазерні діоди).
2. Важко направити пучок світла не втративши частину енергії

Багатомодове = Multi Mode Fiber = MMF – широкі сердечники, в яких одночасно є декілька світлових променів.

~ 1 Gb/s 300-2000 m

Кут відбивання променя називається **модою** променя.

Оптоволокно: вікна прозорості

Вікно прозорості – діапазон довжин хвиль оптичного випромінювання, в якому має місце менше, порівняно з іншими діапазонами згасання випромінювання в середовищі.

Стандартне ступінчасте оптоволокно має три вікна прозорості:
850 нм, 1310 нм, 1550 нм.

4 вікно – до 1620 нм.

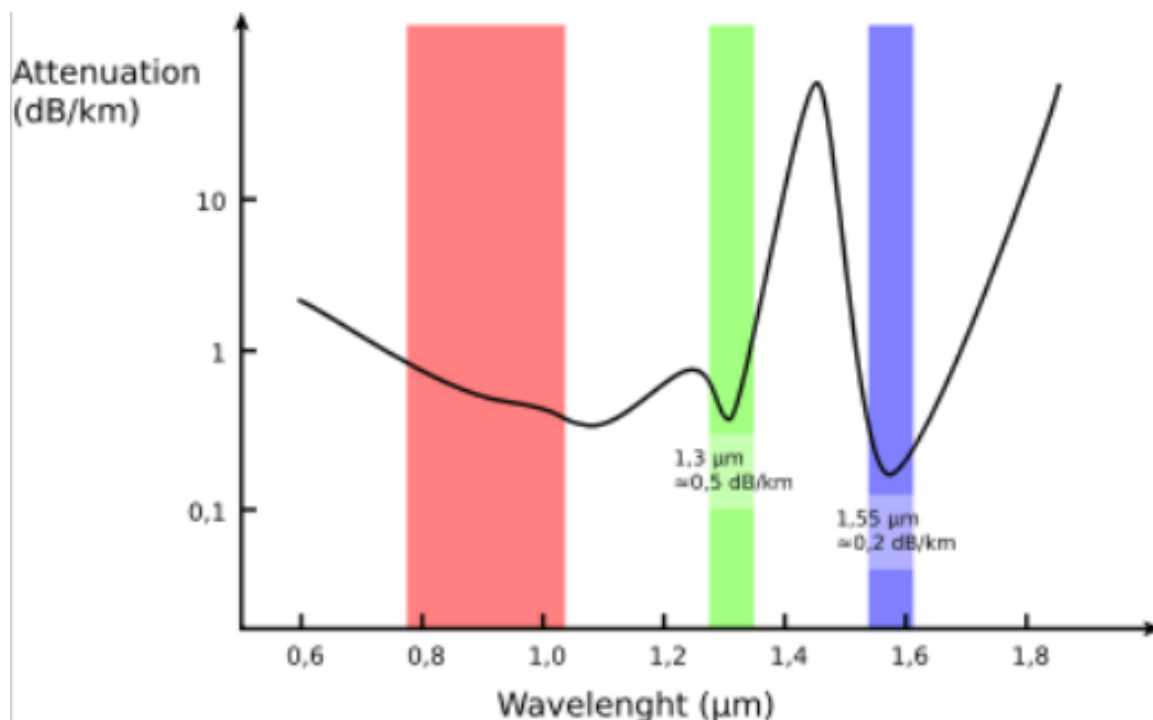


График зависимости затухания в кварцевом волокне от длины волны излучения и три окна прозрачности

Оптоволокно: вікна прозорості

5 вікно – очистка оптоволокна від сторонніх домішок => нові спектральні діапазони в інтервалі 1260 – 1675 нм:

Позначення	Діапазон, нм	Назва	Англ
O	1260...1360	Основний	Original
E	1360...1460	Розширений	Extended
S	1460...1530	Короткохвильовий	Short wavelength
C	1530...1565	Стандартний	Conventional
L	1565...1625	Довгохвильовий	Long wavelength
U	1625...1675	Наддовгохвильовий	Ultra-long wavelength

WDM = Спектральне ущільнення каналів

Спектральне ущільнення каналів = Wavelength Division Multiplexing \equiv *Мультиплексування з розділенням по довжині хвилі* — технологія яка дає змогу:

- 1). одночасно передавати **декілька інформаційних каналів** по **одному оптичному волокну** на різних несучих частотах;
- 2). суттєво **збільшити пропускну здатність каналу**, причому можна із використанням вже прокладених оптичних ліній;
- 3). організувати **двохсторонню багатоканальну передачу трафіка по одному волокну** (у звичайних лініях є пара волокон для прямої і зворотної передачі)

WDM: принцип роботи і види WDM систем

Принцип роботи:

Найпростіший варіант: кожний лазерний передавач генерує сигнал на визначеній частоті з частотного плану => об'єднуються мультиплексором (MUX) => вводяться в оптоволокно => розділяються демультимплексором (DEMUX)

Види WDM систем:

Історично перші виникли 2-хвильові WDM системи, які працюють на центральних довжинах хвиль їх 2 і 3 вікна прозорості кварцевого волокна (1310 і 1550 нм).

Через велике спектральне рознесення майже відсутні впливи каналів одне на одного.

Дає змогу або подвоїти швидкість передачі даних по оптоволокну або організувати дуплексний зв'язок.

WDM: сучасні види WDM систем

на основі стандартного частотного плану (ITU-T Rec. G.692):

1. **Грубі WDM = Coarse WDM = CWDM** — системи з частотним рознесенням каналів не менше 200 ГГц, що дає змогу мультиплексувати не більше 16 каналів.

Міські мережі до 50 км, низька вартість обладнання.

2. **Щільні WDM = Dense WDM = DWDM** — рознесення каналів не менше 100 ГГц – не більше 32 каналів.

3. **Високощільні WDM = High Dense WDM = HDWDM** — рознесення каналів 50 ГГц і менше, не менше 64 каналів.

Магістральні мережі, високі вимоги до обладнання.

Поштовх – поява недорогих і ефективних волоконних ербієвих підсилювачів (EDFA), які працюють в 1525 - 1565 нм (3 вікно прозорості кварцевого волокна).

WDM: рекорди передачі даних

Японська **Nippon Telegraph and Telephone** (NTT) продемонструвала передачу даних по одному оптичному кабелю довжиною **160 км**, швидкість становила **14 Тбіт/с**, побивши рекорд в 10 Тбіт/с.



Передача даних проведена в **140-канальному** режимі із пропускною здатністю в **111 Гбіт/с** на кожний канал.

Системний адміністратор корпорації **СамПанСклепав** (СПС) **Вася Пупкін** (із с. Задрипанці) продемонстрував швидкість передачі даних у **30 Тбіт/с** (абсолютний рекорд).

Передача даних проведена коробкою із хардами, яка впала з полиці з висоти 1 м. Водночас зафіксований абсолютний рекорд у швидкості падіння серця в пятки.

Переваги оптоволокна

1. Мале затухання сигналу (підсилювачі через 40, 80, 120 км)
2. Висока пропускна здатність дає змогу передавати інформацію на високій швидкості.
3. Висока надійність оптичного середовища (не окисляється, не мокнуть, не піддаються електромагнітному впливу).
4. Інформаційна безпека
5. Висока захищеність від міжхвильових впливів
6. Пожежо і взривобезпека при зміні фізичних і хімічних параметрів
7. Малі габарити і маса

Недоліки оптоволокна

1. Відносна хрупкість
2. Складна технологія виготовлення волокна і компонент
3. Складність перетворення сигналу
4. Дороге кінцеве обладнання
5. Замутніння волокна з часом внаслідок старіння