

# Тема 1. Мрежова преносна среда

Мрежово окабеляване  
Коаксиален кабел  
Кабел с усукани двойки проводници  
Оптичен кабел  
Безжична преносна среда  
Лазер (Laser)  
Инфрачервени лъчи (Infrared – IrDA)  
Радиовълни  
Въпроси и задачи

Мрежовата преносна среда осигурява предаване на сигналите между компютрите и останалите устройства включени в компютърната мрежа. Основният начин за връзка е с помощта на кабел. Съществуват и други технологии за пренос на информация – безжични връзки. В настоящата тема са разгледани двата вида преносни среди – кабелна и безжична.

## Мрежово окабеляване

При изграждане на компютърна мрежа основният начин за връзка между компютрите е с помощта на кабел. Кабелът се явява основен компонент, чийто избор определя какви допълнителни компоненти ще са необходими за съответната мрежа. Най-често се използват следните основни видове кабели:

- Коаксиални;
- С усукани двойки проводници;
- Оптически.

### Коаксиален кабел

Коаксиалният кабел е бил индустриален стандарт и все още се среща в по-старите мрежи. Този кабел е подобен на използвания от кабелната телевизия. Той има дебел меден проводник в центъра, който е обвит от изолиращ пластмасов слой. Сигналът се предава по медния проводник. Изолиращият слой е обвит с метално фолио или оплетка от мед или алуминий. Този външен проводник е разположен по цялата дължина на кабела, откъдето идва и името коаксиален (coaxial): – съвместно (co) и по цялата ос на кабела (axial) има два физически канала – медният проводник (сърцевината) за пренос на сигналите и оплетката – за земя. Външният слой играе и ролята на екран срещу външни смущения. Всички тези компоненти се опаковат с обвивка от пластмаса, гума или негорим материал.



Фиг. 1-1. Коаксиален кабел

Коаксиалният кабел е стандартизиран чрез спецификациите RG (Registered Grade). Използван в компютърните мрежи той има основно две разновидности – тънък (thinnet) и дебел (thicknet).

### Тънък коаксиален кабел

Тънкият коаксиален кабел е с диаметър една четвърт инч и е по-гъвкав от thicknet кабела. Спецификацията, която най-много се използва е RG-58. Неговият импеданс е 50 ома. Сигналът при този вид кабел може да се пренася на разстояния до 185 метра, след което започва да заглъхва.



Фиг. 1-2. Тънък коаксиален кабел RG-58

### Забележка

Коаксиалният кабел, използван от кабелната телевизия прилича на thinnet кабела, но не е същият. При кабелната телевизия се използва кабел със спецификация RG-59, RG-6, RG-11 с импеданс 75 ома.

Коаксиалният кабел не е скъп, но е труден за употреба. Чрез него се постигат по-ниски скорости на трансфер в сравнение с кабелите с усукани двойки проводници. Използва се на ограничени места в индустрията, при наличие на силни електромагнитни полета.

### Хардуер за свързване на тънък коаксиален кабел

За свързване на тънкия коаксиален кабел в мрежа се използва компонент, наречен *British Naval Connector (BNC)* конектор.



Фиг. 1-3. BNC конектор

Съществуват следните видове конектори:

- BNC кабелен конектор;
- BNC T конектор (1 мъжки + 2 женски (1M+2F), 3 женски (3F));
- BNC цилиндричен конектор (F-F);
- BNC терминатор.

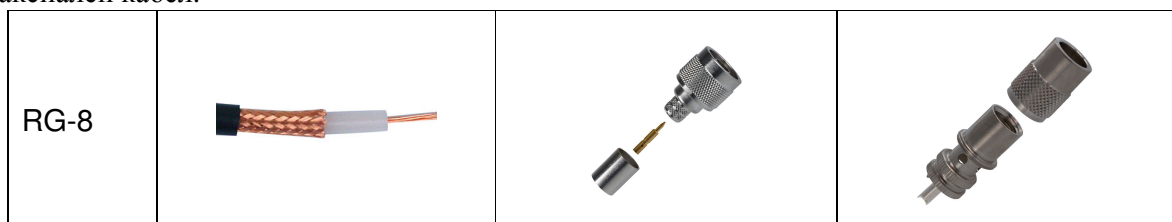


Фиг. 1-4. Видове BNC конектори:  
кабелен конектор, T конектор (1M+2F, 3F), цилиндричен конектор, терминатор

Към двата края на коаксиалния кабел се монтират BNC кабелни конектори. Връзката между два кабела и мрежовата карта се осъществява с помощта на BNC T конектор. В двата края на мрежата, към свободния край на T конектора е необходимо да се постави по един BNC терминатор – 50 омова съпротивление. Чрез това съпротивление се избягва ефекта на „отразения сигнал”.

### Дебел коаксиален кабел

Дебелият коаксиален кабел (thicknet) е с диаметър половин инч. Използват се спецификациите RG-8 или RG-11. Може да предава сигнала на големи разстояния – до 500 метра, без затихване. Той обаче е по-скъп и с него се работи по-трудно, отколкото с тънкия коаксиален кабел.



RG-11			
-------	---	---	---

### Кабел с усукани двойки проводници

Кабелът с усукани двойки представлява една или повече двойки от медни проводници, усукани една около друга и обвити с външна изолация. Чрез усукването на проводниците се предотвратява влиянието на електромагнитните смущения върху предавания сигнал.

### Забележка

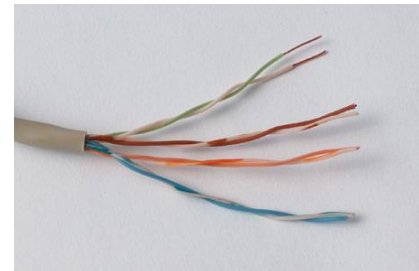
По всяка двойка проводници тече ток по затворен контур. Сигналът в една от двойките проводници създава магнитно поле, което генерира електродвижещо напрежение в съседните проводници. Напрежението, което се генерира във всеки един от двойка проводници е еднакво по големина. Но тъй като тока тече в контур, то се явява противоположно по посока. Влиянието на шума се неутрализира.

Има няколко типа кабели с усукани двойки:

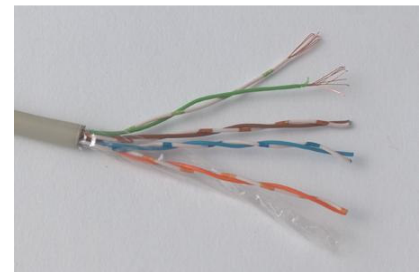
- **Неекранирана усукана двойка (Unshielded Twisted Pair – UTP).** Това е най-евтиният кабел, който се използва масово в съвременните компютърни мрежи. UTP е направен от една или повече двойки от медни проводници, като всеки проводник в двойката е усукан около другия. UTP обикновено се състои от 4 двойки от усукани кабели с цветови кодове. Основен недостатък на UTP е, че не е удобен за предаване на данни на дълги разстояния – до 90 метра. С увеличаването на дължината на кабела се влошава качеството и силата на сигнала.

Съществува вариант на UTP кабела – patch кабел – при който проводниците са многожилни.

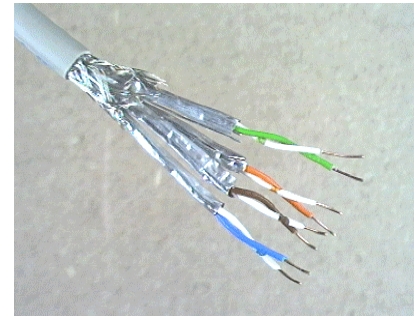
- **Екранирана усукана двойка (Shielded Twisted Pair – STP).** Този кабел е подобен на UTP, с няколко цветово кодирани усукани двойки, но той включва и защитно фолио под пластмасовата изолация. Всяка двойка е екранирана. Защитното покритие предпазва проводниците от външни смущения и помага за защитата на данните. Това осъществява STP кабела.



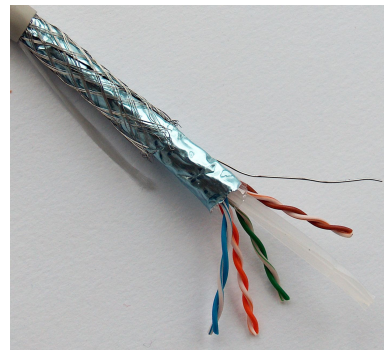
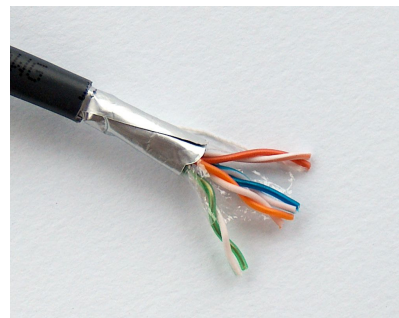
Кабел UTP CAT.5



Кабел UTP CAT.5 PATCH



- **Фолио-екранирана усукана двойка (Foiled Twisted Pair – FTP).** Това е кабел с усукани двойки, който е по-евтин от STP. Екранът е един – общ за всичките двойки проводници. Неговата изолация е от по-качествена пластмаса спрямо UTP кабела, предназначена за **външен монтаж**. Има копринена нишка или стоманен проводник за увеличаване на здравината.
- **SFTP (Screened Fully-shielded Twisted Pair)** е друг тип кабел с усукани двойки. Има екран от алуминиево фолио и метална оплетка. В средата има носещо пластмасово ядро, стоманена и копринена нишка. Подходящ за външен и вътрешен монтаж в помещения с високо ниво на смущения и високи изисквания за надеждност.



### Категории кабели с усукани двойки проводници

Има различни категории окабеляване с усукана двойка, като всяка от тях е разработена да предава данни с различна скорост. Следващата таблица показва шестте основни категории на усуканата двойка.

Категория	Характеристики
CAT 1	Разработен за предаване на глас на къси разстояния. Не е подходящ за предаване на данни.
CAT 2	Разработен за предаване на данни до 4 Mbps. Вече не се използва.
CAT 3	Разработен за предаване на данни до 10 Mbps. Разпространен в началото на 90-те години.
CAT 4	Разработен за предаване на данни до 16 Mbps. Използван в IBM токен-ринг мрежите.
CAT 5	Разработен за предаване на данни от 100 Mbps или повече. Най-масово използваната категория кабел с усукани двойки.
CAT 5e	Индустриален стандарт за 1000Mbps. Наложил се е на пазара преди излизане на официалния CAT 6 стандарт.
CAT 6	Предназначен за изграждане на 100 и 1000Mbps мрежи.

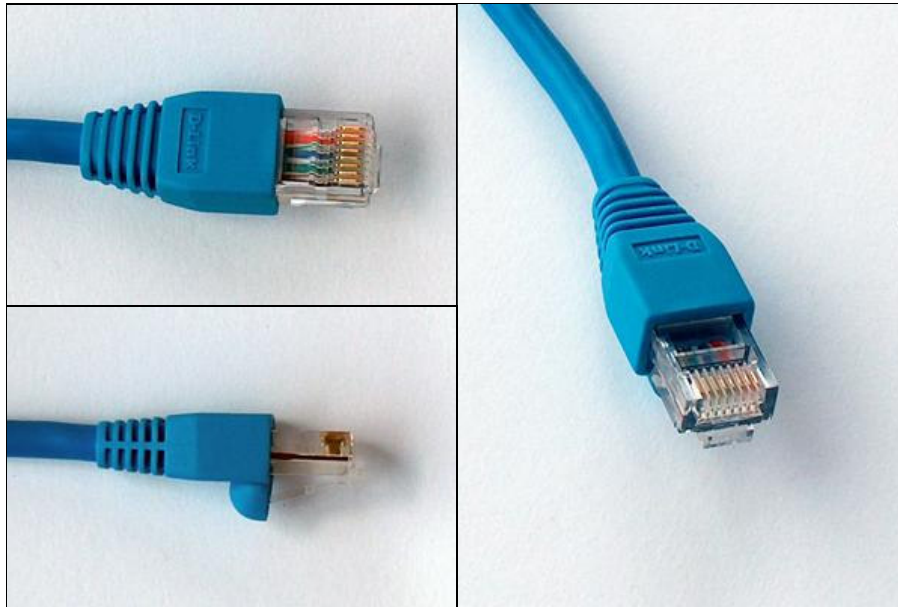
Таблица 1-1. Категории кабели с медни проводници

### Забележка

*Тези категории се отнасят не само за кабелите, но и за съпътстващите компоненти.*

## Хардуер за свързване на кабели с усукани двойки

Кабелите с усукана двойка се свързват към компютри и други устройства, използвайки конектор **RJ-45**. RJ (Registered Jack – регистриран жак) конекторът се нарича така, защото е регистриран от Федералната комисия по комуникации на САЩ. Този конектор изглежда подобно на конектора на телефонната линия – **RJ-11** с тази разлика, че е малко по-голям. Той има 8 кабелни връзки, докато при **RJ-11** те са само 4. Конекторът RJ-45 се монтира към кабел с усукани двойки проводници с помощта на специални клещи за кримпване.



Фиг.1-5. RJ-45 жак

## Монтаж на конектор RJ-45 към кабел с усукани двойки проводници

UTP кабелът се състои от 4 двойки от усукани кабели с цветови кодове. При монтаж на конектора трябва да се има предвид цветовата подредба на проводниците. По стандарт има две цветови схеми – T568A и T568B.










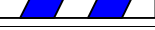






RJ-45 пин №	Цветова подредба T568A	Цветова подредба T568B
1	 Бял-зелен	 Бял-оранжев
2	 Зелен	 Оранжев
3	 Бял-оранжев	 Бял-зелен
4	 Син	 Син
5	 Бял-син	 Бял-син
6	 Оранжев	 Зелен
7	 Бял-кафяв	 Бял-кафяв
8	 Кафяв	 Кафяв

Таблица 1-2. Цветови схеми T568A и T568B

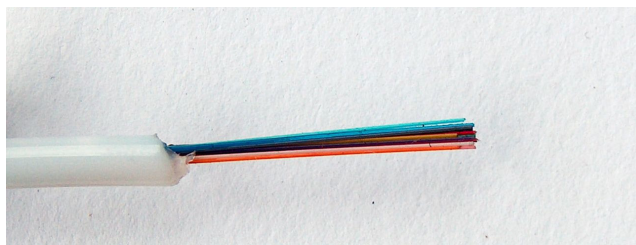
За направата на **прав кабел** трябва да се използва една и съща цветова схема от двете страни на кабела.

За направата на **кръстосан кабел** единият край на кабела се свързва по едната схема, а другия – по втората. Прав кабел се използва за свързване на компютър към хъб или суич. Кръстосан кабел се използва за свързване на два компютъра директно един с друг, както и за свързване на два хъба (суича).

Виж: [Стъпка по стъпка – Монтаж на RJ-45 конектор](#)

## Оптический кабель

*Оптический кабель* (fiber-optic) се различава от останалите форми на мрежово окабеляване, защото предава импулси от светлина, а не електрически импулси. Това позволява много по-високи скорости на трансфер на данните – оптичният кабел може да предава данни със скорост до 40 Gbps. Този кабел се използва за опорни сегменти за дълги разстояния, които могат да свързват градове или държави.



Фиг. 1-6. Оптичен кабел

Оптичният кабел се състои от едно или повече стъклени или пластмасови влакна, които предават светлината. Множество влакна могат да бъдат включени в един оптичен кабел, което позволява множество мрежи да предават данни по него. Всяко влакно е оградено от защитен метален слой, обвит в слой пластмаса, наречен буфер. Най-отвън има твърда пластмасова обвивка.

Влакнесто оптичните кабели осигуряват шумоустойчивост на сигналите и безпогрешно предаване на големи разстояния при най-високо ниво на защита на информацията в мрежата.

Оптичните кабели са най-скъпото окабеляване. Освен самата му себестойност, най-големите разходи по използването му са свързани с човешкия труд – с оптически кабел се работи много по-трудно, а за снаждането на отделните нишки се изискват специално обучени техници и съответно инструмент за заваряване на влакната – [сплайсер](#).

### Режими на работа на оптичните кабели

Оптичният кабел може да работи в един от следните два режима:

- **Единичен режим** (Single mode) – светлината пътува по оста на кабела. По-бърз режим, използва се предимно в WAN мрежите за разстояния до 70 км.
- **Множествен режим** (Multi mode) – светлинните вълни навлизат в стъкления канал под различни ъгли като непрекъснато се отразяват и отскачат от стените на стъклената тръба. По-бавен от единичния поради дисперсията на светлината. Използва се в LAN мрежите за разстояния до 2000 м.

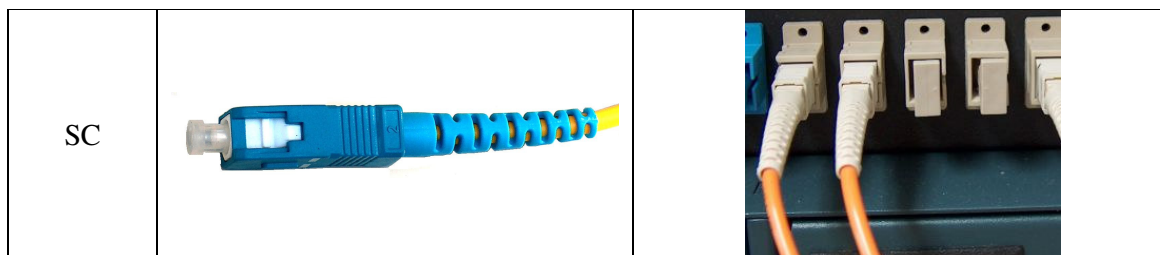
Виж: [Оптическа дисперсия](#)

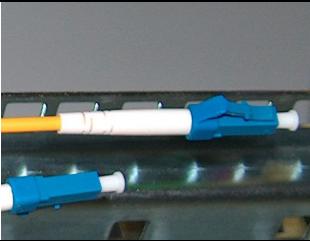
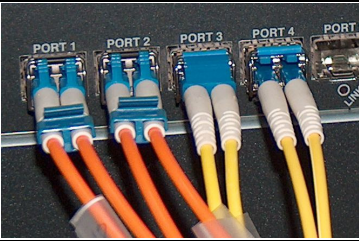






Виж: [Изчисляване на максималната дължина на оптически кабел](#).

### Хардуер за свързване на оптични влакна

- **Конектори за оптични кабели**

Произвеждат се в следните варианти: SC, LC, ST, FC и др.

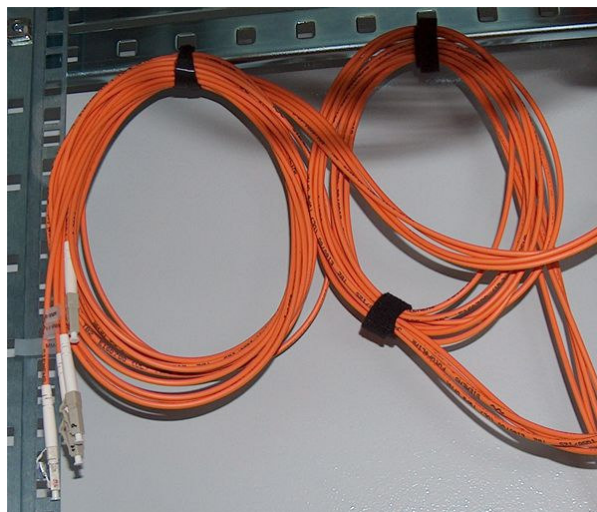


LC		
PM		
ST		
FC		

Конекторите за оптични кабели са най-трудни за монтаж. Краищата на кабела се срязват с много голяма точност перпендикулярно, подравняват се прецизно, след което кабелът се свързва към конектора с нагорещено лепило или епоксидна смола.

- **Patch кабели**

Използват се при свързване на крайните устройства. Представяват меки гъвкави оптически кабели с пластмасова сърцевина.



Фиг. 1-7. Оптически Patch кабел

Виж: [Стъпка по стъпка – Сплайсване на оптични влакна](#)



## Безжична преносна среда

Безжичните компютърни мрежи стават все по-популярни в наши дни. Те имат редица предимства:

- отпада необходимостта от окабеляване;
- компютрите не се обвързват с конкретно работно място;
- лесно се включва нов компютър към мрежата.

### Внимание

*При изграждане на безжична компютърна мрежа важен момент, на който трябва да се обърне особено внимание е сигурността на данните.*

При безжичните комуникации има три основни метода за предаване на информация:

- чрез лазер;
- с инфрачервени лъчи;
- с помощта на радиовълни.

### Лазер (Laser)

Лазерът ни е познат от различни устройства – принтери, мерници за оръжия, посочващи устройства, хирургически инструменти.

Технологията се основава на усилване на светлината чрез стимулирана емисия на лъчение. Лазерният генератор излъчва поле от електромагнитна енергия, в която всички вълни са с еднаква честота и са подредени във фаза. Различните типове лазери произвеждат лъчи с различна дължина на вълната.

Сигналът при лазерните мрежи представлява импулси от лазерна светлина. Самата технология изисква пряка видимост между две устройства за осъществяване на комуникация. Това е и основният недостатък на лазерните безжични комуникации.

FSO (Fiber Space Optics) е безжична оптическа технология, която използва лазерна светлина за предаване на данни между две точки. Тези технологии са създадени за военни и космически приложения и едва в последните години имат по-голямо приложение. Обикновено се използва инфрачервен или червен лазер. Повечето системи работят на първо или второ ниво от OSI модела – това означава, че те създават прозрачно продължение на LAN без необходимост от специфичен софтуер.

Скоростта на пренасяната информация зависи от качеството на преносната среда. Във вакуум пренасянето на информация с насочен лазер не се различава съществено от пренасянето на информация чрез оптически кабел и скоростите на трансфер, които могат да се постигнат са приблизително същите – до няколко гигабита. В атмосферата е възможно предаване на информация със скорост до 10Mbps. (Пример: <http://ronja.twibright.com/> 10Mbps на 1.4km) Нарушените атмосферни условия – дъжд, сняг, мъгла, светкавици и др. – пречат на трансфера. Начин за намаляване на грешките е чрез дублиране на информацията – увеличаване на броя на излъчвателите и приемниците.

Най-сериозните проблеми пред технологията FSO са:

1. Пряко слънчево лъчение – за възпрепятстване на слънчевите лъчи се използват козирки, филтри.
2. Стабилност на насочването. Дори промяна в насочването с част от градуса е фатално. Крепежните елементи, самите сгради имат температурно разширение, което води до грешки в насочването. Избягва се с автоматична насочваща система или разширяване на лъча.
3. Наличие на вибрации с честота под 10Hz – това е проблем при изграждане на високи кули. Дори при високите сгради – над 10 етажа има вибрации, причинени от самата сграда, от ходене, строителни работи и други.

[Виж снимка от wikipedia.org](http://wikipedia.org)

## Инфрачервени лъчи (Infrared – IrDA)

Използват се при дистанционните устройства на телевизорите, мобилни телефони, аудио и видеотехника. Сигналът за пренос на информация представлява съвкупност от лъчи в инфрачервения спектър.

За изграждане на компютърна мрежа се използват устройства по спецификациите IrDA (Infrared Data Association). Разстоянията между излъчвателя и приемника са от 5cm до 60cm. IrDA е FSO технологията с най-малък обseg. Използват се няколко основни категории устройства, определящи различните нива на скорост на обмена:

SIR (Serial Infrared) предлага скорости, нормално поддържани от серийния порт RS-232 (9600bps, 19200bps, 38400bps, 57600bps и 115200bps);

MIR (Medium Infrared) не е официална категория. Устройствата предлагат скорости 0.576 Mbps и 1.152 Mbps;

FIR (Fast Infrared). Скорост до 4Mbps.

VFIR (Very Fast Infrared). Скорост до 16Mbps.

UFIR (Ultra Fast Infrared). Това е последната категория, която в момента се разработва. Тя обещава скорости до 100Mbps.

## Радиовълни

Най-общо технологиите за изграждане на безжична компютърна мрежа чрез използване на радиовълни в гигагерцовия обхват се разделят на:

PAN – технология за изграждане на безжична персонална мрежа

WLAN – технология за изграждане на безжична локална мрежа

WWAN – технология за изграждане на безжична глобална мрежа.

### WPAN - Bluetooth устройства



Безжичната технология Bluetooth<sup>1</sup> е предназначена за връзка между компютри, телефони и мобилни аксесоари на къси разстояния, създавайки персонална локална мрежа (PAN – Personal Area Network). Тя е проектирана да замести кабелните връзки между устройствата, предлагайки висока степен на защита на информацията. Основните ѝ характеристики са: ниско ниво на енергопотребление, ниска цена. Също както и безжичните мрежи 802.11b, 802.11g тя работи в свободния от лицензиране радиочестотен диапазон 2400-2483.5 MHz., но използва различна модулационна техника. Радио-честотите са разделени на 79 RF канала, номерирани от 0 до 78, всеки канал е изместен с 1MHz, започвайки от 2402MHz. Използват се два метода на модулиране. При базовия Bluetooth се използва GFSK (Gaussian Frequency-Shift Keying) – модулиране с изместване на честотата. Различните двоични стойности се модулират с различна честота, като отклонението е не по-малко от 115kHz. За намаляване на ефекта от радио-интерференция и за осигуряване на защита от подслушване се използва модулацията FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum). Това е прост, лесно реализируем метод – информацията се разделя на времеви слотове, всеки с продължителност 625ms. Честотата на всеки слот се променя псевдослучайно, като схемата е известна само на предавателя и приемника.

В зависимост от мощността си Bluetooth устройствата са разделени на три класа:

Енергиен клас	Максимална изходна мощност	Приблизителен обхват
1	100 mW (20 dBm)	100 m
2	2.5 mW (4 dBm)	10 m
3	1 mW (0 dBm)	1 m

Таблица 1-3. Класове Bluetooth устройства

<sup>1</sup> Знакът на Bluetooth е включен с разрешението на Bluetooth.com

Скоростта на трансфер зависи от версията: при версия 1.2 трансферът е 1Mbps, при версия 2.0+EDR – до 3Mbps.



Фиг. 1-8. Bluetooth адаптер

## WLAN

За изграждане на WLAN се използват широко разпространените **Wi-Fi** технологии. Те се основават на групата стандарти IEEE 802.11. В момента се използват шест техники на модулация на радио-сигналите, като трите най-популярни са дефинирани в стандартите 802.11a, 802.11b и 802.11g. Технологиите 802.11b и 802.11g използват свободна от лицензиране честотна лента около 2.4GHz, като може да се получи интерференция с безжични телефони, Bluetooth устройства и микровълнови печки. В много страни честотната лента 2.4GHz е претоварена или заета. Затова 802.11a използва диапазона над 5GHz. Недостатък за тези устройства е необходимост от пряка видимост между устройствата, висока степен на поглъщане от сгради и предмети. Това налага повишаване на предавателната мощност – което не се вписва в идеята за използване на технологията в мобилни компютри с ниско ниво на енергопотребление.

Протокол	Година	Честота	Скорост на трансфер (средна)	Скорост на трансфер (максимална)	Обхват (в сграда)	Обхват (на открито)
Базов	1997	2.4 GHz	0.9 Mbit/s	2 Mbit/s	20 m	100 m
802.11a	1999	5.15-5.35 GHz 5.47-5.725 GHz 5.725-5.875 GHz	25 Mbit/s	54 Mbit/s	35 m	120 m
802.11b	1999	2.4-2.5 GHz	6.5 Mbit/s	11 Mbit/s	38 m	140 m
802.11g	2003	2.4-2.5 GHz	25 Mbit/s	54 Mbit/s	38 m	140 m
802.11n	2007	2.4 или 5 GHz	200 Mbit/s	540 Mbit/s	70 m	250 m

Таблица 1-4. Стандарти 802.11

## WWAN

Безжичните глобални мрежи използват 2G и 3G технологиите, изграждащи на мрежи от клетъчни телефони (wide area cellular telephone networks). Такива са GSM (9600bps), GPRS (2G) – 56 и 114 kbps, UTMS (3G) downlink до 384 kbps и uplink до 64 kbps, CDMA2000 (3G) – до 1.8 Mbps, HSDPA (3.5G) – 1.8, 3.6, 7.2 и 14.4 Mbps.

Една нова технология обещава да завладее пазара на безжичните клетъчни мрежи – WiMax. Изградена е на базата на IEEE стандартите 802.16. Основният стандарт използва диапазона от радиочестоти 10-66 GHz. От версия 802.16d през 2004 г. радиодиапазонът е променен – 2-11GHz. Този стандарт се нарича „фиксиран WiMax”, понеже не осигурява мобилност на устройствата. Усъвършенстваният през 2005 г. 802.16e вече е „мобилен WiMax”. Използването на технологията OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing) понижава интерференцията, улеснява филтрацията на шум, подобрява енергийната ефективност. Реално WiMax технологията се използва за разстояния от 5 до 8 km при скорости от 512 Kbps до 2 Mbps.

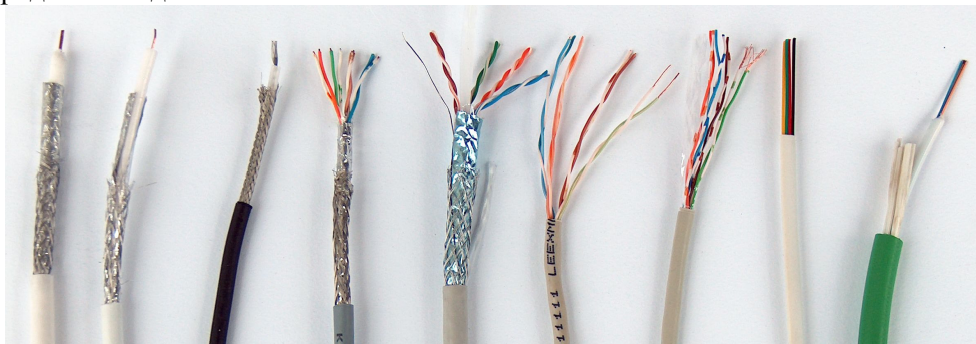
За изграждане на безжични връзки на големи разстояния се използват и мостове (wireless bridges) работещи в стандарта 802.11 с насочени антени. С устройства от най-висок клас (съответно цена) могат да се достигнат ефективно разстояния до 15 km при 2.4 GHz и до 30 km при 5GHz устройства.

Виж: [WiMax срещу WiFi](#)

Виж: [Скорост на трансфер за най-често използваните интерфейси](#)

## Въпроси и задачи

1. Опишете структурата на коаксиалния кабел
2. Кой стандарт за коаксиален кабел се използва при изграждане на компютърна мрежа?
3. При какви разстояния е удачно да се използва тънък коаксиален кабел?
4. Какъв тип конектор се използва за тънък коаксиален кабел?
5. От колко проводника се състои UTP кабелът?
6. При наличие на външни смущения какви типове кабели с усукани двойки проводници се използват?
7. При UTP кабел CAT 5е какви скорости на мрежата се поддържат?
8. Кои са предимствата на оптичния кабел?
9. Определете вида на всеки от кабелите от Фиг. 1-9.



Фиг. 1-9