

### **3. Организация на комуникацията. Адресиране. Протоколи**

#### **3.1.OSI стандарт**

Съвременните мрежови архитектури следват принципите на модела OSI (Open Systems Interconnection). Създаден е от Международната организация по стандартизация ISO за връзка между отворени системи (системи, чиито ресурси могат да се използват от други такива в мрежата).

Този модел причислява различните процеси на комуникационната сесия към различни функционални нива. Нивата са организирани спрямо естествената поредица от събития, възникващи по време на комуникацията. Именно това разграничаване позволява категоризацията на различните междинни устройства от компютърната подмрежа. По този начин по-лесно може да бъде обяснена и разбрана тяхната роля и функционалност.

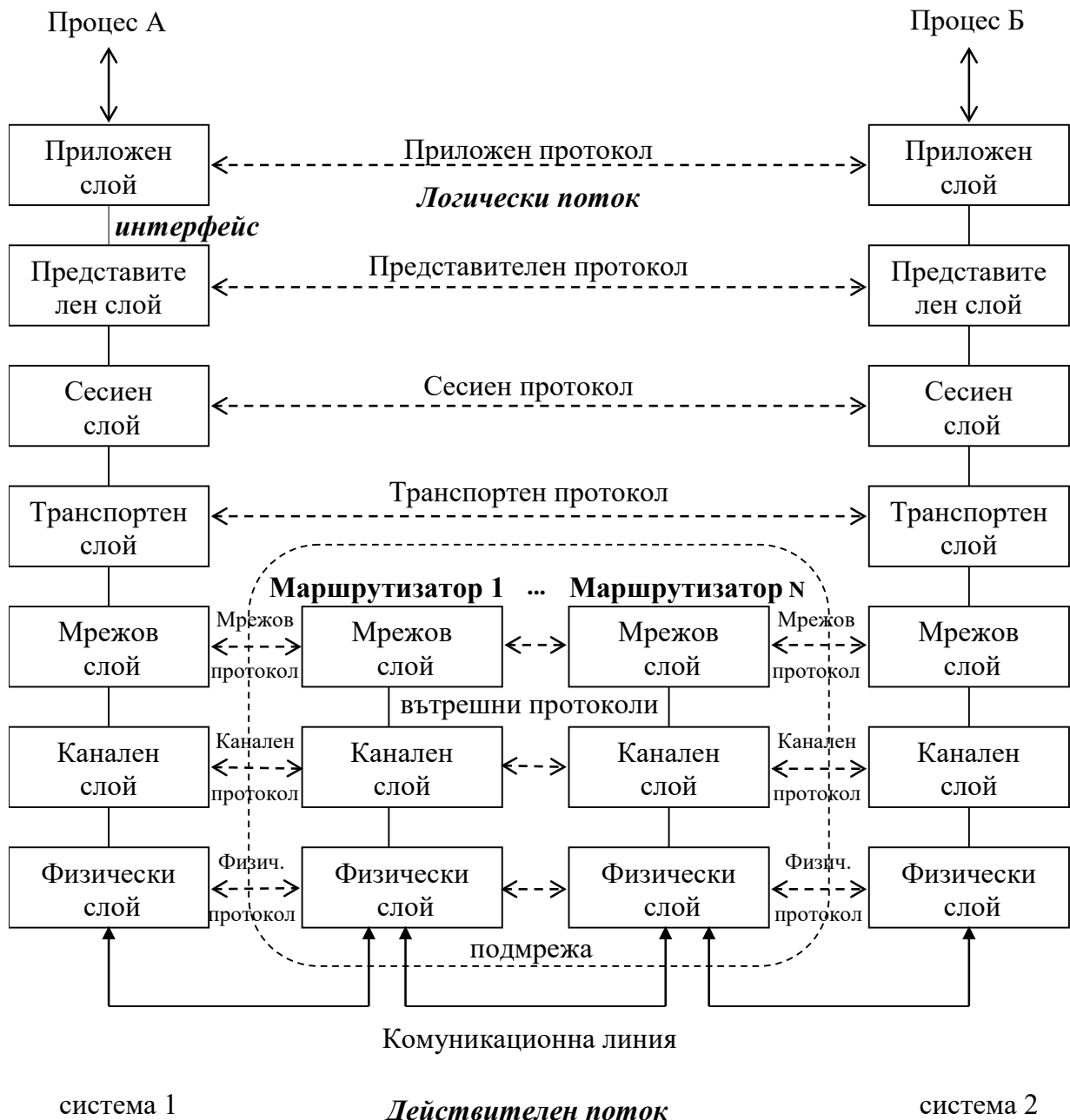
Когато се разглежда структурата и значението на OSI модела, е необходимо да се обърне внимание на следното:

- архитектура - нивата и тяхната функционалност;
- основни понятия – услуга, интерфейс и протокол;
- елементи за стандартизация – спецификация на протокола, дефиниция на услугата и адресация.

Относителният OSI модел е съставен от седем нива с различна функционалност (фигура 1). Всяко едно от тях се състои от обекти, изпълнява определена логическа функция и предлага специфични услуги за по-горния слой. Съвкупността от правила за взаимодействие между обекти от едноименни слоеве се нарича протокол, а правилата за взаимодействие на обектите от съседни слоеве на една и съща система се нарича интерфейс.

Във всеки слой има три елемента на стандартизация, споменати по-горе. Първият от тях е спецификация на протокола, което означава да е ясна структурата на неговата единица за данни, семантиката на всичките ѝ полета, начина на предаването ѝ и т.н. Дефиницията на услугите определя услугите, предоставени за по-горния слой. Самият модел не посочва как да бъдат реализирани. Адресацията се състои в идентифициране на точките за достъп (SAP-Service Access Point) до предлаганите услуги от конкретния слой.

Когато се говори за комуникация между два обекта от едно и също ниво, трябва да се прави разлика между логически и действителен поток на данните. Действителният поток преминава вертикално по нивата, докато за логически се счита непряката комуникация между два обекта от един и същи слой.



фигура 1 Комуникационен сценарий на модела OSI

Повечето съвременни мрежови модели се различават по степента, в която са наследили OSI модела. Често нивата се свиват до по-малко на брой, което означава и преразпределяне на функционалността. Въпреки това, всеки един от тези модели може да се съпостави с OSI и да се посочат

слоеве, до които той се разполага. Самата комуникация може да използва само част от нивата. Като пример може да се даде функционирането на единичен LAN сегмент, където обменът се извършва до второ ниво.

### **Физически слой (physical layer)**

Физическото ниво е най-долният слой на стандарта. Той е непосредствено свързан с комуникационната линия (физическата среда, която се използва за предаване на сигналите). Основната му функция е предаване на неструктуриран поток от битове по нея. На това ниво няма механизъм за определяне на значението на предаваните битове, което означава, че не може да се определи тяхната валидност.

Устройствата, които осигуряват съгласуваност между два сегмента на това ниво, са: повторител (repeater) и концентратор (hub).

Повторителите са хардуерни устройства, чиито основни функции са свързани с възстановяване и усилване на сигнала, удължаване на покривното разстояние и съгласуване между сегментите във физическия слой.

Концентраторите са хардуерни устройства, осигуряващи възможност за лесно включване на допълнителни възли в локалната компютърна мрежа.

### **Канален слой (data-link layer)**

Този слой използва услугите на физическия слой, разширява техните възможности и ги предоставя на мрежовия слой. Отговорен е за надеждното предаване на данните. Това означава осигуряване на надежден канал между два мрежови възли с отсъствието на каквито и да е грешки. Протоколната единица за данни се нарича кадър (frame) и съдържа достатъчно служебна информация за проверка на нейната правилност. Каналният слой е отговорен за откриването и коригирането на грешките на ниво кадър, както и превръщането на потоците от битове в кадри. Форматът на кадрите се определя от избрания протокол на канално ниво. Функциите на каналния слой обикновено се реализират смесено - апаратно и програмно. Колкото повече функции са реализирани софтуерно, толкова по-ниска е производителността.

Протоколите от този слой се разделят на две основни категории: асинхронни и синхронни. Трябва да се отбележи, че има разлика в понятието

„синхронизация“ за физическото и каналното ниво. На физическо ниво, то се свързва с определянето на границите на битовете на базата на общ синхронизационен сигнал. На канално ниво, смисълът е в разделянето на контролните от потребителските данни. Синхронните протоколи използват за граници уникална поредица от битове. Те могат да бъдат символно или битовоориентирани. При символноориентирани протоколи, потребителските данни се състоят от последователност от символи, ограничени от уникални контролни символи (SYN и EOT). Този тип протоколи са символнозависими, защото се базират на определен набор от символи (например ASCII или EBCDIC). При битовоориентирани протоколи няма специфичен набор от символи, както при символноориентирани. Последователността от битове се предава под формата на кадър, съдържащ потребителски, контролни и адресни данни, контролна сума, флаг за начало и за край.

Пример за синхронен символноориентиран протокол е Binary Synchronous Control (BSC; познат като BISYNC), създаден от IBM през 1960 г. за полудуплексна комуникация. Битовоориентиран протокол е High-level Data Link Control (HDLC), който се определя от стандартите ISO 3309, ISO 4335 и ISO 7809 и поддържа полудуплекс и пълен дуплекс.

Устройствата, които осигуряват съгласуваност между два сегмента на това ниво, са: мост (bridge) и комутатор (switch).

Основното предназначение на един мост е препредаване и филтриране на кадрите, използвайки указанията в тях MAC адреси на възлите получатели. Използва се най-често за сегментиране на големи и претоварени локални мрежи на по-малки мрежи.

Комутаторът е концентратор с възможност за комутация на кадри в каналния слой. Използва се за намаляване на вероятността от конфликти в IEEE 802.3 мрежи с интензивен трафик.

Физическият и каналният слой са необходими за всеки тип комуникация.

## **Мрежов слой (network layer)**

Мрежовият слой управлява функционирането на подмрежата. Понятието „подмрежа“ означава съвкупност от комуникационни линии и междинни мрежови възли (комутатори/маршрутизатори), осигуряващи

предаването на информация между крайните възли. Крайните възли не се включват в подмрежата. Мрежовото ниво е отговорно за установяването на маршрут, който да се използва при комуникацията. То няма вграден механизъм за откриване и съответно коригиране на грешки при предаване. Разчита на надеждните услуги на каналния слой. Използва се за обмен на данни между системи, намиращи се в различни локални сегменти, отделени чрез маршрутизатори.

Основни функции на това ниво са:

- адресация;
- маршрутизация;
- комутация;
- управление на натоварването.

Адресацията е необходима за еднозначна идентификация на адресираните обекти на мрежовия слой. Обикновено се използва йерархичен принцип на адресация, при който пълният адрес се състои от няколко степени, като първата от тях специфицира адреса на мрежата, втората – адресът на крайния възел (хоста), третата – идентификаторът на виканата програма (порта). За пример може да се посочи стандартът IPv4, при който адресът е 4-байтов. Йерархията е по-проста, включваща две степени: адрес на мрежата и адрес на хоста.

Маршрутизацията е най-важната функция на мрежовия слой. Свързана е с избиране на оптимален маршрут за преминаване на пакетите през подмрежата на базата на предварително зададен критерий. Протоколната единица за данни се нарича пакет. Пакетите са с фиксирана големина в рамките на една мрежа, но при извършване на преход между две мрежи е възможно пакетът да се раздели на части (фрагментира), след което да се възстанови (дефрагментира). Например преходът LAN-WAN-LAN.

Комутацията е нужна поради факта, че липсва във всеки един момент пряко съединение между всеки два възела на подмрежата. Намира приложение и на канално ниво.

Управление на натоварването е свързано с избягването на задръствания в подмрежата, при което рязко се влошават нейните характеристики.

Маршрутизаторът (router) е устройството, което свързва хетерогенни мрежи на мрежово ниво. Той представлява отделен, многопротоколен мрежови възел със собствен адрес. Използва се и за свързване на локална към глобална мрежа (например Internet).

Транспортният слой освобождава по-горния сесийен слой от грижата за надеждното и ефективно транспортиране на данните между крайните системи.

### **Сесийен слой (session layer)**

Петото ниво на OSI модела се нарича сесийно и се използва относително рядко като самостоятелно. Повечето протоколи свързват функциите му с тези на транспортно ниво. Основната му функция е да управлява комуникационния поток, наречен сесия. Към тези функции спадат:

- управление на диалога-двупосочен едновременно диалог (full duplex - FD), двупосочен алтернативен диалог (half duplex - HD), еднопосочен диалог (simplex);
- установяване, възстановяване и прекратяване на сесия;
- работа с пароли;
- осигуряване на статистика за работата на мрежата.

На това ниво се управляват т.нар. синхронизационни точки, които при грешка в предаването позволяват сесията да бъде възстановена от последната достигната точка.

Пример за протокол от този слой е Network Basic Input Output System (NetBIOS) на Microsoft. Той създава сесия между две машини, работещи под Windows операционна система, използвайки просто задаване на имена.

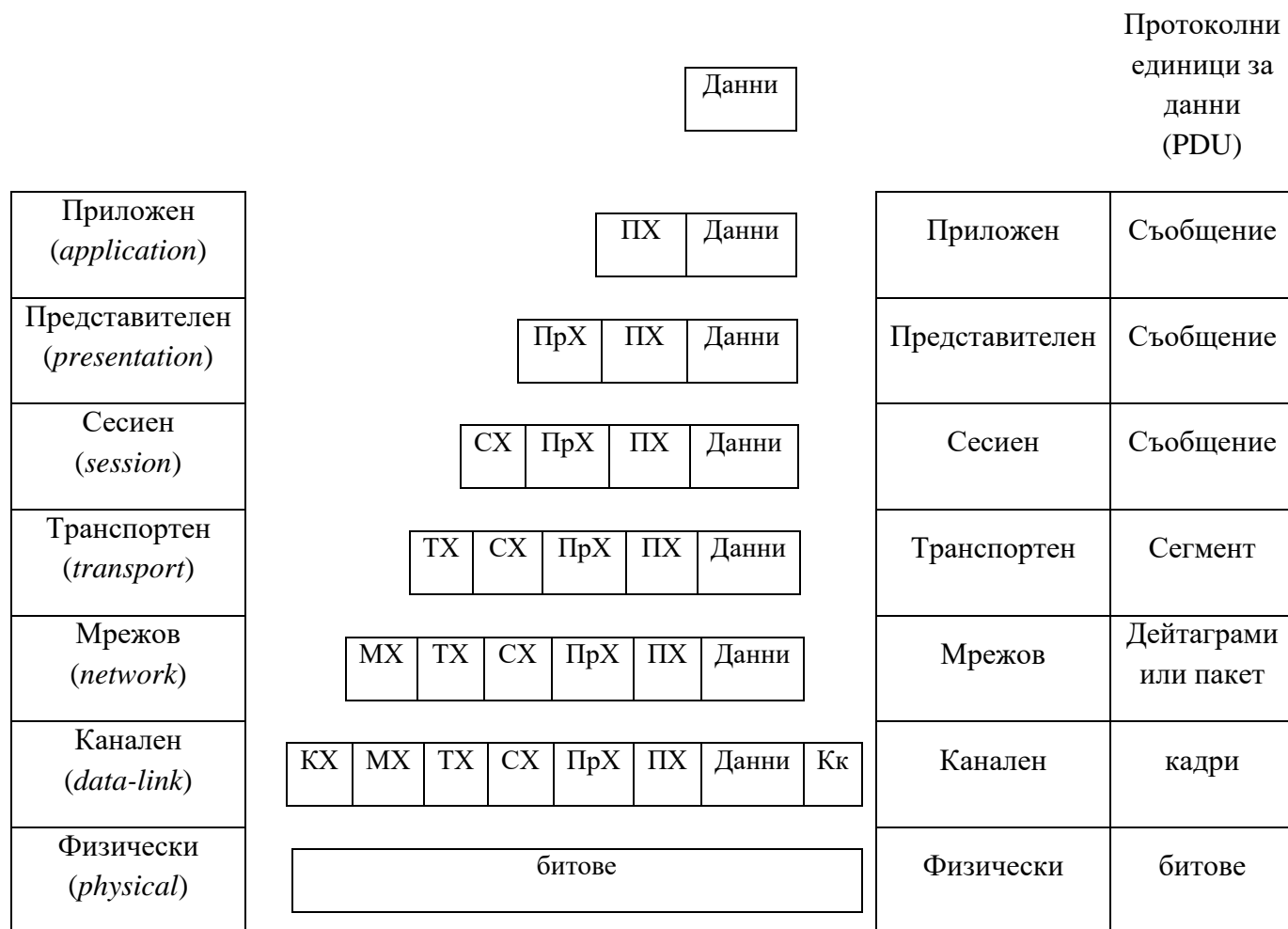
### **Представителен слой (presentation layer)**

Представителното ниво е отговорно за управление кодирането на данните, свързано е със синтаксиса и семантиката на предаваните данни. Този слой е предназначен за преодоляване на различията във форматите, кодовете и структурите на данните. Осигурява кодиращи и декодиращи услуги.

## Приложен слой (application layer)

Най-високото, седмо ниво, на OSI модела е приложният слой. Той осигурява услуги на приложните процеси и приложни протоколи, които ги реализират. Например достъп до HTTP, FTP, електронна поща, файлови и принтерни услуги.

## Протоколни единици за данни



фигура 2 Протоколни единици за данни

На фигура 2 може да се види структурата на протоколната единица за данни и специалните и названия спрямо нивата на OSI модела.

### 3.2. Множествен достъп с разпознаване на носещата и откриване на колизии (CSMA/CD)

Стандартът IEEE 802.3 използва протокол с името CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection). Този протокол допуска, че

всички възли в мрежата са равноправни, като им позволява да предават по общата комуникационна среда (шина), състезавайки се помежду си. Методът се основава на възможността всеки възел да разпознава кога шината е заета или свободна. Времето за разпространение на сигнала не трябва да превишава 512 бита (time slot – 51,2  $\mu$ s).

След получаване на заявка за предаване от протоколите на горните слоеве протоколът CSMA/CD формира кадър, който се предава в двете посоки по шината. В същото време друг възел може също да изпрати кадър в шината. Възниква конфликт (колизия) между двата кадъра, вследствие на което се получава деформация на сигнала. За избягването му се грижат мрежовите адаптери. При възникване на колизия участниците продължават да предават следващи 32 бита от данните, за да засилят сблъсъка (jam сигнал). Това гарантира разпознаването на конфликта от другите станции. При откриване на ранна колизия (по време на преамбюла) станцията продължава да предава преамбюла, следван от 32 бита данни. Всеки възел, участвал в конфликта, включва backoff алгоритъм за изчакване на различен интервал от време, преди да изпрати отново кадъра си. След 16 неуспешни опита контролерът на мрежовата платка предава към компютъра сигнал за грешка. Общият брой на устройствата, които се съревновават за честотната лента, се нарича колизионен домейн (фигура 3). Диаграма за предаване на кадър по метода на съревнование до общата среда за комуникация е представена на фигура 4.



фигура 3 Колизионен домейн

Процедурата по предаване в свободна среда и тази по време на колизия може да се опише по следния начин:

- *Главна процедура*

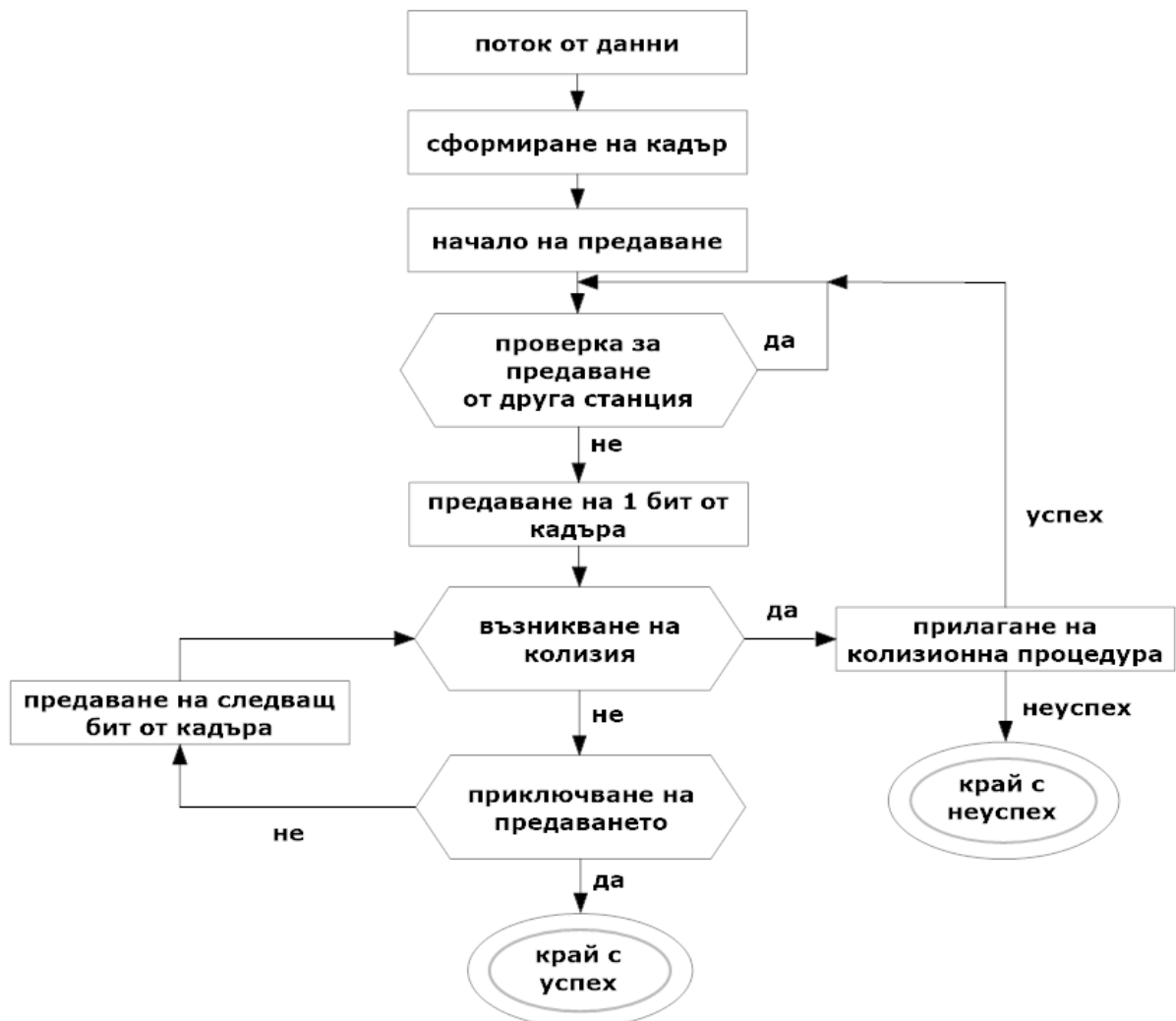
1. Кадърът е готов за предаване;



2. Свободна ли е средата? Ако не, изчаква се до нейното освобождаване;
3. Предаване;
4. Има ли колизия? Ако да, преминаване към *колизионната процедура*;
5. Успешно предаване;

- *Колизионна процедура*

1. Продължаване на опита за предаването;
2. Достигнат ли е максималният брой опити? Ако да, неуспех на предаването;
3. Случайно генериран период на изчакване;
4. Преминаване към точка 1.



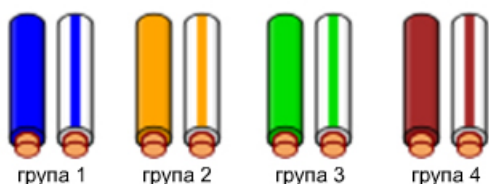
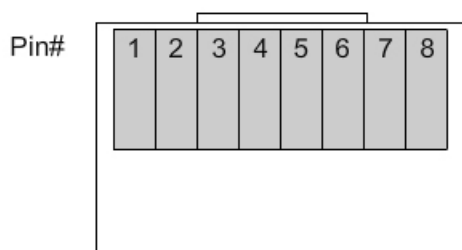
фигура 4 Алгоритъм за обработка на колизии

При увеличаване на възлите в мрежата конфликтите се увеличават и средната скорост намалява.

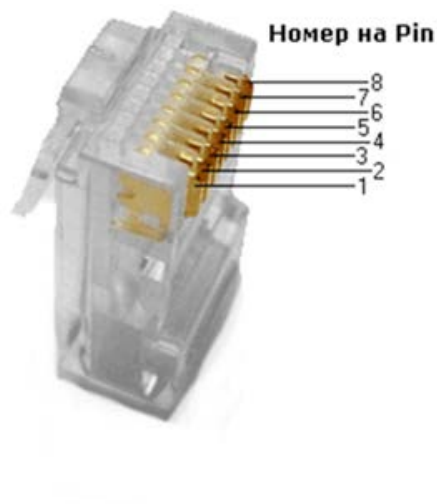
Локалните мрежи по стандарта IEEE 802.3 могат да бъдат комутирани. В този случай комуникационната среда престава да бъде обща. Използват се устройства – комутатори (устройства с високоскоростна комутационна матрица), които заместват концентраторите.

### Използване на конектори тип RJ-45

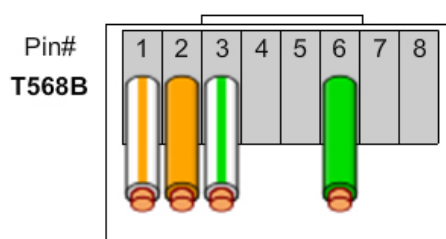
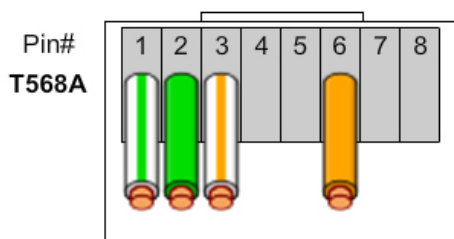
RJ-45 (Registered Jack, фигура 5б) е физически конектор, употребяван масово при съвременните локални мрежи за установяване на свързаност между устройства, на които физическите интерфейси позволяват използването на кабел с усукани двойки проводници. За целта стандартът TIA/EIA-568-B.1-2001 дефинира цветовите групи (фигура 5а), подредбата на цветовете T568A и T568B (фигура 5в,г,д,ж) и две основни схеми за реализиране на такъв тип свързаност – прав и кръстосан кабел.



а) цветови групи

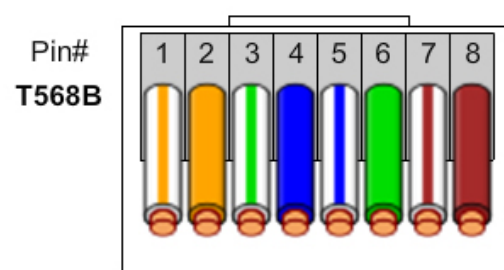
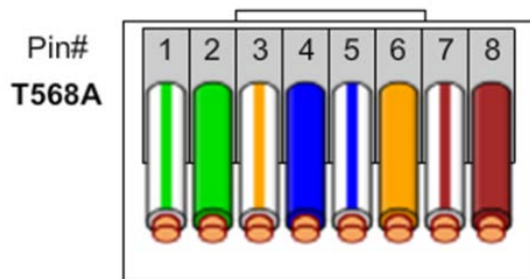


б) RJ-45 конектор



в) използване на две усукани двойки

г) използване на две усукани двойки



д) използване на четири усукани  
двойки

ж) използване на четири усукани  
двойки

фигура 5

Ако в двата края на кабела се приложи една и съща цвятова схема (T568A или T568B), то получената реализация се нарича прав кабел (straight-through cable). При използване на различни схеми (T568A и T568B) кабелът се нарича кръстосан (crossover cable).

Тези схеми на свързаност са продиктувани от факта, че предаващите двойки пинове на порта от едната страна трябва да бъдат свързани с приемащите такива от другата страна. Всеки порт, поддържащ този начин на свързване, може да бъде означен като MDI (medium dependent interface) или MDI-X (medium dependent interface crossover) **Error! Reference source not found..** Стандартно MDI се използва за крайните устройства (мрежови адаптери), докато MDI-X за портовете на междинните устройства (комутатори, концентратори). Правият кабел свързва MDI с MDI-X интерфейси, докато кръстосаният кабел е предназначен за еднотипни такива. Пример за използване на прав кабел може да бъде връзката между мрежов адаптер на компютър (MDI) и порт на комутатор (MDI-X). Ако поне едно от двете устройства поддържа функцията Auto-MDI/MDI-X, то може автоматично да открива необходимия вид кабелна връзка и да се преконфигурира по подходящ начин. Така се премахва необходимостта от кръстосан кабел. Съвременните междинни устройства притежават тази функция. В таблица 1 са показани MDI конфигурациите на пиновете на спецификациите 10Base-T, 100Base-TX и 1000Base-T. От нея се вижда, че 1000BASE-T използва и четирите двойки проводници за предаване в двете посоки (BiDirectional).

| Pin | Сигнал                   | 10Base-T | 100Base-TX | 1000Base-T |
|-----|--------------------------|----------|------------|------------|
| 1   | Предаване (+)/Двупосочен | TX+      | TX+        | BI_DA+     |
| 2   | Предаване (-)/Двупосочен | TX-      | TX-        | BI_DA-     |
| 3   | Приемане (+)/Двупосочен  | RX+      | RX+        | BI_DB+     |
| 4   | Липсва/Двупосочен        | Липсва   | Липсва     | BI_DC+     |
| 5   | Липсва/Двупосочен        | Липсва   | Липсва     | BI_DC-     |
| 6   | Приемане (-)/Двупосочен  | RX-      | RX-        | BI_DB-     |
| 7   | Липсва/Двупосочен        | Липсва   | Липсва     | BI_DD+     |
| 8   | Липсва/Двупосочен        | Липсва   | Липсва     | BI_DD-     |

таблица 1 MDI конфигурациите на пиновете

## Проверка на работоспособността на UTP кабел

За правилното функциониране на UTP кабел е необходимо:

1. да не е прекъснат;
2. да е реализирана правилна подредба на проводниците спрямо пиновете на конекторите (в зависимост от стандарта);
3. да има добър контакт между отделните проводници и металните пластинки на пиновете на конектора.

При извършването на първоначална проверка на реализиран вече кабел е необходимо да се направи внимателен оглед за проблеми по т.2 и т.3 от изброените по-горе изисквания и ако има възможност, да се направи това и за т.1. Може да бъде тестван чрез обикновен омметър или кабелни тестери.