

## Тема 10. Конвенционални комуникационни мрежи – телефонни мрежи, топологии, трафични параметри. Мрежи с интеграция на услугите – ISDN, BISDN

**Мрежата (network)** е съвкупност от терминали, преносни среди, комутационни и мултиплексни и други индивидуални и групови съоръжения, образуващи функционална цялост, чрез която се осъществява връзката между потребителите и доставчиците на комуникационни услуги.

### Изисквания

1. Възможностите за връзка от всеки терминал до всеки друг или едновременно до няколко терминала трябва да са налице по всяко време;
2. Да се пренася различна по вид информация - говор, данни, текст, видео;
3. Всеки потребител трябва да може сам да избира по всяко време желания абонат или източник и да му предава или да добива желаната информация;
4. Да е осигурена съвместна работа на различни видове и поколения системи и устройства, изградени с различна елементна база и с различен принцип на действие;

Системите и устройствата трябва да имат достатъчна информационна мощност за да се използват едновременно от много и различни абонати за различни телекомуникационни услуги.

### Режими на прехвърляне на информацията

В Теми 1, 5 и 8 има ясно разделяне на комутационната (канали, пакети и съобщения) и мултиплексната (по честота, време или по код) техники, вкл. и на съоръженията за тях. Тоталната цифровизация на комуникациите постепенно заличи границите между тях и сега по-често се говори не за комутация и мултиплексиране, а за **режим на прехвърляне (transfer mode)** на информация и това обуславя и друго класифициране на мрежите.

Може да се говори за 5 режима на прехвърляне:

- ❖ **канален режим (circuit mode)**;
- ❖ **пакетен режим (packet mode)** – препоръка X.25 на ITU-T;
- ❖ **FR режим (frame relay mode)**;
- ❖ **клетъчен режим (cell mode)**,
- ❖ **IP или дейтаграмен режим (IP mode)**.

Мрежа, базираща се на кой да е от тези режими на прехвърляне, може да се организира върху коя да е от двете транспортни системи – PDN и SDN – споменати в Тема 6. Стремeжът е да се намери такъв режим на прехвърляне, който да е еднакво приложим за всички видове телеуслуги и така те да могат да се реализират в една-единствена интегрална мрежа, вместо за всяка услуга да се изгражда отделна мрежа. Опити за такова нещо са **ISDN**,

където комутацията и мултиплексирането са по канален режим (с цифрови мултиплексиране и комутация) и **B-ISDN** – по клетъчен режим (ATM).

**Каналният режим** е с **връzkова (connection oriented circuit switching CO-CS)** комуникация, т.е. обменът на полезна информация се предшества от период на изграждане на връзката с помощта на сигнализицията. Днешната обществена комутируема телефонна мрежа (ОКТМ) се базира на канал със скорост 64 kbit/s, което произтича от ИКМ кодиране на речта. Предварителното запазване на тракт и неговото заемане, независимо дали се предава нещо по него, води до неефективно използване на каналите. Понеже скоростта (лентата) на канала не е голяма, ниската му използваемост е приемлива, но това е недопустимо разхищение при широколентови сигнали, напр. при видео-услуги.

**Пакетният режим** се базира на пакетната комутация, разгледана в тема 8. Той допуска както комуникация с връзка, наречена **връzkова пакетна комутация (connection-oriented packet switching CO-PS)**, така и **комуникация без връзка (ConnectionLess – CL)**. В първия случай се изгражда виртуална (логическа) връзка. Първият пакет, който изгражда връзката, носи пълния адрес. Във всеки възел се провежда избор (маршрутизация) на най-добрия път и съответно на следващия възел. Направеният избор се записва във вид на съкратен адрес, наречен номер на логическия канал (**LCN – Logical Channel Number**). LCN важи само до съседния възел на виртуалната връзка, а изграждането на виртуалната връзка се свежда до определяне на LCN за всеки участък. Следващите пакети носят само LCN (не пълния адрес). Във всеки възел, след прочитането на LCN, се разбира накъде трябва да се прати пакетът и съответно какъв нов LCN да се запише в него, т.е. не се търси път, той е избран предварително. Разпадането на виртуалната връзка се свежда до изпращане на служебен пакет, който да изтрие направените записи във възлите. При **безвръzkова пакетна комутация (connectionless packet switching CLPS)** комуникация всеки пакет носи пълния адрес и във всеки възел се търси маршрутът му. Така пакетите на едно съобщение могат да минат по различни пътища, да претърпят различни закъснения и да пристигнат при получателя в друг ред. Пакетите, в този случай, се наричат **дейтаграми**. Най-големият недостатък на пакетния режим е задържането на информацията във всеки възел (с и без виртуална връзка) и резултатното закъснение от абонат до абонат. Най-голямото предимство е добрата използваемост на каналите

**FR режим (frame relay mode)** се базира на **FR комутация** (от *frame relay switching*, т.е. комутация с предаване на фреймове). Идеята е да се облагодетелстваме от добрата използваемост на канала при пакетна комутация, но да избегнем голямото закъснение на информацията във възлите. FR режимът е CO-PS комуникация. Намаляването на закъснението във възлите се постига, като в тях не се провежда проверка за грешките. Такава

проверка (ако е необходима) се прави в терминалните устройства и евентуално повторно предаване на фрейма става от терминал до терминал. Естествено е, че ще има изгода от въвеждането на FR режима само ако каналите са висококачествени (малко BER, например  $< 10^{-6}$ ). Режимът става приложим след появата на оптичните кабели и се използва главно за свързване на LAN. Фактически **FR режимът** използва философията на пакетния режим, но се отказва от някои функции.

**Клетъчният режим** има претенции да използва добрите страни на каналния и на пакетния режим, а на базата на транспортна система SDH (виж Тема 6) върху оптични кабели, да предоставя универсален (за всички телеуслуги) режим на прехвърляне на информацията. Най-известен представител на клетъчния режим е стандартът на ITU-T, наречен **АТМ – Asynchronous Transfer Mode, т.е. режим на асинхронно прехвърляне. АТМ е CO-PS комуникация.** Информацията се пренася на порции, с постоянна дължина, наречени *клетки*. Клетката има 53 октета, 5 от които са за служебна информация и оформят *хедъра*. Различните телеуслуги пускат клетки с различна честота в общата линия, според необходимата им лента. Неизползваното пространство в преносната среда се запълва от празни (свободни) клетки. Клетките се приемат и препредават във възлите, подобно на пакети. Следователно е възможно закъснение в мрежата. Еднаквата и сравнително малка дължина на клетките води до някаква предвидимост и известно намаляване на закъснението

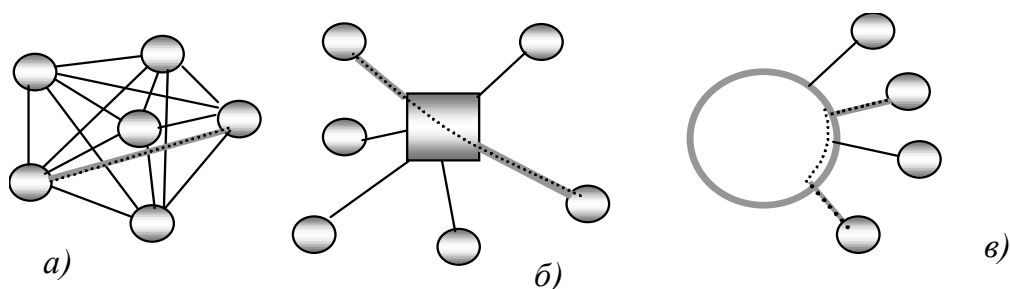
**IP или дейтаграмен режим (IP mode).** При **комутация на дейтаграми** няма предварително изграждане на връзки и канали, т.е. е налице комуникация от типа *безвръзкова с пакетна комутация (CLPS)*. Всяка дейтаграма носи своя краен адрес. Всеки възел (рутер) прави *най-добрия избор (best effort)* на път към крайния клиент. Налице е най-голяма гъвкавост спрямо трафика, но най-слаба гаранция за доставка на информацията. Комутацията на дейтаграми е описана още в препоръката на ITU-T за пакетен режим (X.25), но е най-разпространена в IP мрежите. IP режимът е най-отдалечен от каналния режим, но това има и плюсове, и минуси. Понеже няма предварително резервиране на ресурси, налице е много добра използваемост на преносната среда. От друга страна, пак по същата причина, не могат да се дадат гаранции кога и дали въобще ще пристигне дейтаграмата, т.е. не може да се гарантира *качество на обслужването QoS (Quality of Service)*. От това най-вече страдат изохронните телеуслуги. Повечето мерки за гарантиране на QoS използват някакво нарушение на най-добрия избор и са някаква форма на резервиране на ресурси. IP режимът, в момента, навлиза мащабно в телекомуникациите, едновременно във фиксираните и мобилните мрежи. Дори хедърът (IPv4) на дейтаграмата на IP протокола отесня и се подготвя замяната му с нов (IPv6), с неограничено адресно пространство и с полета, съобразени с изохронните телеуслуги

## Мрежи с комутация на канали

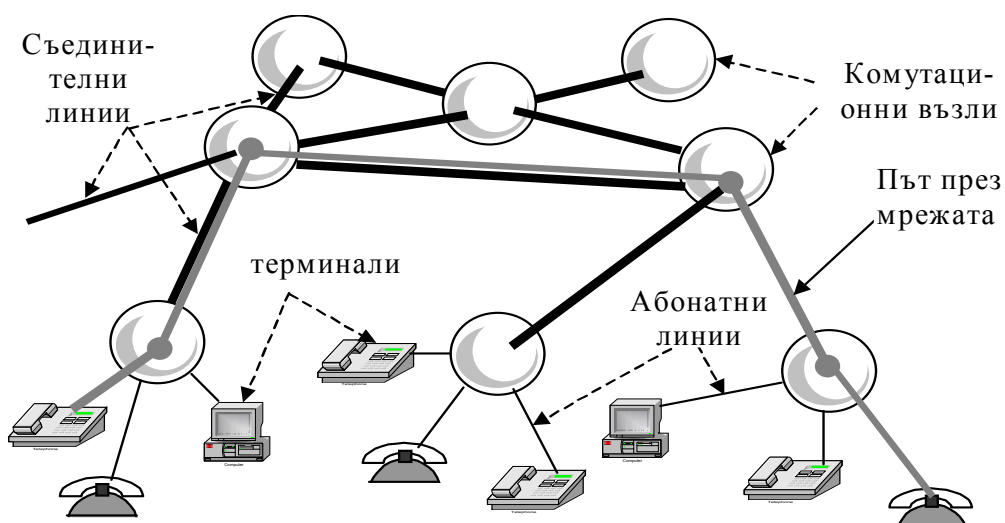
**Обществена комутируема телефонна мрежа - OKTM** (*Public Switched Telephone Network - PSTN*).

**Частни мрежи** (*Private Network*)

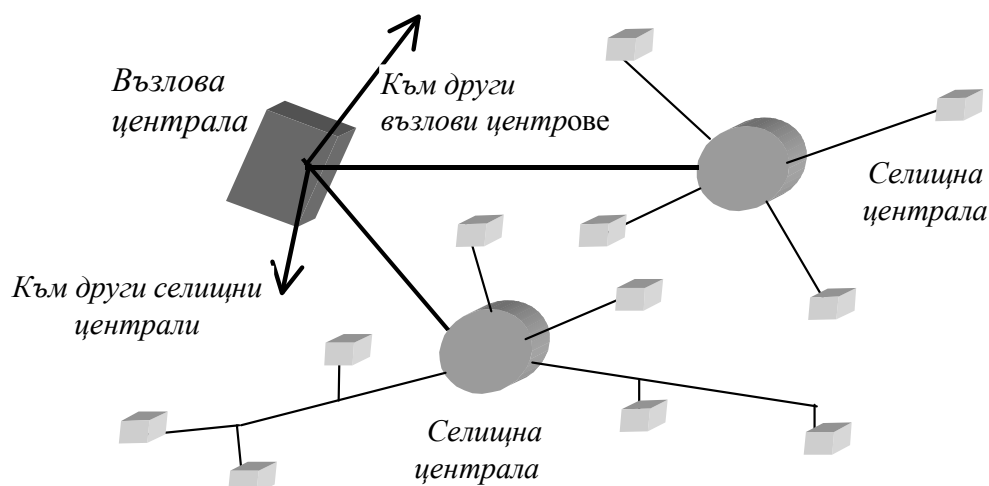
**Топология на мрежите** (а) полигонна (всеки с всеки); (б) радиална (звездообразна); (в) кръгова

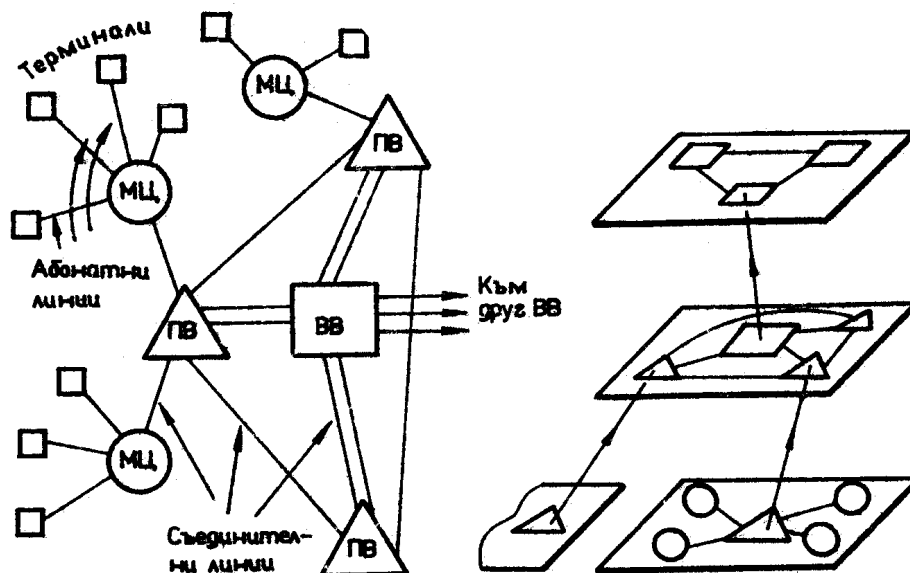


### Селищни телефонни мрежи

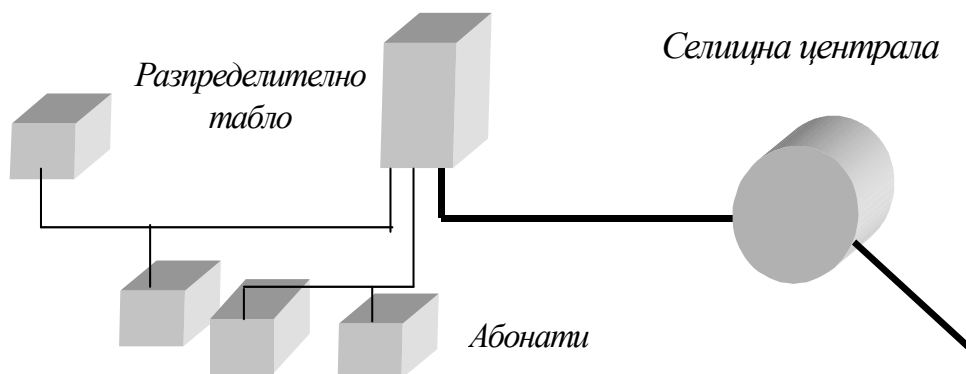


### Йерархични равнини

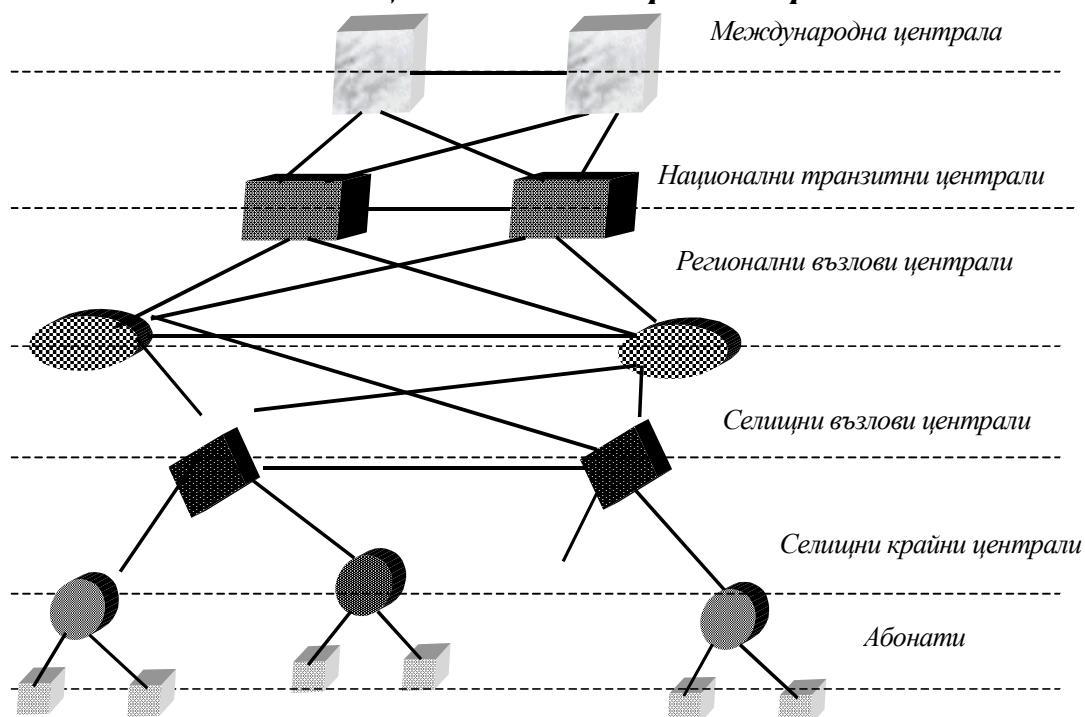




*Примерно свързване на абонати, селищни и възлови центри*



### **Национална телефонна мрежа**



*Йерархия на телефонните центри*

**Правило:** Колкото по-голям е трафика между централите, толкова по-ниска е йерархията на тяхното свързване. Колкото по-малка е вероятността за повикване, толкова по-високо ниво на йерархия го обслужва.

### **Международна телефонна мрежа**

**ТЦ1 (центрове от първа категория):** Лондон, Париж, Ню Йорк, Москва, Токио, Сидней, Бомбай, Бразилия и Сингапур - свързани “всяка с всяка”

**ТЦ2** - всяка централа е вързана най-малко към една ТЦ1

**ТЦ3** - международните централи на отделните страни.

Подводни кабели и сателитни връзки

### **Номерация на абонатите и таксуване на разговорите**

#### **Номерационен план**

**Адрес** - комбинация от десетични цифри – телефонен (телефаксен, телеграфен) номер.

**Номерация на мрежата** - системата от цифрови адрес

Най-важни изисквания: 1. отсъствие на еднакви номера; 2. минимален брой цифри; 3. неизменност на номера в течение на дълго време.

**План на номерацията (numbering plan)** - разпределението на номерата на кодовете на държавите и магистралите.

**Абонатен номер** - цифровата последователност, с която един абонат може да бъде повикан от друг абонат, свързан към същата крайна централа.

**Зона на номерация** - пространството, в което абонатът може да бъде идентифициран само чрез абонатния си номер.

**Междуселищен код** - последователност от цифри, съответна на зоната на номерация, чрез която всяка зона може да се идентифицира.

**Национален номер** - абонатен номер плус междуселищен код.

**Междуселищна приставка**

**Международна приставка**

**Международен код (international number)** - цифрите, които трябва да се изберат след **международната приставка**, за да се получи достъп до абонат от друга страна.

**Девет зони:**

1. Северна Америка; 2 - Африка; 3 и 4 - Европа; 5- Латинска Америка; 6 - Австралия и Южен тихоокеански район; 7 - Бившия СССР; 8 - Китай и Северен тихоокеански район и 9 - Среден изток.

**Таксуване на разговорите (charging)** - определяне на сумата, която абонатът трябва да заплати за използването на телекомуникационно съоръжение.

Детайлно таксуване, общо таксуване

Таксуване по време и зона: България - 3 зони.

Таксуване на международните разговори