

Основы построения инфокоммуникационны х систем и сетей

Шевцов Вячеслав Алексеевич
д.т.н., профессор

Москва 2018

Методы организации каналов связи и передачи данных

Лекция 4

- Энергетические характеристики каналов связи.
- Объединение каналов в телекоммуникационные сети,
- Классификация физических каналов связи,
- Методы объединения каналов (многоканальная передача),
- Методы множественного доступа

Расчет энергетического потенциала радиолинии

Вектор Умова – Пойтинга

- плотность потока мощности от изотропного излучателя через единичную площадку (1 м^2) на расстоянии r

$$P_{0\text{изотр}} = \frac{P_{\text{изл}}}{4\pi r^2}$$

$$P_0 = \frac{P_{\text{п}} G_{\text{п}}}{4\pi r^2}$$

$P_{\text{п}} G_{\text{п}}$ - эквивалентная изотропно излучаемая мощность

$$P_{\text{с}} = P_0 S_{\text{пр}}$$

$S_{\text{пр}}$ - эффективная площадь приемной антенны

$S_{\text{пр}} = (\lambda^2/4\pi) G_{\text{пр}}$, где под $G_{\text{пр}}$ понимается коэффициент усиления антенны, если бы она использовалась в качестве передающей.

$S_{\text{пр}} = k_{\text{инт}} \pi d^2/4$, Зеркальная антенна

$$P_{\text{с}} \leq \frac{P_{\text{п}} G_{\text{п}} S_{\text{пр}}}{4\pi r^2 L} = \frac{P_{\text{п}} G_{\text{п}} G_{\text{пр}} \lambda^2}{(4\pi r)^2 L}$$

$$G_{\text{пр}} = 4\pi S_{\text{пр}} / \lambda^2$$

Расчет энергетического потенциала радиолинии

$$\frac{P_c}{N_0} = \frac{P_n G_n G_{пр} \lambda^2}{(4\pi r)^2 kTL}$$

Отношение мощности сигнала к спектральной плотности мощности шума на входе приемника

$$h^2 = P_c \tau_0 / N_0 = P_c / N_0 R,$$

Отношение энергии сигнала к спектральной плотности мощности шума

Определяет помехоустойчивость

τ_0 — Длительность информационного бита на входе приемника

$R = 1/\tau_0$ — Скорость передачи информации

$$\frac{P_n G_n G_{пр} \lambda^2}{(4\pi r)^2 kTRL} \geq h^2.$$

$$P_n G_n \geq \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2 - 228,6 - \frac{G_{пр}}{T} + h^2 + R + L, \text{ дБ.}$$

Величина $(4\pi r/\lambda)^2$ называется ослаблением сигнала в свободном пространстве для изотропных передающей и приемной антенн. Далее принято, что $10 \lg k = -228,6$. Величина $G_{пр}/T$ называется добротностью приемной системы.

Классификация систем

ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

(повторение)

- По типу передаваемых сообщений: телефон, звуковое вещание, ТВ вещание, передача данных, графика, файлы, видео, телематические службы и пр.

цифровые сети интегрального обслуживания (ISDN), сети следующего поколения (NGN) – мультисервисные сети

- По среде распространения электрического сигнала (типу канала):

Проводные (воздушные и кабельные), радио (наземная, космическая, спутниковая), оптическая (ВОЛС, свободное пространство)

- По категории пользователей:

общего назначения, ведомственные, корпоративные

- По степени охвата: глобальные, региональные, локальные

- По методу множественного доступа к каналу: ВРК, ЧРК, КРК, пространственное, по амплитуде, по поляризации

- По способу коммутации при ВРК: каналов (кроссовая, оперативная), сообщений, пакетов, гибридные, адаптивные

- По способу управления: централизованное,

Цифровые сети интегрального обслуживания (ISDN)

Модель взаимодействия открытых систем (OSI)

Концепция сетей ISDN Концепция ISDN, определенная рекомендациями ITU серии I, предполагает:

- стандартизацию предоставляемых абонентам услуг для обеспечения их совместимости при международной связи;
- стандартизацию интерфейса между пользователем услуги и сетью для обеспечения взаимозаменяемости терминального оборудования;
- стандартизацию свойств и возможностей сети связи.

Объединяющей сетью ISDN-сети является телефонная сеть общего пользования

Уровни:

1. **Физический** (полоса, помехозащищенность, волновое сопротивление, уровни сигналов, тип кодирования, скорость передачи, метод модуляции)
2. **Канальный** (установление соединений, многоканальность, обеспечения надежности доставки и достоверности)
3. **Подуровень управления доступом к среде** (протоколы множественного доступа)
4. **Сетевой** (протоколы маршрутизации, межсетевые взаимодействия)
5. **Транспортный** (обеспечивает высшим уровням один из пяти классов надежности доставки сообщений)
6. **Сеансовый** (управление диалогом с учетом трафика и активности)
7. **Представления** (семантическая совместимость, ИБ)
8. **Прикладной** (доступ к разделяемым аппаратным и программным ресурсам)

Модель взаимодействия открытых систем (OSI)

| Модель OSI | | | | |
|-----------------|---|---|--|--|
| Уровень (layer) | Тип данных (PDU) | Функции | Примеры | |
| Host layers | 7. Прикладной (application) | Данные | Доступ к сетевым службам | HTTP , FTP , POP3 , WebSocket |
| | 6. Представления (presentation) | | Представление и шифрование данных | ASCII , EBCDIC |
| | 5. Сеансовый (session) | | Управление сеансом связи | RPC , PAP , L2TP |
| | 4. Транспортный (transport) | Сегменты (segment) / Дейтаграммы (datagram) | Прямая связь между конечными пунктами и надёжность | TCP , UDP , SCTP , PORTS |
| Media layers | 3. Сетевой (network) | Пакеты (packet) | Определение маршрута и логическая адресация | IPv4 , IPv6 , IPsec , AppleTalk |
| | 2. Канальный (data link) | Биты (bit) / Кадры (frame) | Физическая адресация | PPP , IEEE 802.22 , Ethernet , DSL , ARP , сетевая карта . |
| | 1. Физический (physical) | Биты (bit) | Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными | USB , кабель («витая пара»), коаксиальный, оптоволоконный), радиоканал |

Схема сетевой инфраструктуры

NGN

NGN (*next generation networks, new generation networks* — сети следующего/нового поколения) — мультисервисные сети связи,

Ядром являются опорные IP-сети, поддерживающие полную или частичную интеграцию услуг передачи речи, данных и мультимедиа.

Реализует принцип **конвергенции** услуг электросвязи (объединение нескольких, бывших ранее отдельными, услуг в рамках одной услуги)

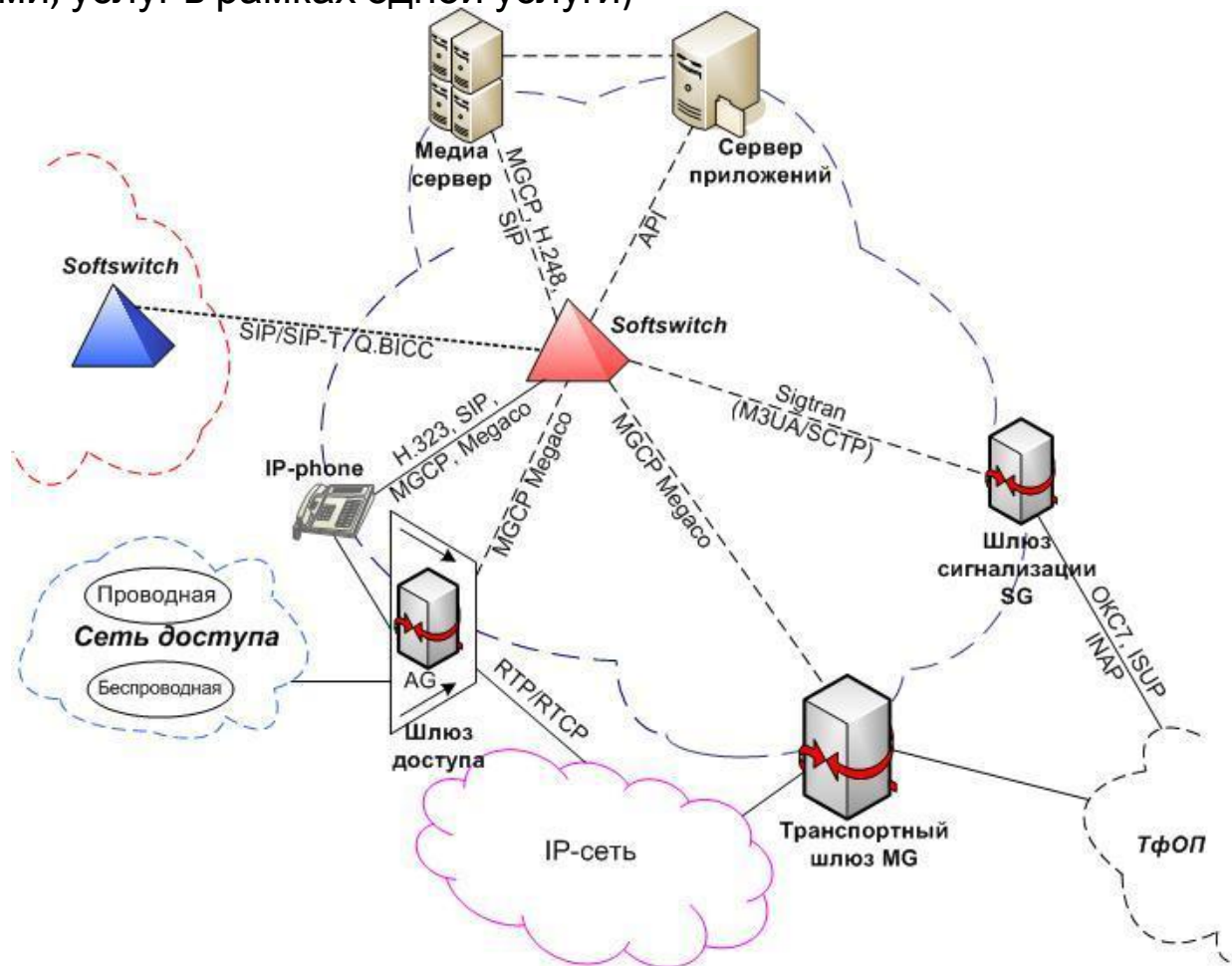


Схема сетевой инфраструктуры NGN

Сеть NGN — это открытая, стандартная пакетная инфраструктура, которая способна эффективно поддерживать всю гамму существующих приложений и услуг, обеспечивая необходимую масштабируемость и гибкость, позволяя реагировать на новые требования по функциональности и пропускной способности.



Модель TCP/IP

Распределение протоколов по уровням модели OSI

| TCP/IP | | OSI | | |
|--------|--------------|-----|---------------|---|
| 4 | Прикладной | 7 | Прикладной | напр., HTTP , SMTP , SNMP , FTP , Telnet , SSH , SCP , SMB , NFS , RTSP , BGP |
| | | 6 | Представления | напр., XDR , AFP , TLS , SSL |
| | | 5 | Сеансовый | напр., ISO 8327 / CCITT X.225, RPC , NetBIOS , PPTP , L2TP , ASP |
| 3 | Транспортный | 4 | Транспортный | напр., TCP , UDP , SCTP , SPX , ATP , DCCP , GRE |
| 2 | Сетевой | 3 | Сетевой | напр., IP , ICMP , IGMP , CLNP , OSPF , RIP , IPX , DDP , ARP |
| 1 | Канальный | 2 | Канальный | напр., Ethernet , Token ring , HDLC , PPP , X.25 , Frame relay , ISDN , ATM , SPB , MPLS |
| | | 1 | Физический | напр., электрические провода , радиосвязь , волоконно-оптические провода , инфракрасное излучение |

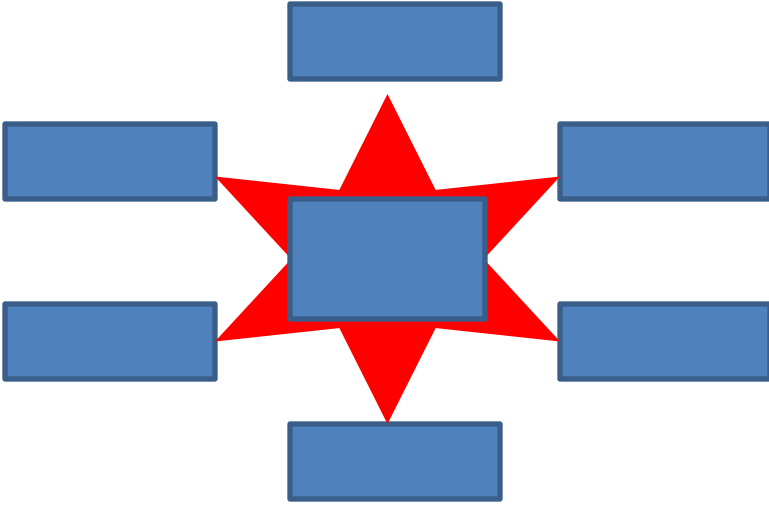
Классификация физических каналов связи (физический уровень)



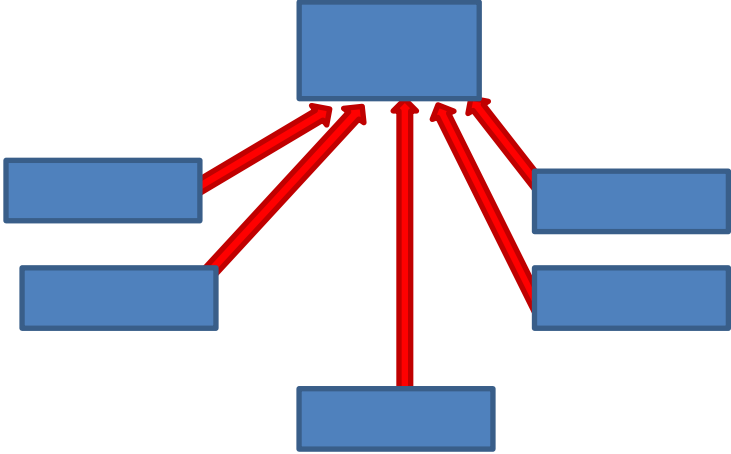
Симплекси
ый



Дуплекси
ый



Широковещательн
ый



Множественный
доступ

СТРУКТУРА СЕТЕЙ

Физическая – схема связи физических элементов сети (узлов коммутации, оконечных пунктов, линий передачи и т.д.)

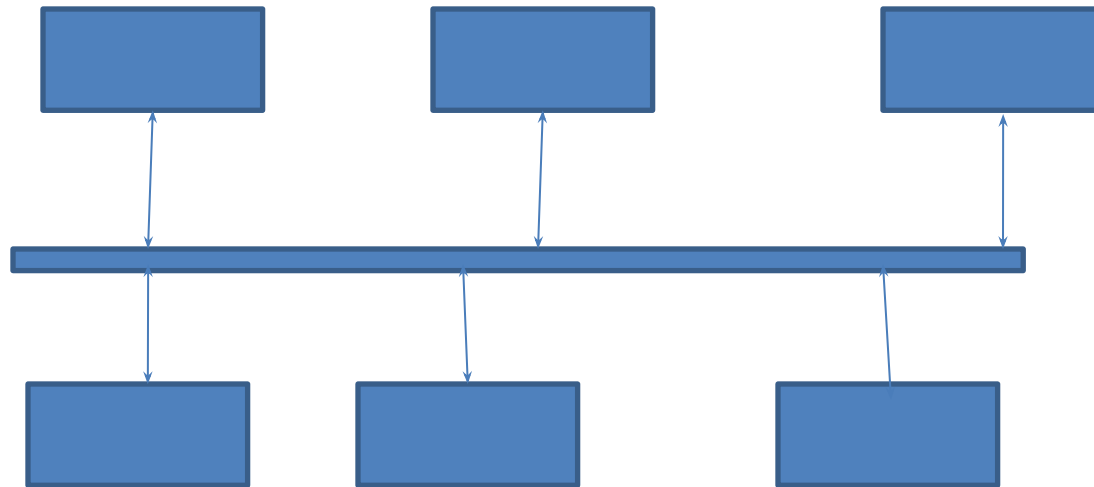
Логическая – определяет принципы установления связей, алгоритмы организации процессов управления, логику функционирования программных средств

Топологическая - обобщенная геометрическая модель физической структуры сети

Объединение каналов в

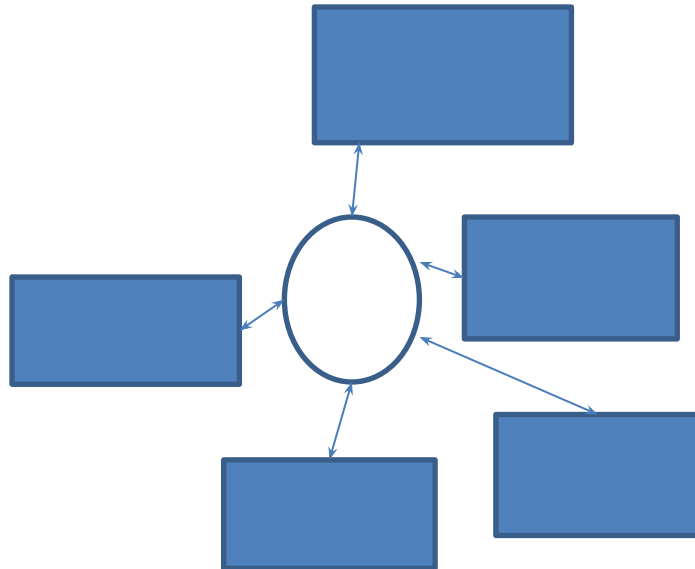
телекоммуникационные сети

Шина- (магистраль) – совокупность проводников (физических линий) данных, адреса и линий передачи сигналов управления, синхронизации и электропитания, а также протоколов обмена данными между устройствами, подключенными к шине.



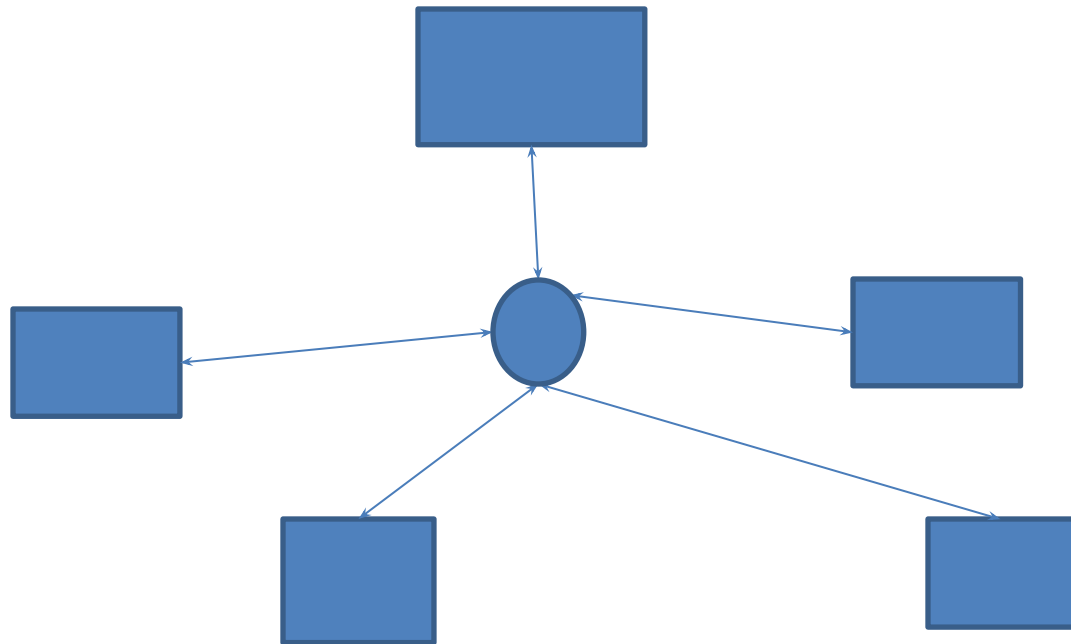
Объединение каналов в телекоммуникационные сети

- **Кольцо** - то топология локальной сети, в которой рабочие станции подключены последовательно друг к другу, образуя замкнутое кольцо. Данные передаются от одной рабочей станции к другой в одном направлении (по кругу). Каждый ПК работает как повторитель, ретранслируя сообщения к следующему ПК, т.е. данные передаются от одного компьютера к другому как бы по эстафете.



Объединение каналов в телекоммуникационные сети

- **Звезда**- это топология локальной сети, где каждая рабочая станция присоединена к центральному устройству (коммутатору или маршрутизатору). Центральное устройство управляет движением пакетов в сети. Каждый компьютер через сетевую карту подключается к коммутатору отдельным кабелем.

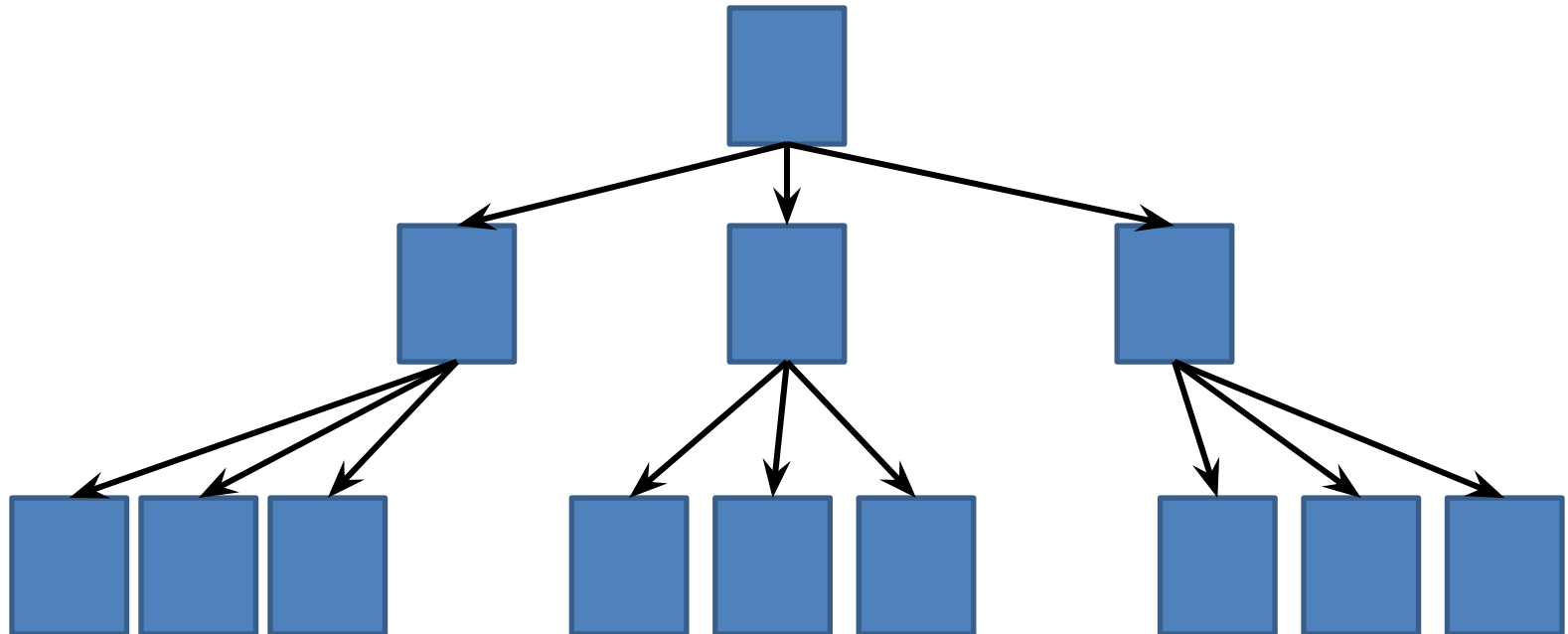


Объединение каналов в телекоммуникационные сети

Сетевая иерархическая топология

в настоящее время является одной из самых распространенных.

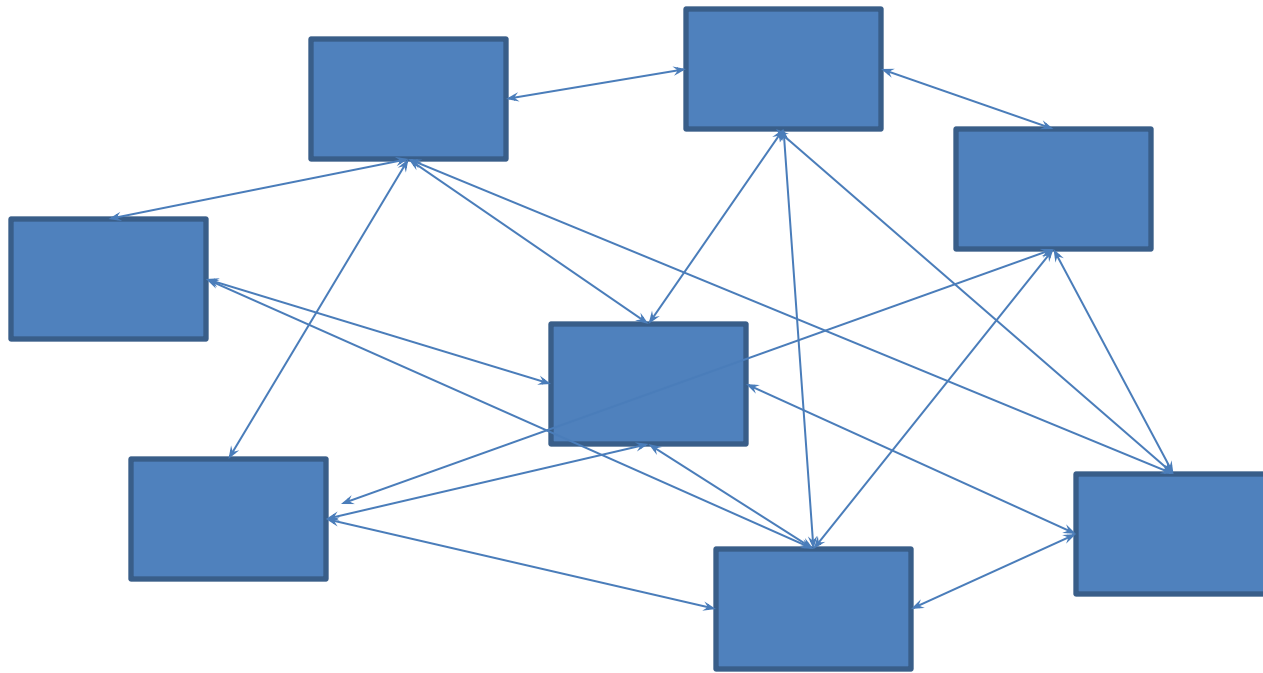
ПО для управления сетью является относительно простым, и эта топология обеспечивает точку концентрации для управления и диагностирования ошибок. В большинстве случаев сеть управляет станция F1 на самом верхнем уровне иерархии и распространение трафика между станциями также инициируется станцией F1. Многие фирмы реализуют распределенный подход к иерархической сети, при котором в системе подчиненных станций каждая станция обеспечивает непосредственное управление станциями, находящимися ниже в иерархии. Из станции F11, F12 производится управление станциями F111 F112 F113 итд. Это уменьшает нагрузку на центральную станцию F1. В то время как иерархическая топология является привлекательной с точки зрения простоты управления, она несет в себе потенциально трудно разрешимые проблемы.



Объединение каналов в телекоммуникационные сети

Полносвязная сеть

сети с динамически меняющейся топологией



Распределенная (одноранговая,
пиринговая)

Классификация систем

ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

(повторение)

- **По типу передаваемых сообщений:** телефон, звуковое вещание, ТВ вещание, передача данных, графика, файлы, видео, телематические службы и пр.

цифровые сети интегрального обслуживания (ISDN), сети следующего поколения (NGN) – мультисервисные сети

- **По среде распространения электрического сигнала (типу канала):**

Проводные (воздушные и кабельные), радио (наземная, космическая, спутниковая), оптическая (ВОЛС, свободное пространство)

- **По категории пользователей:**

общего назначения, ведомственные, корпоративные

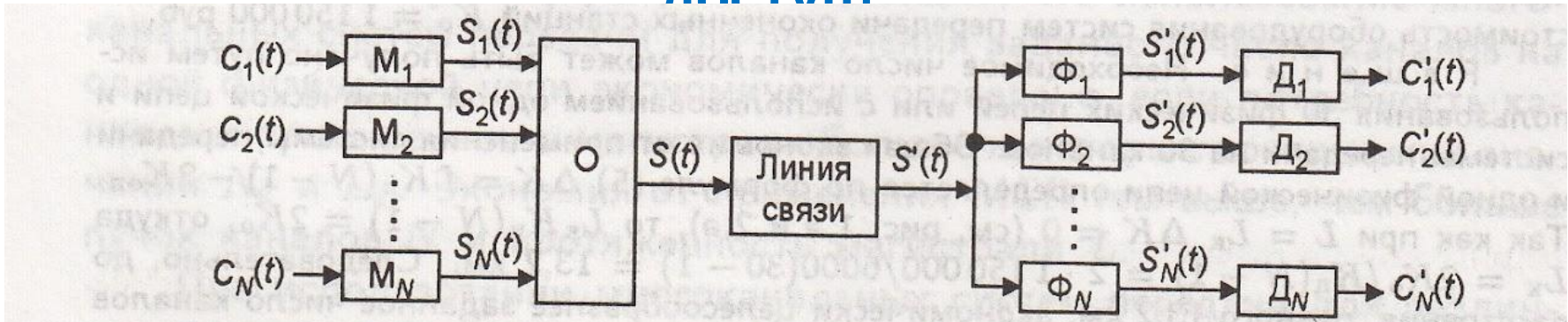
- **По степени охвата:** глобальные, региональные, локальные

- **По методу множественного доступа к каналу:** ВРК, ЧРК, КРК, пространственное, по амплитуде, по поляризации

- **По способу коммутации при ВРК:** каналов (кроссовая, оперативная), сообщений, пакетов, гибридные, адаптивные

- **По способу управления:** централизованное, децентрализованное,

Методы объединения каналов (многоканальная передача, множественный доступ)



Линейное – ВРК, ЧРК,
КРК

Нелинейное
Синхронное и
несинхронное

Канальные сигналы – ортогональные, линейно независимые, в точке, в широком смысле

Методы множественного доступа

