

ЕДИНАЯ СЕТЬ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

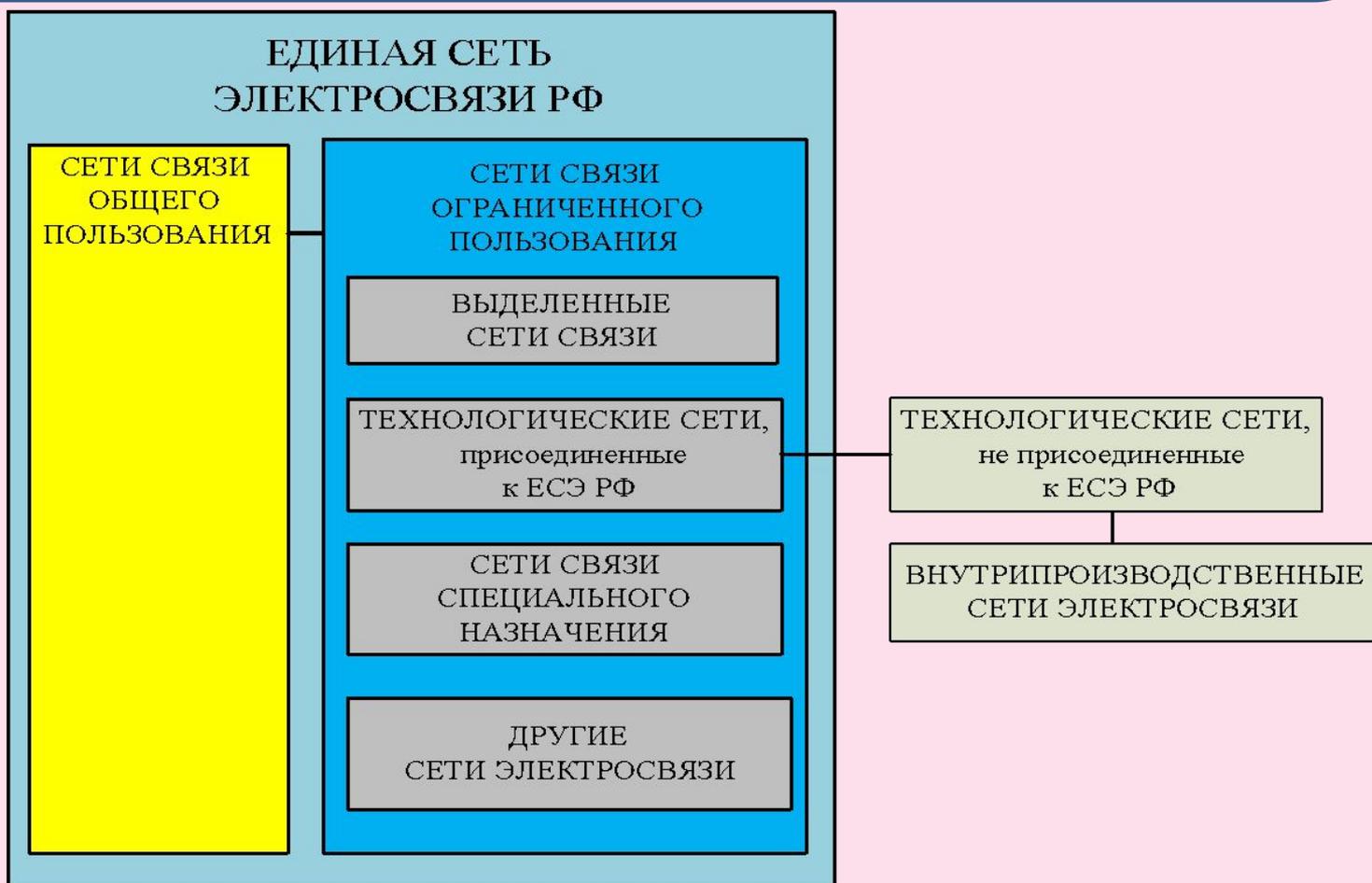
Электросвязь - это передача и прием знаков, сигналов, текстов, изображений (неподвижных и подвижных), звуков или сообщений любого рода по проводной, радио-, оптической или другим электромагнитным системам.

Сеть электросвязи (телекоммуникационная сеть) – это технологическая система, которая состоит из линий и каналов связи, узлов, оконечных станций и предназначена для обеспечения пользователей электрической связью с помощью абонентских терминалов, подключенных к оконечным станциям.

Основа электросвязи страны - Единая сеть электросвязи Российской Федерации (ЕСЭ РФ)
ЕСЭ РФ обеспечивает предоставление услуг электросвязи подавляющему числу абонентов на территории РФ.

ЕСЭ РФ - совокупность технологически сопряженных сетей электросвязи общего пользования, выделенных сетей, технологических сетей, присоединенных к ЕСЭ РФ, сетей связи специального назначения и других сетей электросвязи для передачи информации при помощи электромагнитных систем

ЕСЭ РФ - совокупность технологически сопряженных сетей электросвязи общего пользования, выделенных сетей, технологических сетей, присоединенных к ЕСЭ РФ, сетей связи специального назначения и других сетей электросвязи для передачи информации при помощи электромагнитных систем



ЕДИНАЯ СЕТЬ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Сети связи общего пользования (СОП) - это комплекс взаимодействующих сетей электросвязи, предназначенных для возмездного оказания услуг электросвязи любому пользователю на территории РФ

СОП охватывают всю территорию страны и обслуживают основной контингент населения

Сети связи общего пользования имеют присоединение к сетям связи общего пользования иностранных государств

СОП: ● телефонные сети
● сети для распространения программ телевизионного вещания и радиовещания и т.д.



Сети ограниченного пользования (Private Nets):

! выделенные сети связи - предназначены для возмездного оказания услуг электросвязи ограниченному кругу пользователей или группам таких пользователей

Особенности:

- могут взаимодействовать между собой
- не имеют присоединения к сети связи общего пользования
- не имеют присоединения к сетям связи общего пользования иностранных государств

! технологические сети связи - предназначены для обеспечения производственной деятельности организаций, управления технологическими процессами в производстве.

Особенности:

- при наличии ресурсов часть технологической сети может быть присоединена к СОП
- могут быть подключены к технологическим сетям иностранных организаций только для обеспечения единого технологического цикла

! сети связи специального назначения - предназначены для нужд государственного управления, обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка

Особенности:

- не могут использоваться для возмездного оказания услуг
- доступ к сетям возможен только для определенного контингента абонентов

КЛАССИФИКАЦИЯ СЕТЕЙ ЕСЭ

1. По функциональному признаку:

сети доступа

транспортные сети

часть сети, которая связывает источник (приемник) сообщений с узлом доступа, являющимся граничным между сетью доступа и транспортной сетью

часть сети, которая выполняет функции переноса (транспортирования) потоков сообщений от источников одной сети доступа к получателям сообщений другой сети доступа путем распределения этих потоков между сетями доступа

2. По типу присоединяемых абонентских терминалов:

сети подвижной связи, обеспечивающие присоединение подвижных абонентских терминалов

сети фиксированной связи, обеспечивающие присоединение стационарных абонентских терминалов

КЛАССИФИКАЦИЯ СЕТЕЙ ЕСЭ

1. По функциональному признаку:

сети доступа

транспортные сети

часть сети, которая связывает источник (приемник) сообщений с узлом доступа, являющимся граничным между сетью доступа и транспортной сетью

часть сети, которая выполняет функции переноса (транспортирования) потоков сообщений от источников одной сети доступа к получателям сообщений другой сети доступа путем распределения этих потоков между сетями доступа

2. По типу присоединяемых абонентских терминалов:

сети подвижной связи, обеспечивающие присоединение подвижных абонентских терминалов

сети фиксированной связи, обеспечивающие присоединение стационарных абонентских терминалов

КЛАССИФИКАЦИЯ СЕТЕЙ ЕСЭ

Первичная сеть – совокупность сетевых станций и линий передачи, образующих сеть типовых каналов и групповых трактов

Первичная сеть предоставляет каналы передачи во вторичные сети

3.

Вторичная сеть – это совокупность каналов связи, образуемых на базе первичной сети путей коммутации (маршрутизации) в узлах коммутации и организации связи между абонентскими устройствами пользователей

4. По территориальному делению:

магистральная сеть – это сеть, связывающая между собой узлы центров субъектов РФ и центра РФ.

Магистральная сеть обеспечивает транзит потоков сообщений между зонавыми сетями и связность ЕСЭ

зоновые (региональные) сети – сети, образуемые в пределах территории одного или нескольких субъектов Федерации (регионов)

местные сети – сети, образуемые в пределах административной или определенной по иному принципу территории и не относящиеся к региональным сетям (городские и сельские)

международная сеть – сеть, присоединенная к сетям иностранных государств

КЛАССИФИКАЦИЯ СЕТЕЙ ЕСЭ

5. По кодам нумерации:

сети кода ABC – это сети стационарной связи, охватывающие территорию 8-миллионной зоны нумерации

сети кода DEF – это сети мобильной связи, которым определен код DEF

6. По числу служб электросвязи:

моносервисные, предназначенные для организации одной службы электросвязи

мультисервисные, предназначенные для организации двух и более служб электросвязи (например, телефонной, факсимильной и нескольких мультимедийных служб)

7. По видам коммутации:

некоммутируемые

коммутируемые – с коммутацией каналов, сообщений, пакетов

8. По характеру среды распространения:

- проводные
- радио (спутниковые и наземные)
- смешанные

АРХИТЕКТУРА ЕСЭ



первый уровень ЕСЭ РФ – ПЕРВИЧНЫЕ СЕТИ

Первичная сеть (ПС) – совокупность сетевых узлов, сетевых станций и линий передачи, образующих сеть типовых каналов и групповых трактов

Сетевой узел – это комплекс технических средств, обеспечивающий образование, перераспределение и техническую эксплуатацию сетевых трактов, типовых каналов передачи и типовых физических цепей первичной сети, а также предоставление их вторичным сетям

Сетевая станция – это комплекс технических средств, обеспечивающий образование и предоставление вторичным сетям типовых физических цепей, типовых каналов передачи и сетевых трактов, а также их транзит

Сетевые станции - конечные точки

Первичная сеть охватывает территорию всей страны

Первичная сеть = магистральная ПС + внутризоновые ПС + местные ПС

Магистральная ПС:

- располагается на территории всей страны и соединяет типовые каналы и групповые тракты разных внутризоновых первичных сетей в единую сеть
- максимальная протяженность линий передачи - 12500 км

Внутризоновая ПС:

- располагается в пределах одной зоны
- обеспечивает соединение типовых каналов и трактов местных сетей данной зоны
- максимальная протяженность линий передачи - 600 км

Местная ПС:

- создается на территории города или сельского района
- максимальная протяженность линий передачи - 100 км

второй уровень ЕСЭ РФ – ВТОРИЧНЫЕ СЕТИ

Вторичная сеть – совокупность коммутационных станций, узлов коммутации, оконечных абонентских устройств и каналов вторичной сети

вторичные сети называют в зависимости от вида электросвязи:

- телефонная
- звукового вещания
- телеграфная
- телевизионного вещания
- передачи данных

третий уровень ЕСЭ РФ – СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

Система электросвязи включает в себя:

- соответствующую вторичную сеть
 - подсистемы нумерации
 - сигнализации
 - тарификации
 - технического обслуживания
 - управления

примеры систем электросвязи:

- телефонной связи
- распределения программ телевизионного вещания
- передачи данных

четвертый уровень ЕСЭ РФ – СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

Служба электросвязи – это организационно-техническая структура на базе сети связи, обеспечивающая обслуживание пользователей с целью удовлетворения их потребностей в определенном наборе услуг электросвязи

два вида служб электросвязи:

службы передачи

телефонные службы

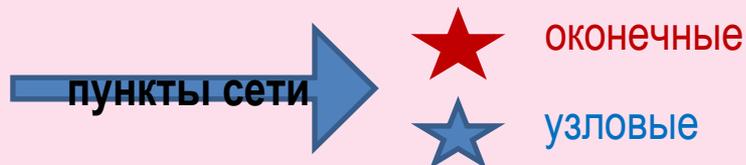
обеспечивают только возможность передачи сигналов по сети связи между стыками сети с абонентскими оконечными устройствами

организуются с целью непосредственного обмена сообщениями между оконечными устройствами пользователей через сети электросвязи

Службы электросвязи различают	По виду передаваемых сообщений	телефонные	телеграфные
		передачи данных	факсимильные
		звукового вещания	телерукописи
		видео- и аудиоконференцсвязи	видеотелефонные
		обработки сообщений	
	По характеру обмена сообщениями	двусторонние	
		односторонние	
	По методу обслуживания пользователей	абонентские	
		клиентские	
	По среде распространения сигналов	работающие по проводным каналам	
работающие по радиоканалам			
По степени доступности	общего пользования		
	ограниченного пользования		

ЭЛЕМЕНТЫ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

Элементы сети: пункты и связывающие их линии



Оконечные пункты - для размещения оконечных систем инфокоммуникационных сетей

оконечные пункты (ОП)

абонентский пункт

- оконечный пункт, в котором установлены терминальные системы пользователей

центр управления

- оконечный пункт, в котором располагаются административные системы

узел доступа

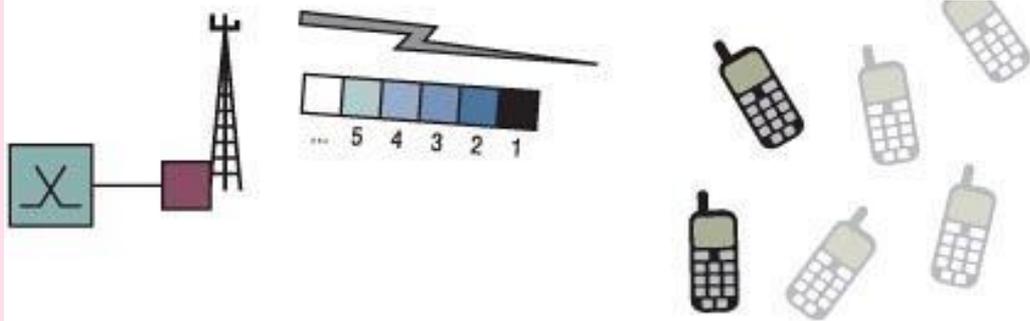
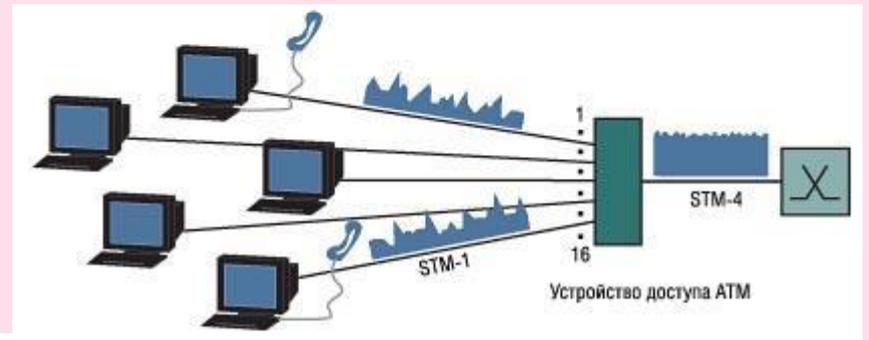
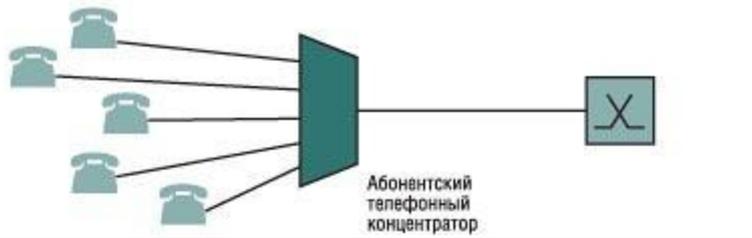
- ОП, в котором установлено коммутационное оборудование или оборудование межсетевого преобразователя (шлюза)

Узловой пункт или сетевой узел – это пункт, в котором сходятся три или более линии связи

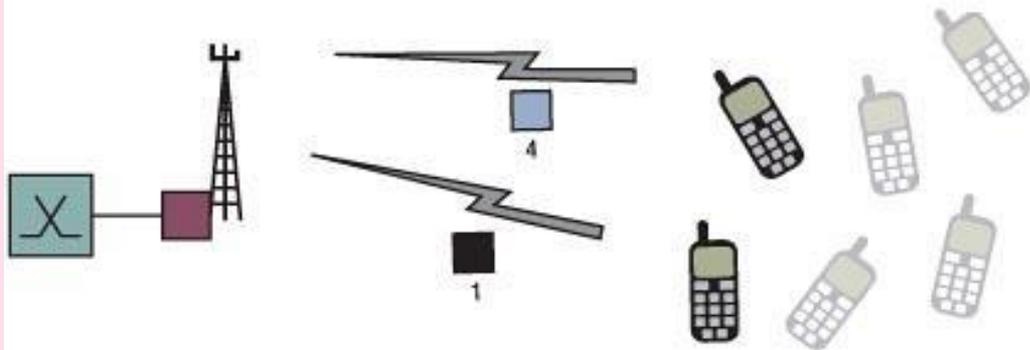
Функции и соответствующие им названия узловых пунктов сети:

Наименование узлового пункта	Назначение узлового пункта	
узел коммутации	оперативная коммутация (на время одного сеанса связи)	<u>коммутация</u> – процесс установления соединения между сходящимися в узле линиями при распределении информационных потоков
распределительный узел	долговременная коммутация (кросс)	
концентратор	<u>концентрация</u> - объединение нескольких входных небольших по мощности информационных потоков в один более мощный поток с целью эффективной загрузки линии	
мультиплексор	<u>мультиплексирование</u> - преобразование нескольких независимых потоков информации в единый поток для передачи по одной линии. При мультиплексировании за каждым из исходных потоков закрепляется фиксированная часть ресурса линии	

Примеры концентрации трафика в сетях доступа

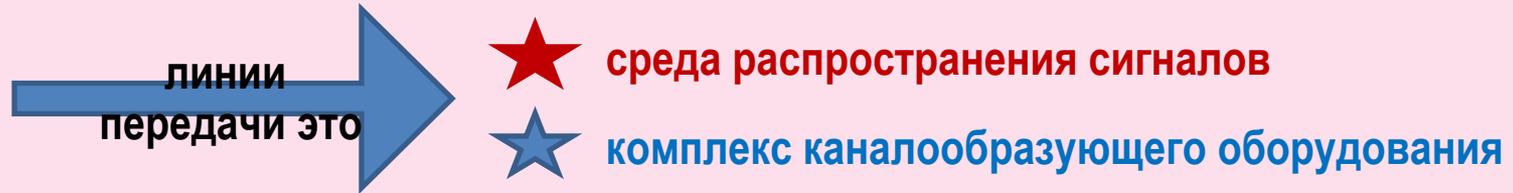


Исходящий трафик - используется TDM-мультиплексирование каналов



Для концентрации входящего трафика используется TDMA-доступ

Линии передачи обеспечивают передачу информационных потоков в форме сигналов



среда распространения это:

- медные пары проводов
- оптическое волокно
- эфир

линии передачи

проводные -

линии, в которых сигналы распространяются вдоль искусственно созданной направляющей среды (пара проводов, диэлектрическое оптическое волокно)

радиолинии -

сигналы передаются в открытом пространстве в виде радиоволн

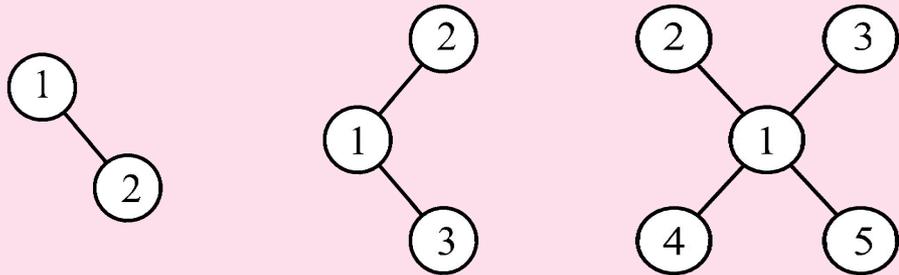
СТРУКТУРА И ТОПОЛОГИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ

Структура сети это взаимосвязь входящих в нее пунктов сети независимо от их фактического расположения и трасс прохождения линий связи на местности

Сети строятся из элементарных структур

Есть два типа элементарных структур, они характеризуются количеством элементов (узлов) N и количеством связывающих ветвей (линий) M

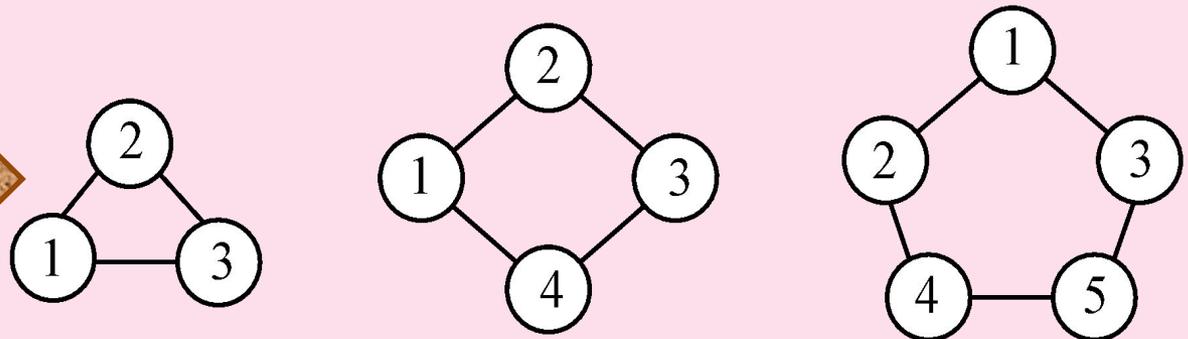
радиальные элементарные структуры $N \geq 2$ $M = N - 1$



количество путей передачи информации между каждой парой пунктов всегда равно 1

кольцевые элементарные структуры $N \geq 3$ $M = N$

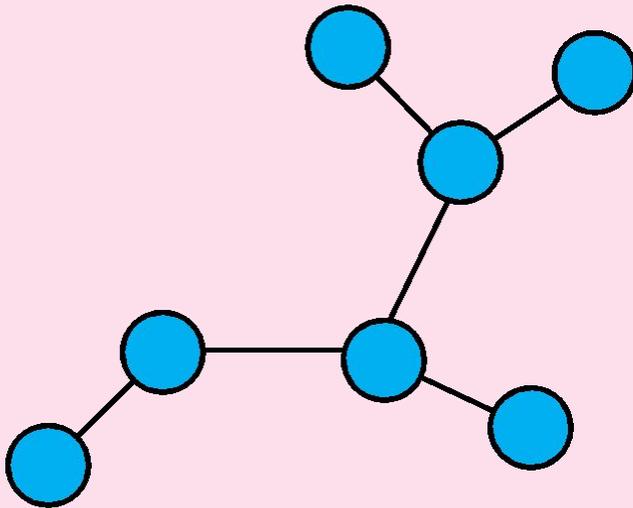
между каждой парой пунктов могут быть организованы два независимых пути



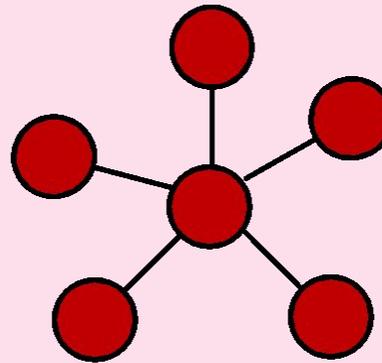
На базе элементарных структур строятся более сложные

Пример: сети древовидной структуры создаются из радиальных элементарных структур

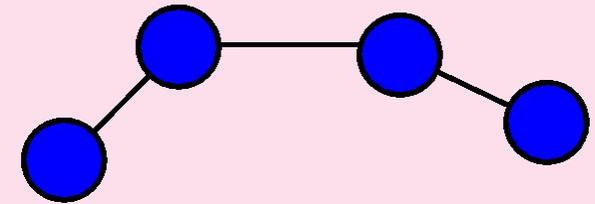
Варианты древовидной структуры



дерево

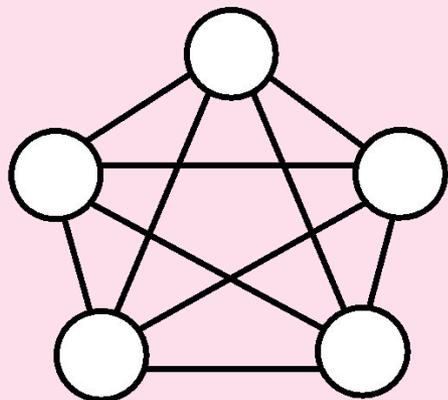


звздообразная сеть

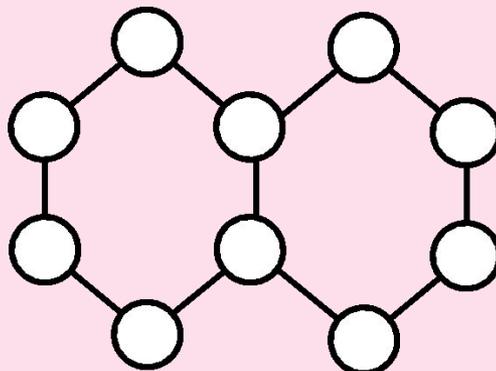


линейная цепь

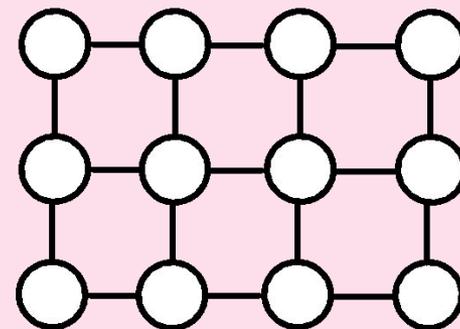
Варианты кольцевых структур



полносвязная



соты

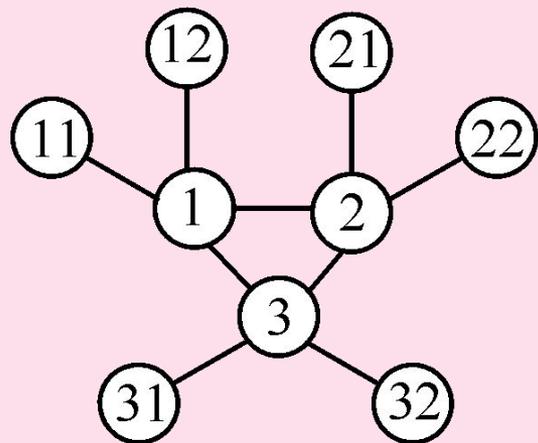


решетка

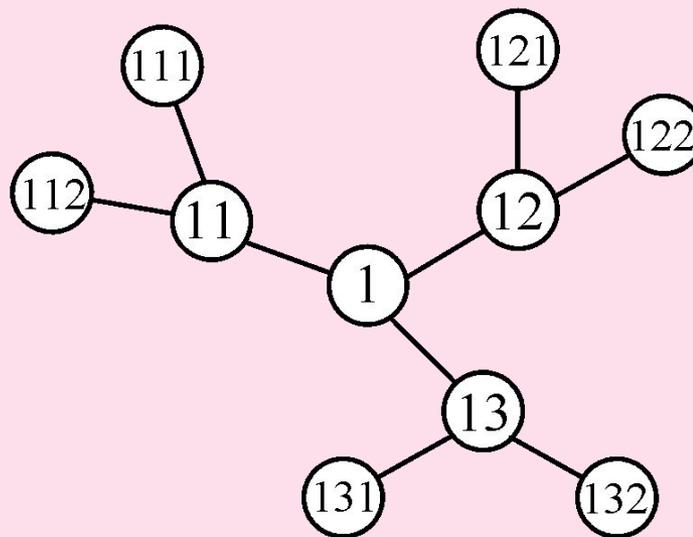
Кольцевая элементарная структура может быть:

- **полносвязной** - соединение узлов производится по принципу «каждый с каждым»
- **неполносвязной**

Телекоммуникационная сеть – это, обычно, совокупность элементарных структур как радиального, так и кольцевого типов



сетевая структура



радиально-узловая структура

Структура сети, отображающая взаимосвязь пунктов (конфигурацию линий), называется *топологией*

Различают физическую и логическую топологии.

Физическая топология показывает размещение сетевых пунктов и конфигурацию линий связи

Логическая топология - это путь, по которому передаются потоки информации между пунктами.

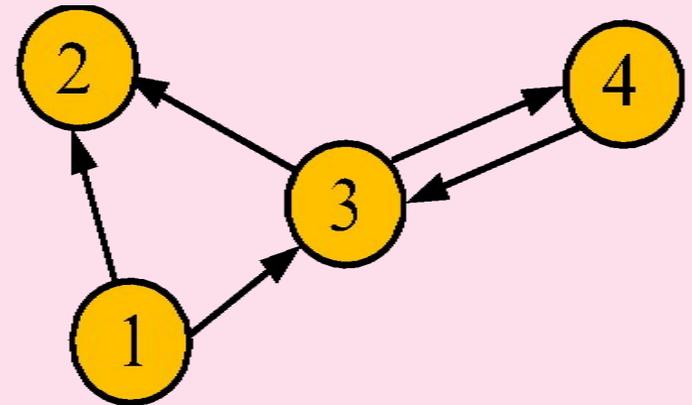
Сети удобно изображать в виде графа

Граф сети связи $G = (V, U)$ представляет собой набор точек, называемых **вершинами** $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, которые соединены между собой линиями, называемыми **ветвями** $U = \{u_{ij}\}$

Граф является топологической моделью структуры сети

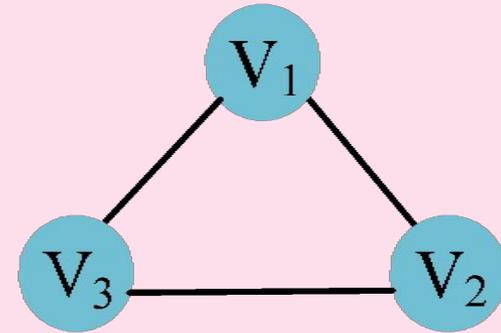
Различают графы:

1. **ориентированный** - сообщения в ветвях (линиях и каналах связи) передаются только в одном направлении



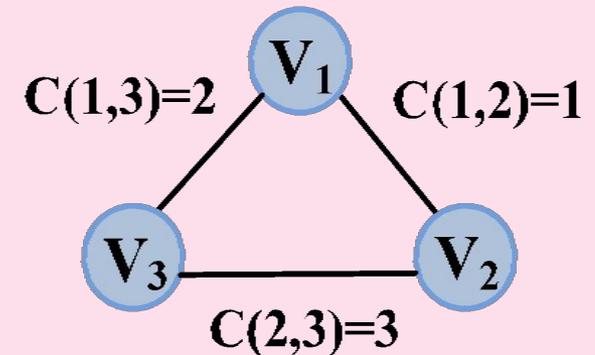
2. неориентированный -

сообщения могут передаваться в
обоих направлениях



3. **Взвешенный** - граф, в котором
вершинам и ветвям соответствуют
некоторые числа, называемые весами

*пример: вес - пропускная
способность C направления связи,
выраженная в количестве каналов*



4. Помеченный – граф с пронумерованными вершинами

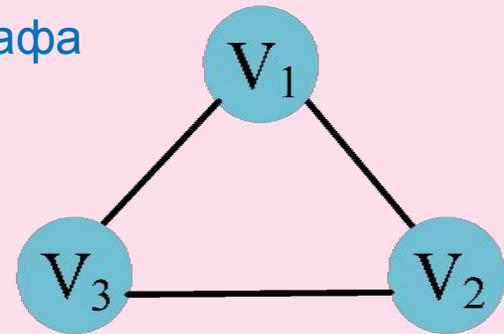
Граф можно представить в виде структурной матрицы

Матрица смежности (связности) графа G с числом вершин n это матрица

$\|A\| = \|a_{ij}\|$ размера $n \times n$, в которой значение элемента a_{ij} равно числу ребёр из i -й вершины графа в j -ю вершину

Матрица смежности для неориентированного графа

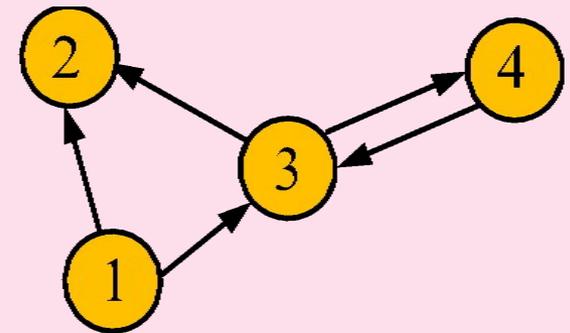
$$|A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$



!!! Суммы элементов матрицы по строкам (столбцам) равны количеству входящих и исходящих ветвей для каждой из вершин графа

Матрица смежности для ориентированного графа

$$|A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$



МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

1984 год – разработка модели взаимодействия открытых систем –
ВОС (OSI - Open Systems Interconnection reference model)

Открытая система - система, взаимодействующая с другими системами в соответствии с принятыми стандартами

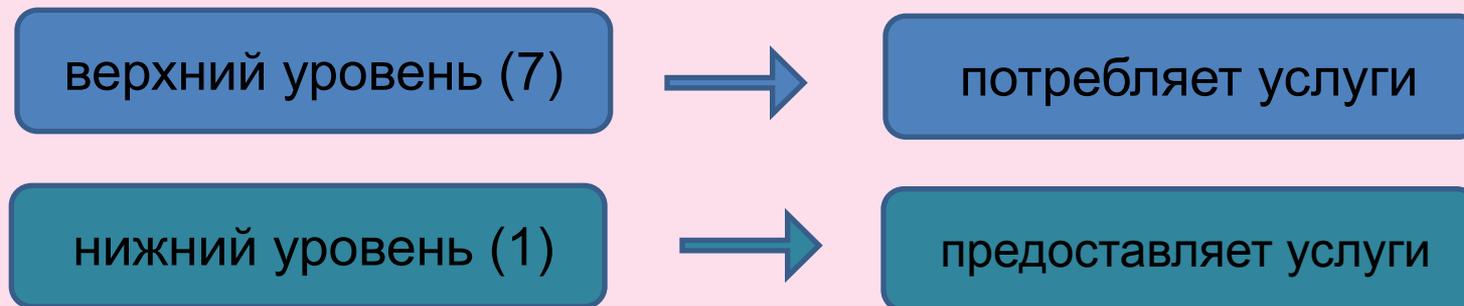
Модель ВОС - это общие рекомендации для построения стандартов совместимых сетевых программных продуктов. Эти рекомендации должны быть реализованы как в аппаратуре, так и в программных средствах вычислительных сетей.

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Модель взаимодействия открытых систем состоит из семи уровней, уровни расположенных вертикально друг над другом

Каждый уровень может взаимодействовать только со своими соседями и выполнять отведённые только ему функции

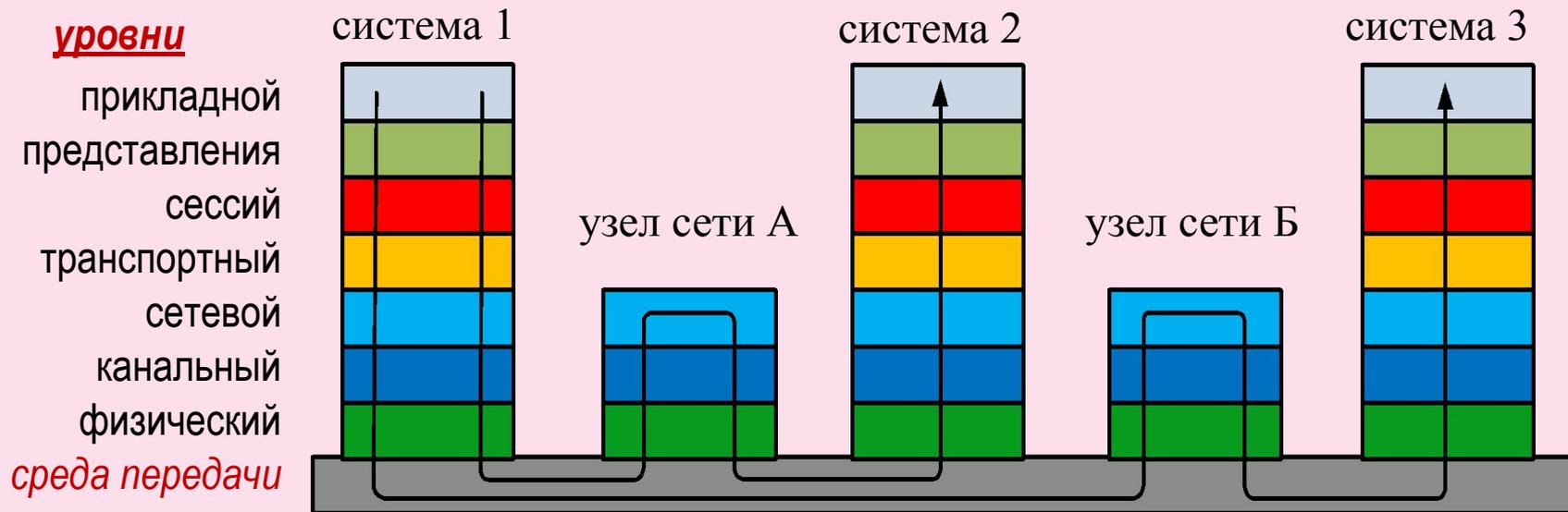
Уровни подстраховывают и проверяют работу друг друга

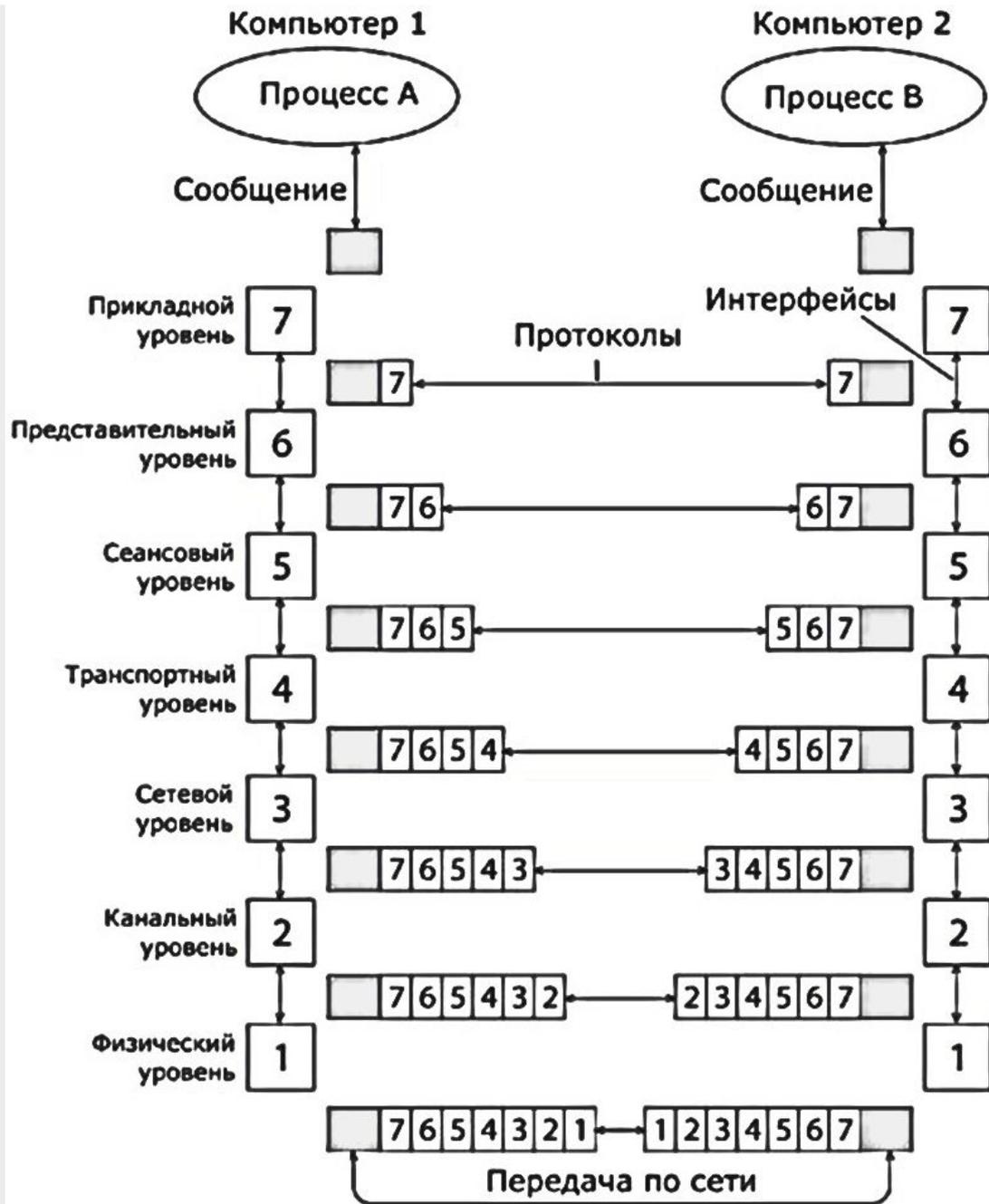


**Задача всех уровней –
обеспечение надежного взаимодействия прикладных
процессов**

Прикладные процессы - это процессы ввода, хранения, обработки и выдачи информации для пользователя

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ





МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Верхний (7-й) **прикладной уровень** (Application layer)

обеспечивает взаимодействие сети и пользователя

Уровень разрешает приложениям пользователя доступ к сетевым службам, таким как обработчик запросов к базам данных, доступ к файлам, пересылке электронной почты

Уровень отвечает за передачу служебной информации, предоставляет приложениям информацию об ошибках и формирует запросы к уровню представления

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Уровень представления (Presentation layer) отвечает за преобразование протоколов и кодирование/декодирование данных

Запросы приложений, полученные с уровня приложений, он преобразует в формат для передачи по сети, а полученные из сети данные преобразует в формат, понятный приложениям

На этом уровне может осуществляться сжатие/распаковка или кодирование/декодирование данных, а также перенаправление запросов другому сетевому ресурсу, если они не могут быть обработаны локально

Пример протокола: Secure Socket Layer (SSL)

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Сеансовый уровень (Session layer) отвечает за поддержание сеанса связи, позволяя приложениям взаимодействовать между собой длительное время

Управляет созданием/завершением сеанса, обменом информацией, синхронизацией задач, определением права на передачу данных и поддержанием сеанса в периоды неактивности приложений

Синхронизация передачи обеспечивается помещением в поток данных контрольных точек, начиная с которых возобновляется процесс при нарушении взаимодействия

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Транспортный уровень (Transport layer) - предназначен для доставки данных без ошибок, потерь и дублирования в той последовательности, как они были переданы

Уровень предоставляет сам механизм передачи. Блоки данных он разделяет на фрагменты, размер которых зависит от протокола, короткие объединяет в один, а длинные разбивает

примеры транспортных протоколов:

ТCP и UDP стека TCP/IP и протокол SPX стека Novell

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Сетевой уровень (Network layer) - предназначен для определения пути передачи данных

Отвечает за трансляцию логических адресов и имён в физические, определение кратчайших маршрутов, коммутацию и маршрутизацию, отслеживание неполадок и заторов в сети

На сетевом уровне работает маршрутизатор

***Примеры протоколов сетевого уровня:
IP стека TCP/IP и IPX стека Novell***

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Канальный уровень (Data Link layer) предназначен для обеспечения взаимодействия сетей на физическом уровне и контроля за ошибками

Полученные с физического уровня данные он упаковывает в кадры данных, проверяет на целостность, если нужно исправляет ошибки и отправляет на сетевой уровень

Канальный уровень может взаимодействовать с одним или несколькими физическими уровнями, контролируя и управляя этим взаимодействием

Примеры протоколов канального уровня: Ethernet, Token Ring, FDDI, 100VG-AnyLAN.

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Физический уровень (Physical layer)

осуществляет:

- передачу электрических или оптических сигналов в кабель и их приём
- преобразование в биты данных в соответствии с методами кодирования цифровых сигналов

На физическом уровне работают концентраторы, повторители (ретрансляторы) сигнала и медиаконверторы

Пример протокола физического уровня: спецификация 10Base-T технологии Ethernet

Задача коммутации - это соединения конечных узлов через сеть транзитных узлов

Задача коммутации - несколько взаимосвязанных частных задач:

- определение информационных потоков, для которых требуется прокладывать пути;
- определение маршрутов для потоков;
- сообщение о найденных маршрутах узлам сети;
- продвижение – распознавание потоков и локальная коммутация на каждом транзитном узле;
- мультиплексирование и демупльтиплексирование потоков

Устройство, предназначенное для выполнения коммутации, называется

коммутатором
(switch)

ЗАДАЧИ И ТИПЫ КОММУТАЦИЙ

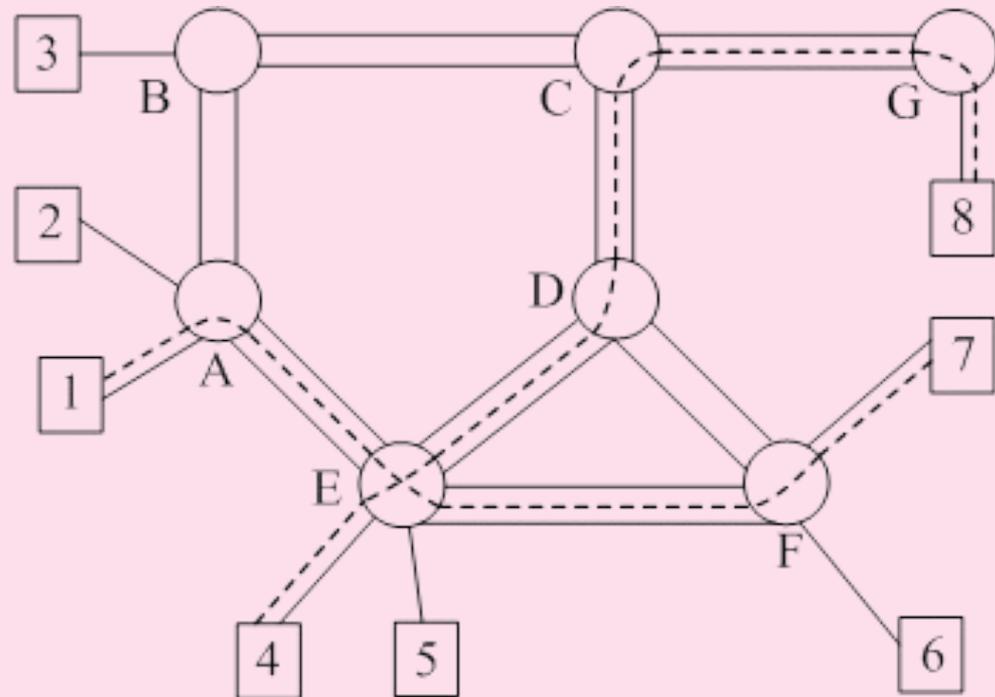
Способы коммутации

**КОММУТАЦИЯ КАНАЛОВ
(КК) – circuit switching**

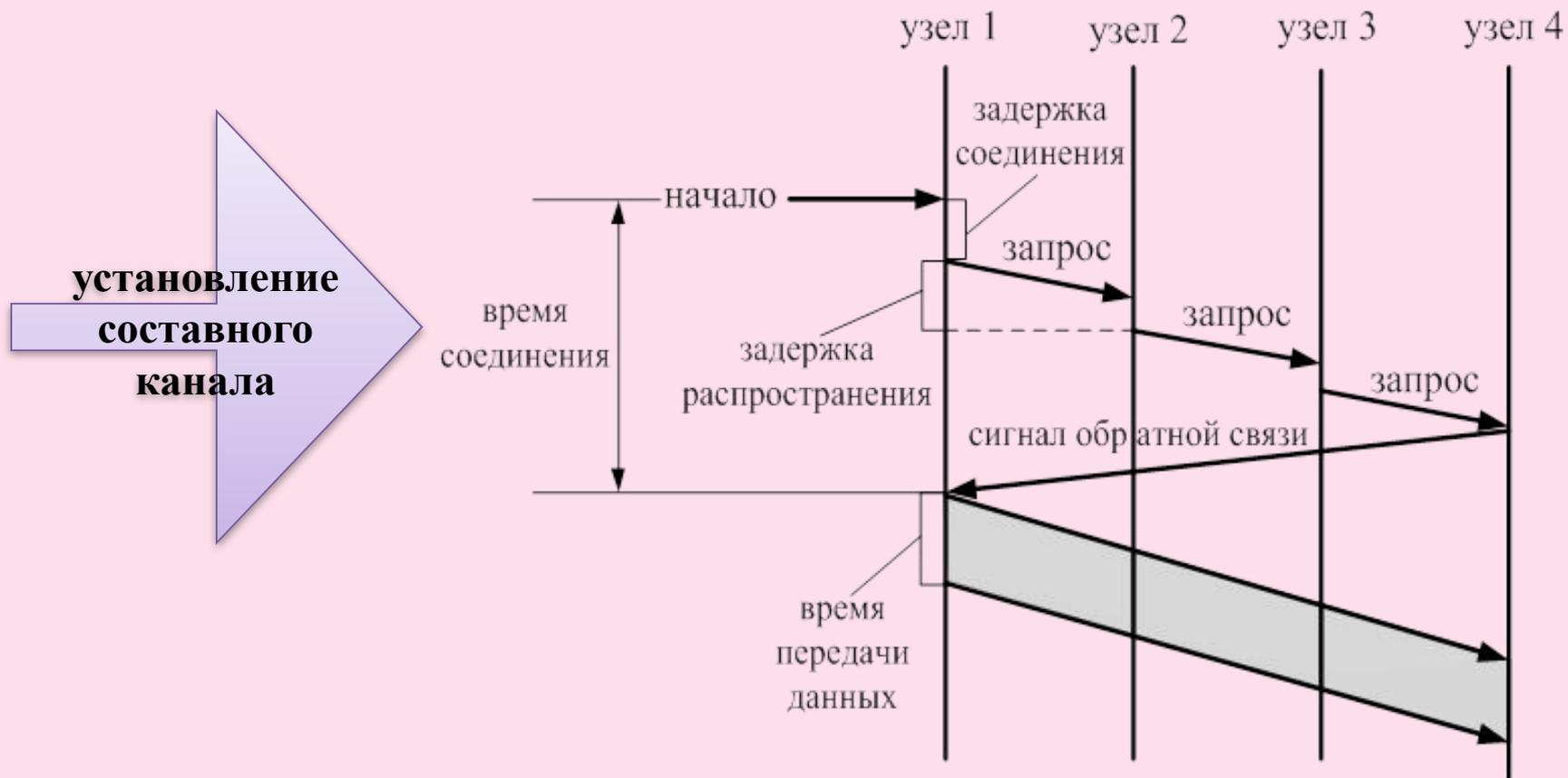
**КОММУТАЦИЯ
сообщений (КС) –
message switching**

**КОММУТАЦИЯ ПАКЕТОВ
(КП) - packet switching**

Общая структура
сети с коммутацией
абонентов



КОММУТАЦИЯ КАНАЛОВ – это способ коммутации, при котором обеспечивается временное соединение каналов на различных участках сети для образования прямого канала между любой парой абонентских пунктов этой сети



КОММУТАЦИЯ КАНАЛОВ

Достоинства:

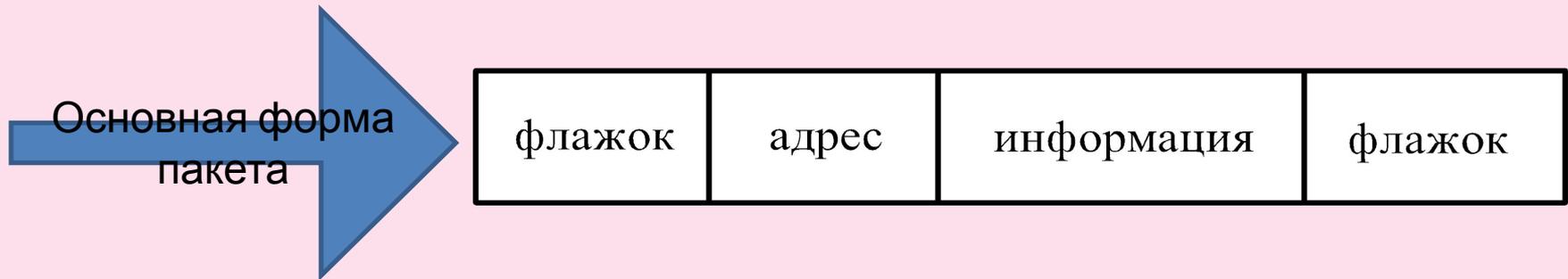
- постоянная и известная скорость передачи данных по установленному между конечными узлами каналу;
- низкий и постоянный уровень задержки передачи данных через сеть. Это позволяет качественно передавать данные, чувствительные к задержкам - голос, видео, технологическую информацию

недостатки:

- отказ сети в обслуживании запроса на установление соединения;
- нерациональное использование пропускной способности физических каналов;
- обязательная задержка перед передачей данных из-за фазы установления соединения

КОММУТАЦИЯ ПАКЕТОВ:

При коммутации пакетов все передаваемые сообщения разбиваются в исходном узле на сравнительно небольшие части, называемые пакетами.



В начало и конец пакета добавляется служебная информация:

- заголовок – для идентификации источника и адресата пакета;
- биты синхронизации, указывающие начало и конец пакета

Пакет передается через сеть поэтапно, сохраняясь в буфере, пока соответствующее звено пути не освободится

В системе с коммутацией сообщений пакет это все сообщение

В системе с коммутацией пакетов используют два способа передачи пакетов:

- режим виртуальных соединений
- датаграммный

Виртуальное соединение: получателю отправляется служебный пакет, в каждом узле пакет оставляет распоряжение:

пакеты k -го виртуального соединения, пришедшие из i -го канала, отправить в j -ый канал

После получения согласия получателя на принятие пакета начинается передача

Виртуальное соединение сохраняется до прихода служебного пакета, стирающего инструкции в узлах

Датаграммный режим:

Датаграмма - самостоятельный пакет, движущийся по сети независимо от других

Получив датаграмму, УК направляет ее в смежный узел, максимально приближенный к адресату. После подтверждения получение пакета, УК стирает его в своей памяти.

Если подтверждения нет - УК отправляет пакет в другой смежный узел, и т. д., до тех пор, пока пакет не будет принят

КОММУТАЦИЯ ПАКЕТОВ

достоинства:

- высокая общая пропускная способность сети при передаче пульсирующего трафика;
- возможность динамически перераспределять пропускную способность физических каналов связи между абонентами в соответствии с реальными потребностями их трафика

недостатки:

- неопределенность скорости передачи данных между абонентами сети, зависимость скорости от общей загрузки сети;
- переменная величина задержки пакетов данных;
- возможные потери данных из-за переполнения буферов коммутаторов

недостатки устраняются методами обеспечения качества обслуживания (Quality of Service, QoS)