Вопросы

1. Могут ли цифровые линии связи передавать аналоговые данные?

2. Каким будет теоретический предел скорости передачи данных в бит/с с по каналу с шириной полосы пропускания в 20 кГц, если мощность передатчика составляет 0,01 мВт, а мощность шума в канале равна 0,0001 мВт?

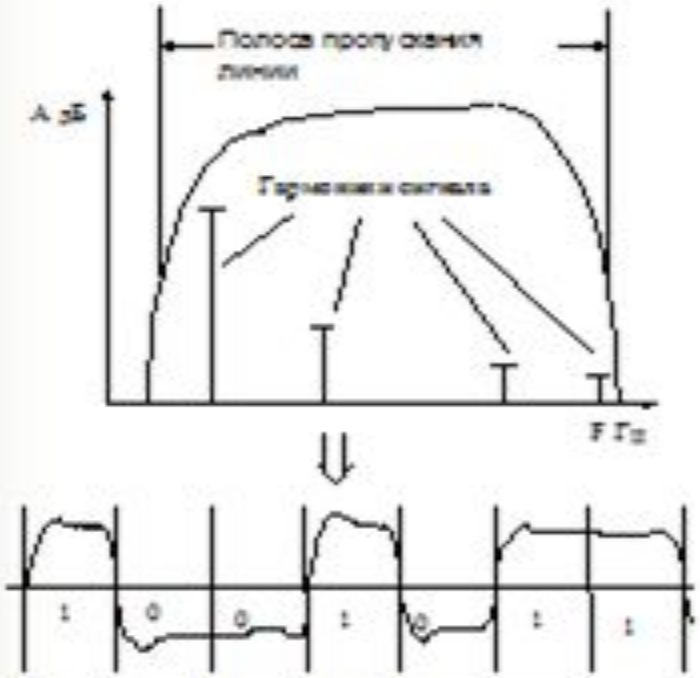
3. Определите пропускную способность канала связи для каждого из направлений дуплексного режима, если известно, что его полоса пропускания равна 600 кГц, а метода кодирования использует 10 состояний сигнала.

4. Рассчитайте задержку распространения сигнала и задержку передачи данных для случая передачи пакета в 128 байт по:

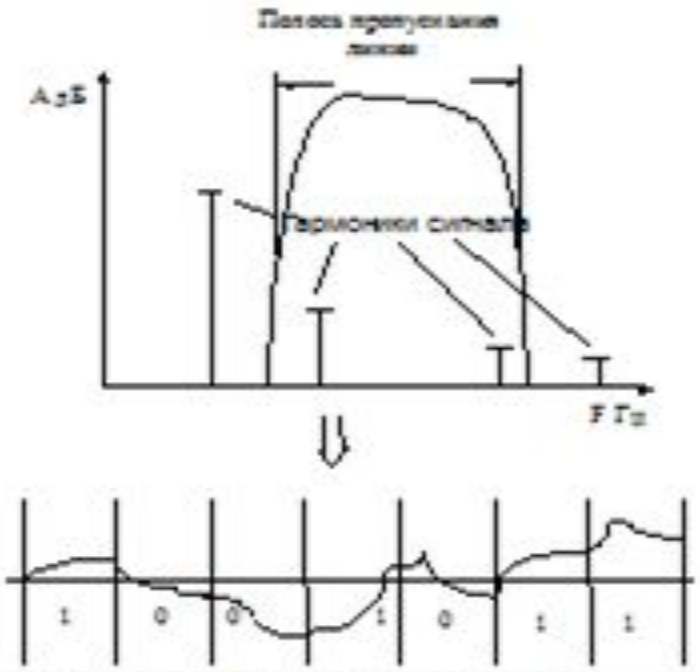
- кабелю витой пары длиной в 100 м при скорости передачи данных 100 Мбит/с,
- коаксиальному кабелю длиной в 2 км при скорости передачи в 10 Мбит/с,
- спутниковому геостационарному каналу протяженностью в 72 км при скорости передачи данных 128 Кбит/с.

Считайте скорость распространения сигнала равной скорости света в вакууме 300 000 км/с.

Соответствие между полосой пропускания линии связи и спектром сигнала



а) Спектр сигнала умещается в полосу пропускания линии



б) Спектр сигнала выходит за пределы полосы пропускания линии

Лекция 5. Методы распределения ресурсов общего канала связи

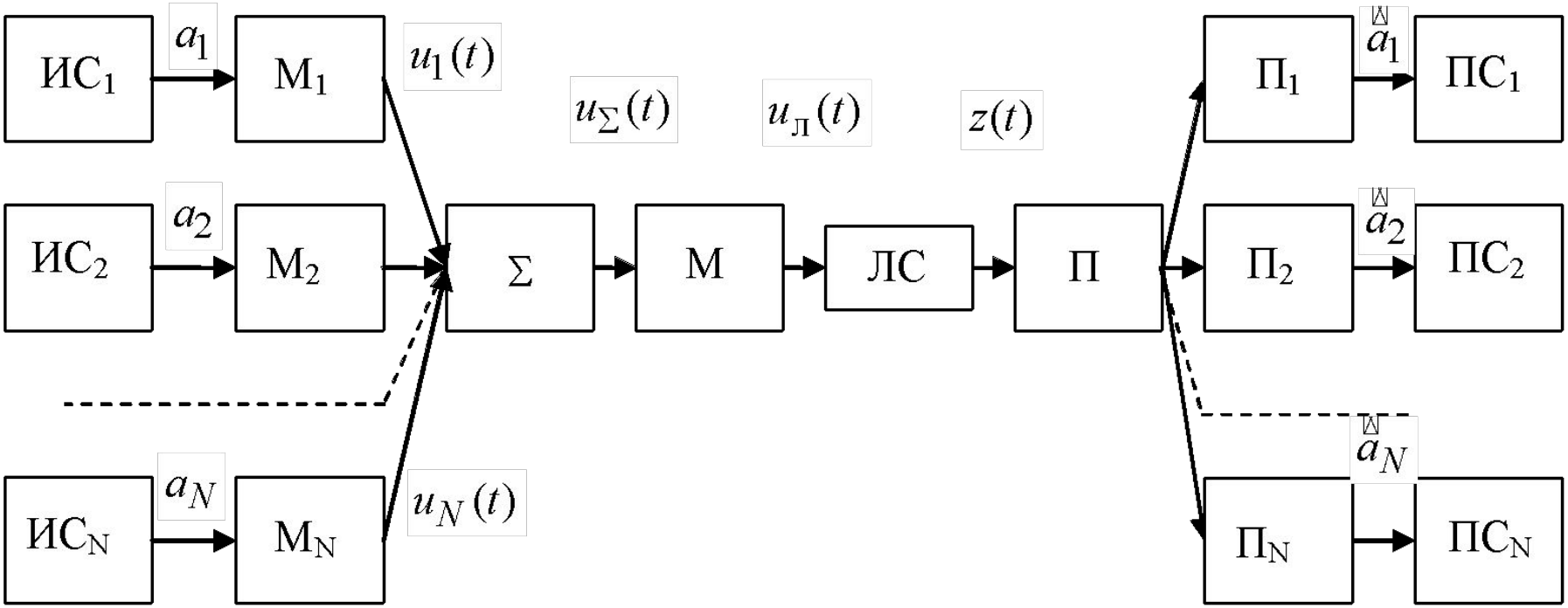
Учебные вопросы

- 1.Структура многоканальной системы связи. 2.Методы мультиплексирования каналов связи.
- 3.Методы множественного доступа в канал связи.
- **Цель лекции**: Освоить методы эффективного распределения ресурсов общего канала при организации многоканальной связи

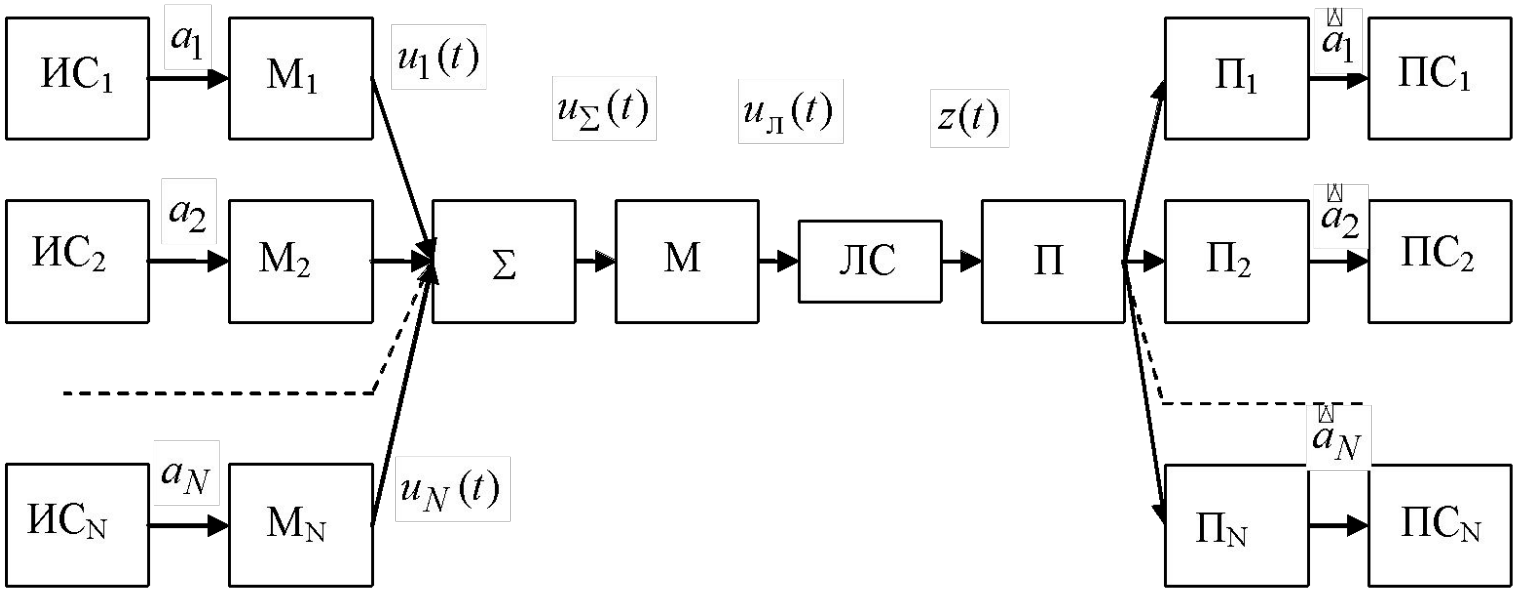
- **Литература**
- Мочалов В.П. Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей . Ставрополь, СКФУ,2015, стр.76-91.

Проблема эффективного распределения ресурсов линии связи актуальна всегда, но особенно обострилась из-за необходимости обмена данными между объектами ИС в условиях неравномерности и непредсказуемости трафика. т.к. любой сигнал занимает определенную полосу частот, существует некоторое время, обладает ограниченной энергией и распространяется в определенной области пространства выделяют четыре вида ресурса линии связи: частотный, временной, энергетический и пространственный. При решении проблемы эффективного распределения ресурсов линии связи применяют методы мультиплексирования и множественного доступа.Оба понятия предполагают распределение ресурса канала между пользователями. Однако, при мультиплексировании ресурс канала связи распределяется через оконечное оборудование формирующее групповой сигнал,а при множественном доступе групповой сигнал образуется в результате сложения сигналов пользователей в канале (спутниковые каналы,мобильная связь, ЛВС).

Структура многоканальной системы связи



Канальные передатчики вместе с устройством объединения образуют аппаратуру уплотнения каналов, групповой модулятор, линия связи и групповой приемник составляют групповой канал, канальные приемники образуют устройство разделения.



Для реализации уплотнения канала ИС модулируют свои канальные сигналы, которые объединяются в групповой сигнал. Uгр. формируется линейным суммированием промодулированных КС.У-во разделения-это набор линейных избирательных цепей,каждая из которых выделяет только свой канальный сигнал.Для этого необходимо и достаточно чтобы КС составляли ансамбль линейно независимых ортогональных сигналов.т.е.модель.

Для реализации уплотнения канала каждый ИС модулирует свой КС, которые объединяются в груп.сигн.

$$u_{\Sigma}(t) = \sum_{i=1}^{N} u_i(t)$$

При приеме j-й селектор канального сигнала, описываемый линейным оператором , должен выделять из группового сигнала j канальный сигнал, т.е. должно выполняться условие

$$L_j\left\{u_{\Sigma}(t)\right\} = L_j\left\{\sum_{i=1}^{N} u_i(t)\right\} = \sum_{i=1}^{N} L_j\left\{u_i(t)\right\} = \begin{cases} u_i(t), i = j \\ 0, \quad i \neq j \end{cases}$$

Разделение (уплотнение) каналов

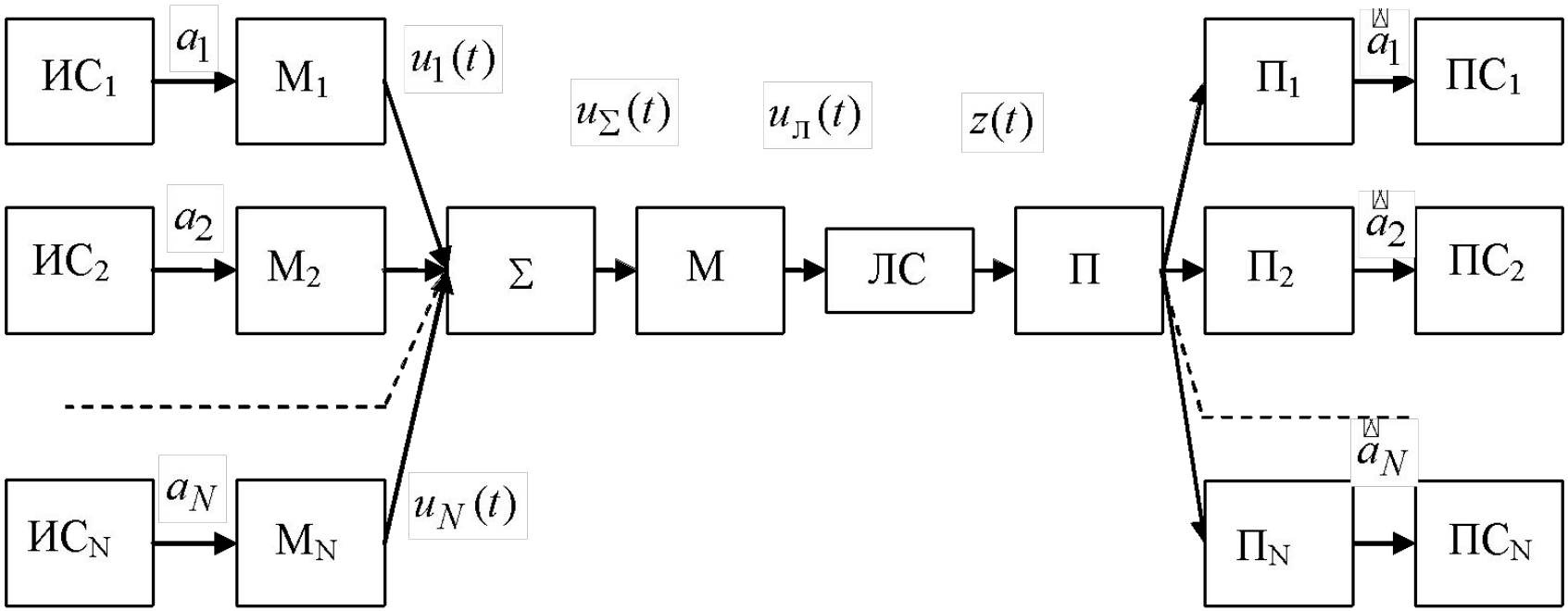
Мультиплекси́рование (англ. *multiplexing, muxing*) — уплотнение канала - передача нескольких потоков (каналов) данных с меньшей скоростью (пропускной способностью) по одному каналу, обладающему большей пропускной способностью.

Различают:

- частотное разделение каналов (ЧРК, FDM) — разделение каналов по частоте, каждому каналу выделяется определённый диапазон частот;
- временное разделение каналов (ВРК, TDM) — разделение каналов во времени, каждому каналу выделяется квант времени (таймслот);
- кодовое разделение каналов (КРК, CDM) — разделение каналов по кодам, каждый канал имеет свой код наложение которого на групповой сигнал позволяет выделить информацию конкретного канала.

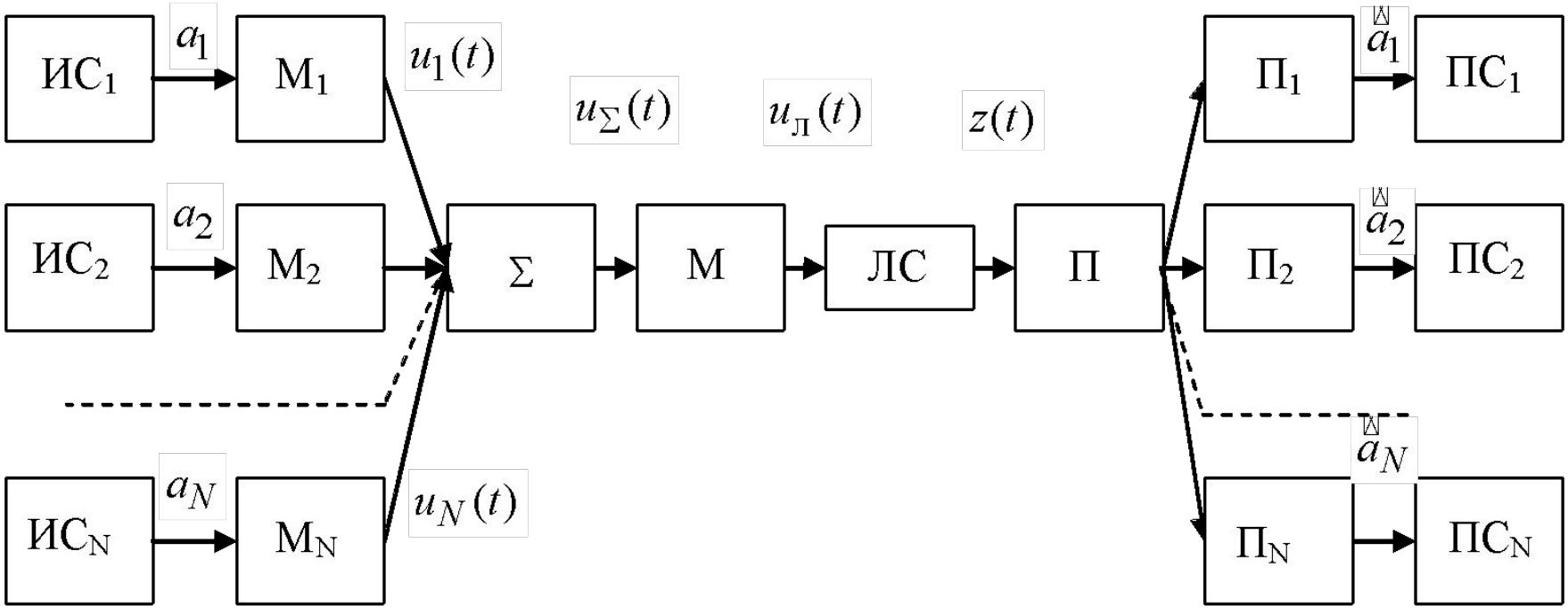
Возможно комбинировать методы, например ЧРК+ВРК и т.п.

Мультиплексирован с разделением частот

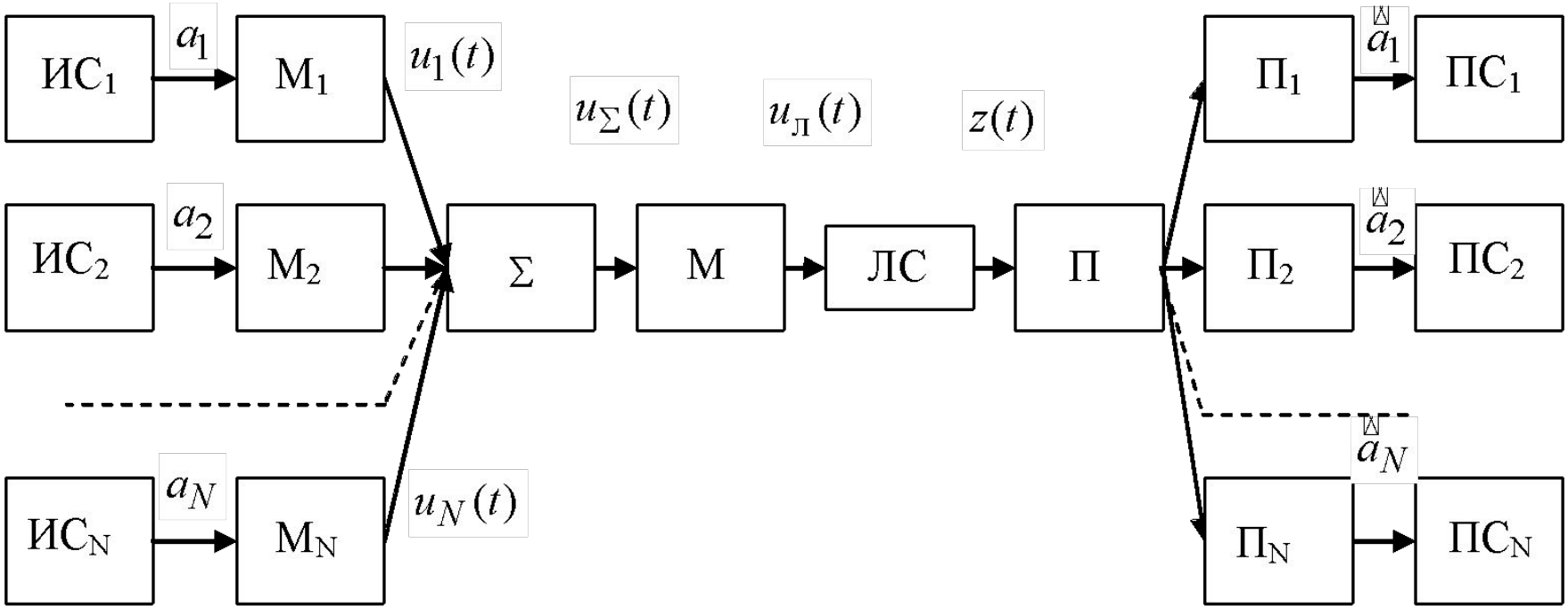


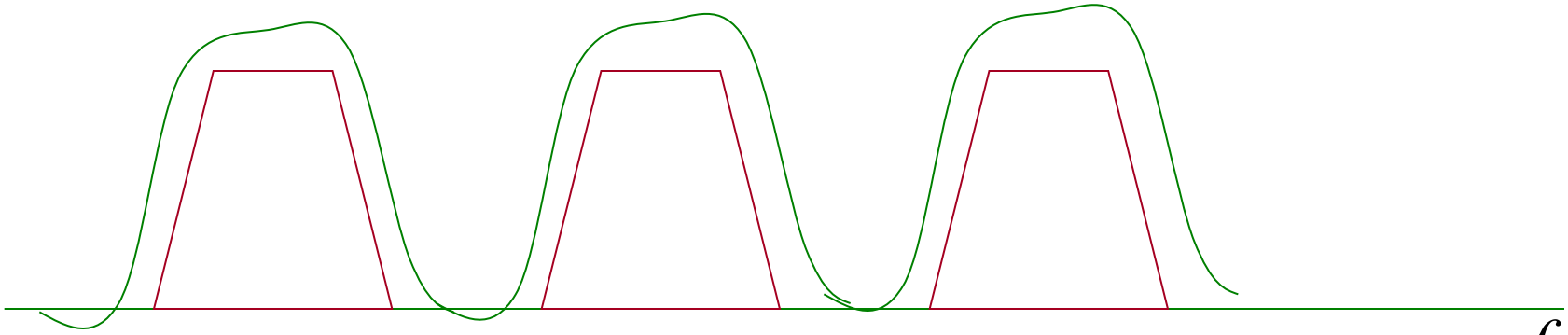
В канальных модуляторах происходит модуляция *поднесущими*.Перенос спектра каждого канала на свою частотную позиц.осуществл.М в тракте передачи. Рисунки

Частотное разделение каналов



В групповом передатчике происходит модуляция несущего колебания групповым сигналом, после чего модулированный *линейный* сигнал передается в линию связи. Групповой приемник производит демодуляцию линейного сигнала, после чего каждый канальный приемник выделяет при помощи полосового фильтра «свой» канальный сигнал, демодулирует его и выделяет сообщение. 12 голосовых каналов по 4000Гц мультиплексир.в полосе от 60до108КГц и образуют группу.5 групп по 12 каналов-супергруппа,стандарты позволяют объеденить до 230000 голос.кан.



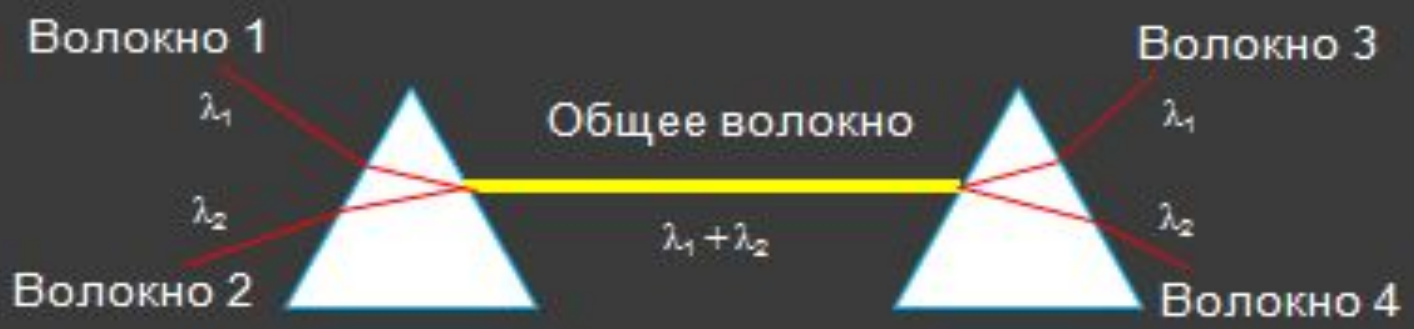


Необходимы защитные интервалы

WDM-спектральное уплотнение

- Wdm-вариант частотного уплотнения для оптоволокна. Иначе –мультиплексирование с разделением длины волны. Канал пользователя занимает лишь несколько сотен Мгц,а пропускная способность оптоволоконного канала десятки тысяч Ггц.Теоретически возможно организовать десятки тысяч каналов в одном оптоволоконном кабеле.

Мультиплексирование с делением по длине волны в оптическом волокне



ИТАК, частотное разделение каналов основано на распределении одного из ресурсов – полосы пропускания группового канала – между различными индивидуальными каналами.

Недостатки частотного разделения:

1. Из-за неидеальности полосовых фильтров необходимы защитные интервалы, которые суммарно составляют около 20% полосы пропускания группового канала связи.
2. Предъявляются очень жесткие требования к линейности канала (в нелинейном канале образуются кратные и комбинационные составляющие, попадающие в «чужие» полосы частот).

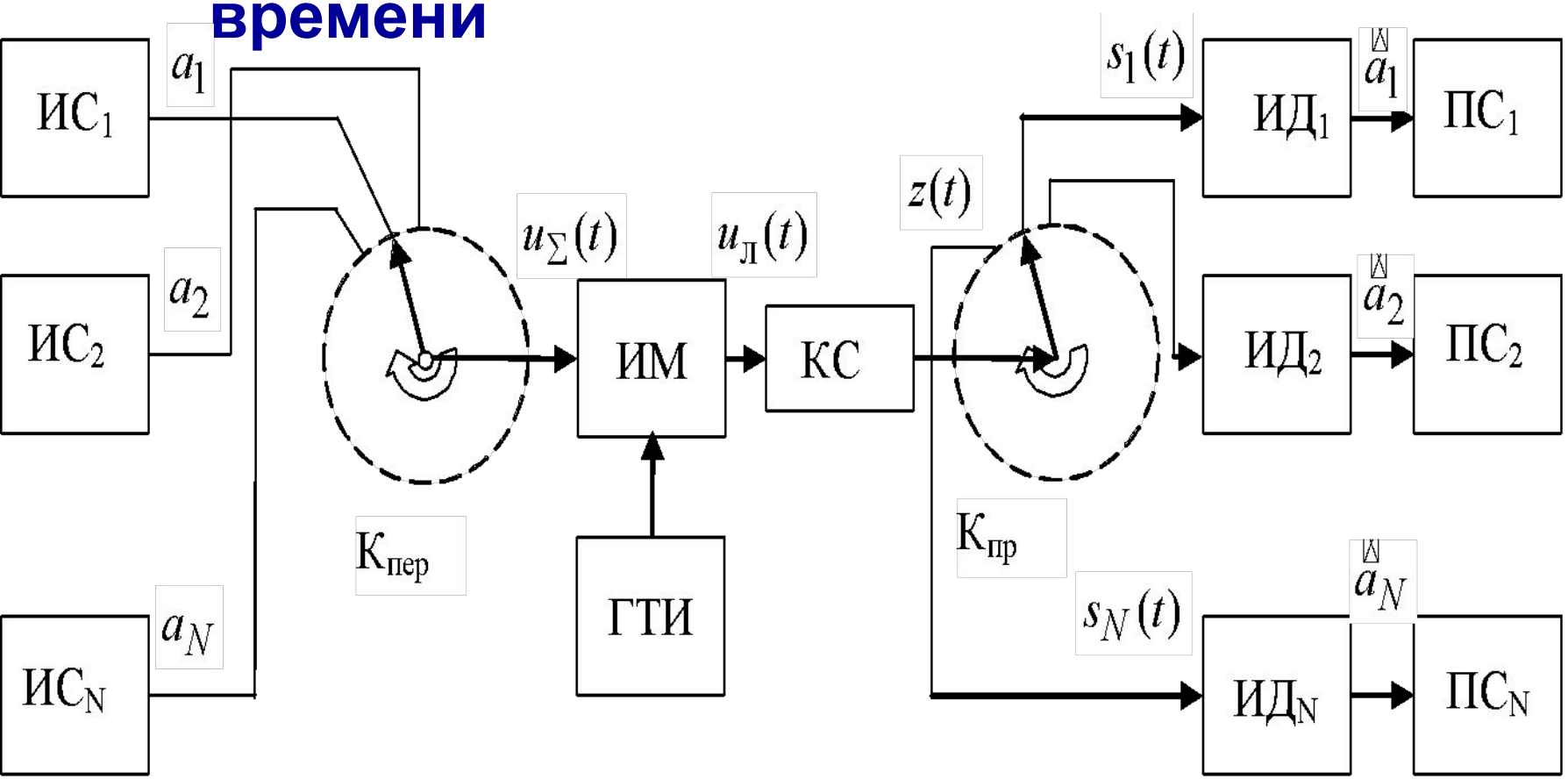
Разделение каналов по форме сигналов или кодовое разделение (КРК)

СМ.рис. Входной цифровой сигнал моделируется псевдослучайной последовательностью.Полученные сигналы объединяются в единый поток.ПСП передается со скоростью большей,чем скорость исходного сигнала.Полоса частот гораздо шире,чем полоса исходного сигнала.Псп выбираются так,чтобы их можно было разделить и отделить полезный сигнал.Передача объединенного потока осуществляется в одной полосе частот,например фазовой модуляцией.ПСП должны иметь нулевую корреляцию,т.е.быть взаимонезависимы.

Разделение обеспечивают селекторы, которые представляют собой корреляторы или согласованные фильтры (вычисляются скалярные произведения).

Code Division Multiple Access (CDMA)

Мультиплексирование с разделением по времени



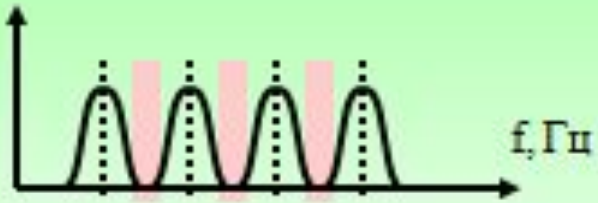
Мультиплексирование с разделением во времени

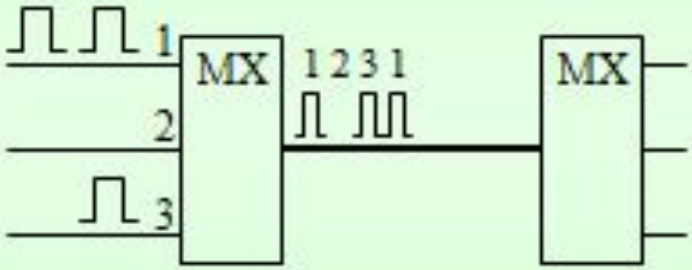
Оцифровка телефонного сигнала происходит на АТС куда приходит кабель с аналоговым сигналом с помощью устройства, называемого **кодек** (codec – coder/decoder).

Codec снимает показания с линии 8000 раз в секунду (каждый 125 мкс) с использованием **импульсно-кодовой модуляции (PCM)** - основы современных телефонных систем.

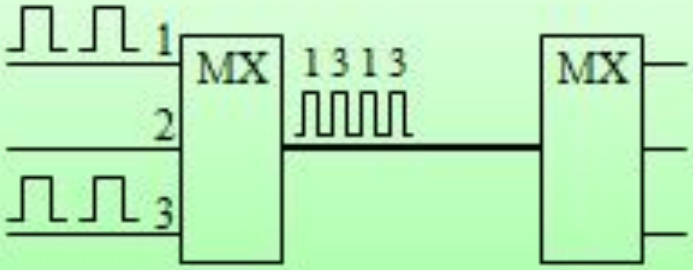
"Уплотнение" линий связи

Стандарт E1
32 канала,опрос со скоростью 8000 1/сек. по 8 бит. За один цикл опроса формируется кадр 256 бит.
Скорость передачи
256*8000=2.048мбит/сек





Стандарт T1
24 канала,опрос со скоростью 8000 1/сек. по 8 бит. За один цикл опроса формируется кадр 193 бит.
Скорость передачи
193*8000=1.544мбит/сек



Стандарт T1

Канал T1 мультиплексирует 24 голосовых канала в течении каждых 125 мксек. Каждый канал оцифровывается последовательно один за другим. Каждый канал несет 8 бит (на три байта — один бит сигнальный). Кадр T1 начинается со специального сигнального бита.

Итого T1 кадр несет 193 бита. Общая скорость передачи такого канала (8000x193 бита) дает 1,544 Mbps.

Собственно для данных используется 23 байта и один байт используется для синхронизации

Способы синхронизации при временном разделении каналов связи

1.Пошаговый.Генератор на передающей стороне, импульсы поступают и на приемную сторону.

2.Циклический.На обоих сторонах свои генераторы работающие в ждущем режиме.За цикл проходит только один запускающй импульс.

3.Инерционный.Генераторы устанавливаются на обоих сторонах линии связи синфазные и стабильные.

Модуляция импульсов в тракте передачи осуществляется по амплитуде,длительности,фазе.

Достоинства временного разделения

Использование цифрового сигнала при передаче сообщения.Высокая помехоустойчивость.Более простая реализация систем.Повышенная защищенность каналов от несанкционированного доступа.

Недостатки временного разделения

Нелинейные искажения нарушают импульсный характер сигналов.Несовершенство синхронизации на перед.и премн.сторонах приводят к взаимным помехам.

TDM и STDM

Сети, использующие технику TDM, требуют **синхронной работы всего оборудования**, что и определило второе название этой техники — **синхронный режим передач** (STM - Synchronous Transfer Mode).

Нарушение синхронности разрушает требуемую коммутацию абонентов, так как при этом теряется адресная информация.

Поэтому перераспределение тайм-слотов между различными каналами в оборудовании TDM невозможно

Модификация техники TDM называется **статистическим разделением канала во времени (Statistical TDM, STDM)** – позволяет с помощью временно свободных тайм-слотов одного канала увеличить пропускную способность остальных

Статическое предоставление канала

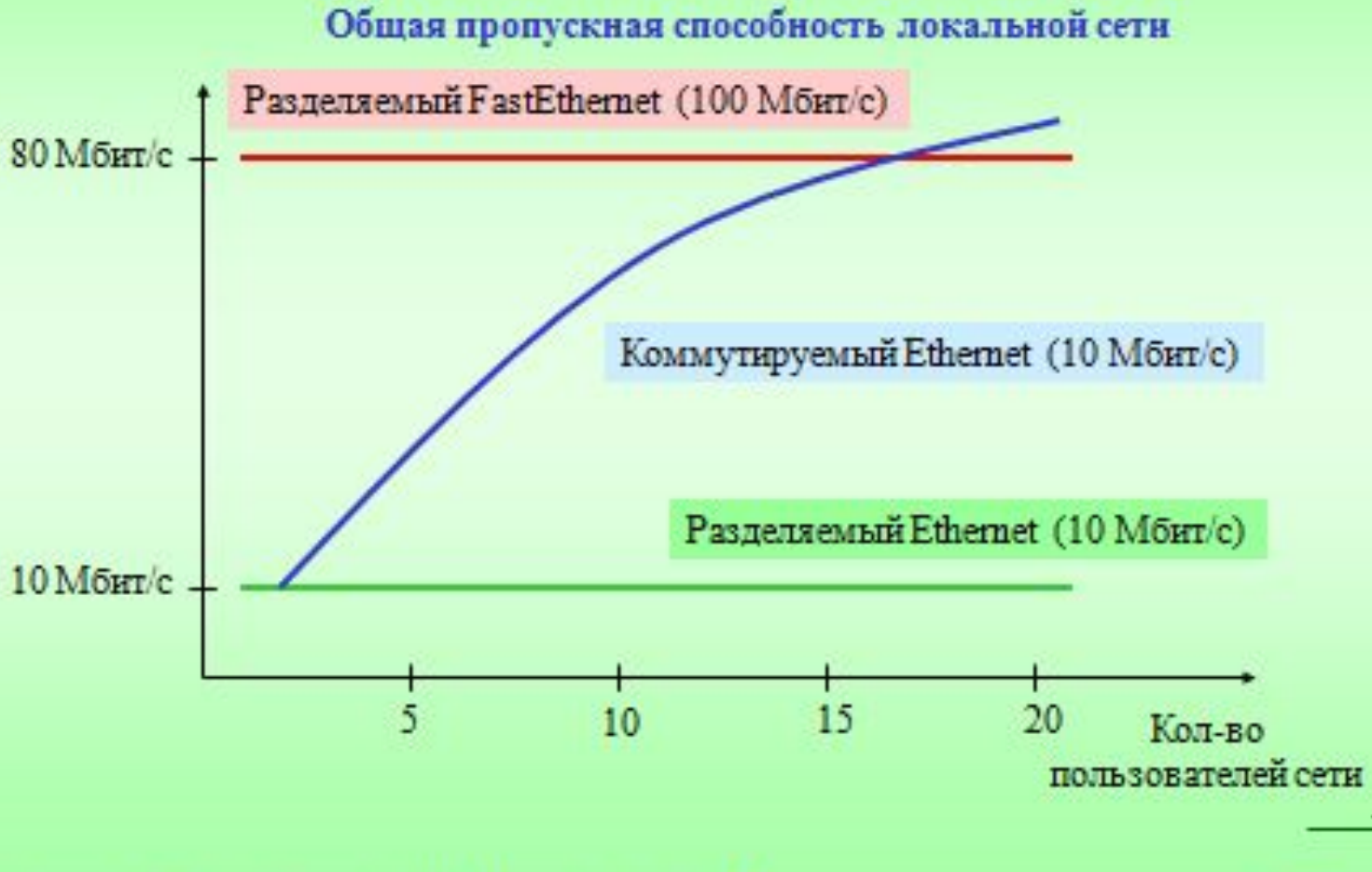
Статическое разделение канала на подканалы (мультиплексирование частотное или временное) является не эффективным решением при предположении о непостоянстве числа пользователей и не регулярности трафиков у пользователей. Особенно это характерно для спутниковых каналов, пакетной радиосвязи, каналов мобильной связи, многоточечных телефонных линий, локальных сетей. Более целесообразно использование здесь методов множественного доступа, при котором весь ресурс канала связи представляется как один канал, доступ в который происходит случайно, поэтому возможны столкновения пакетов передаваемой информации.

Методы множественного доступа

- Весь ресурс канала связи представляется как один канал, доступ в который происходит случайно, в результате чего возможно столкновение пакетов передаваемой информации.

- 1.Случайный доступ. Наличие обратной связи. Без контроля несущей и с контролем несущей.
- 2.Метод фиксированного закрепления ресурса. Протоколы многостанционного доступа FDMA, TDMA, CDMA (обеспечивают статическое распределение ресурса канала между пользователями, не могут обеспечить динамически изменяющиеся требования пользователей) .
- 3.Метод назначения ресурсов по требованию. Предполагает наличие информации о требованиях пользователей. Методы подразделяются на централизованные и распределенные (пользователи обмениваются служебной информацией).

Пропускная способность



Выводы по лекции

«УПЛОНЕНИЕ» линий связи:

1. Частотное-широкополосная передача,защитные частотные интервалы,стабильность несущих.

2. Временное-синхронизация,всем мультиплексируемым каналам равные промежутки времени.

3. Асинхронное-более загруженным каналам отдается больше временных интервалов.

4. Множественный доступ-при непостоянстве числа пользователей и нерегулярности трафика.
5. Частотное мультиплексирование требует применения аналоговых схем и мало пригодно для управления компьютером.
6. TDM мультиплексирование предполагает использование цифрового оборудования, соответствует возможностям компьютера.