

Южно-Уральский Государственный Университет
Факультет Военного Обучения
Военная Кафедра Связи

Цикл военно-специальной и военно-технической подготовки
Тема №1 «**ОСНОВЫ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ И ТРОПОСФЕРНОЙ
СВЯЗИ**»

Занятие № 3 (лекция).
«Структура многоканальных систем передачи».

Вопросы занятия:

1. Структура многоканальных систем передачи
2. Методы частотного и временного разделения каналов
3. Общие сведения радиорелейных линий с частотным разделением каналов.

Челябинск, 2012г.

Введение

Проверить усвоение материала предыдущего занятия путем опроса студентов.

Контрольные вопросы:

1. Доложить требования, предъявляемые к передающим устройствам РРС.
2. Доложить требования, предъявляемые к приемным устройствам РРС.
3. По структурной схеме РРС доложить режимы работы.

- Объявить тему занятия.

Цель:

- Изучить структуру многоканальных систем передачи РРЛ с ЧРК-ЧМ;
- дать понятие о методах разделения каналов.

1. Структура многоканальных систем передачи

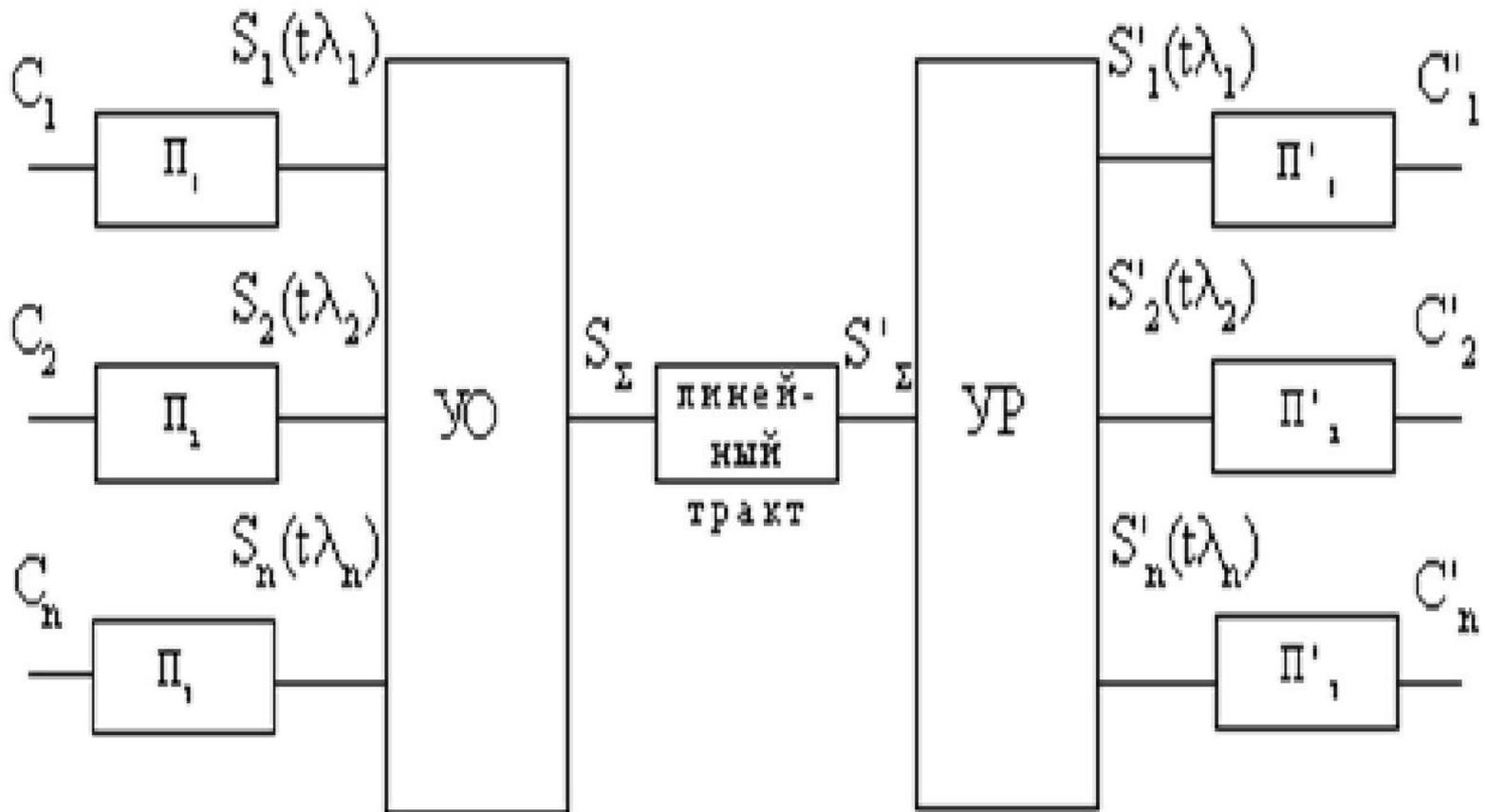
Многоканальная система передачи представляет собой сложный комплекс, включающий линейные и стационарные устройства, предназначенные для получения определенного числа каналов связи на заданную дальность. При проектировании систем передачи приходится учитывать целый ряд противоречивых требований и находить оптимальные решения.

Военные системы передачи должны, прежде всего, отвечать современным требованиям эффективности, среди которых на первый план выступают такие требования, как уменьшение габаритов и веса материальной части, уменьшение количества транспортных средств и численности личного состава, необходимого для развертывания и эксплуатационного обслуживания линий, повышение их мобильности, живучести и надежности. При этом, естественно, подразумевается выполнение требований, налагаемых системой связи и включающих необходимую дальность связи, число каналов и их качество, определяемое целым рядом электрических параметров. Электрические параметры устанавливаются с учетом использования систем передачи на сети связи, содержащей заданное максимальное число сетевых узлов и станций, на которых производятся транзитные соединения каналов и групповых трактов.



Характерные особенности в свойствах и построении той или иной системы передачи определяются, прежде всего, типом и свойствами передающей среды, используемой для передачи сигналов. По этому признаку системы передачи подразделяются на системы передачи по радиорелейным, тропосферным, космическим и проводным линиям связи.

В общем, виде многоканальная система передачи может быть представлена структурной схемой, представленной на рис. 3.1.:



λ - разделительный параметр



Под линейным трактом понимают совокупность технических средств, обеспечивающих передачу групповых сигналов электросвязи в пределах одной системы передачи. Групповой сигнал, передаваемый по линейному тракту, называют линейным сигналом. Различия в сигналах C_1 и C'_1 не должны превосходить некоторых допустимых значений, при которых выполняются нормы на параметры каналов и обеспечивается требуемая достоверность при передаче сигналов.

2. Методы частотного и временного разделения каналов – 45 мин.

2.1. Метод частотного разделения каналов

Рассмотрим особенности структуры трактов передачи и приема сигналов и последовательность преобразования сигналов в системах ЧРК-ЧМ. С этой целью обратимся к рис. 2.1 и 2.3 и выясним, что представляет со-бой показанные на них элементы применительно к системам с ЧРК-ЧМ.

Аппаратура уплотнения (АУ) построена по принципу частотного разделения каналов (ЧРК) или, другими словами по принципу частотного уплотнения (ЧУ), широко применяемому для уплотнения кабельных линий связи. Принцип ЧУ состоит в том (рис.3.2 и 3.3), что в тракте передачи спектры ТЧ индивидуальных сообщений с помощью индивидуальных преобразователей передачи (ИПП) и далее групповых преобразователей передачи (ГПП) транспортируются в область более высоких частот, причем групповое преобразование может иметь несколько этапов.

Перенос спектра осуществляют методом однополосной модуляции, в связи с чем системы с ЧРК-ЧМ иногда называют с ОБ-ЧМ, ОБП-ЧМ (одна боковая полоса), а групповой сигнал именуют групповым или линейным однополосным сигналом (на рис.3.2.):

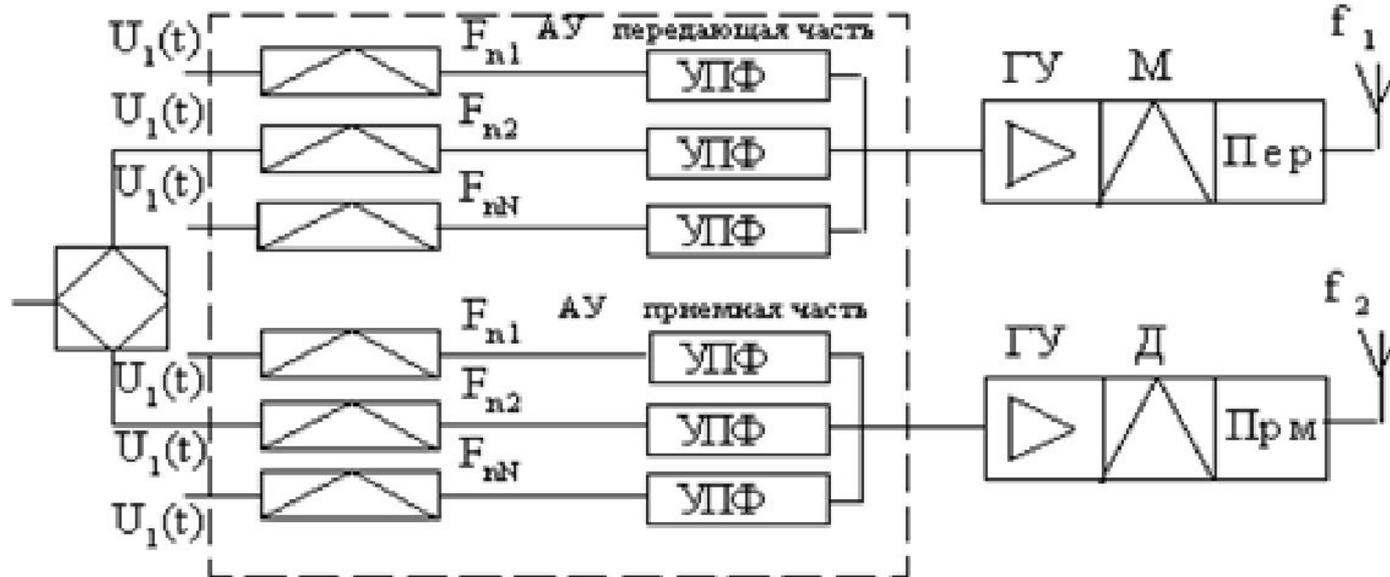


Рис. 3.3 Принцип построения трактов передачи и приема при частотном разделении каналов (частотном уплотнении).

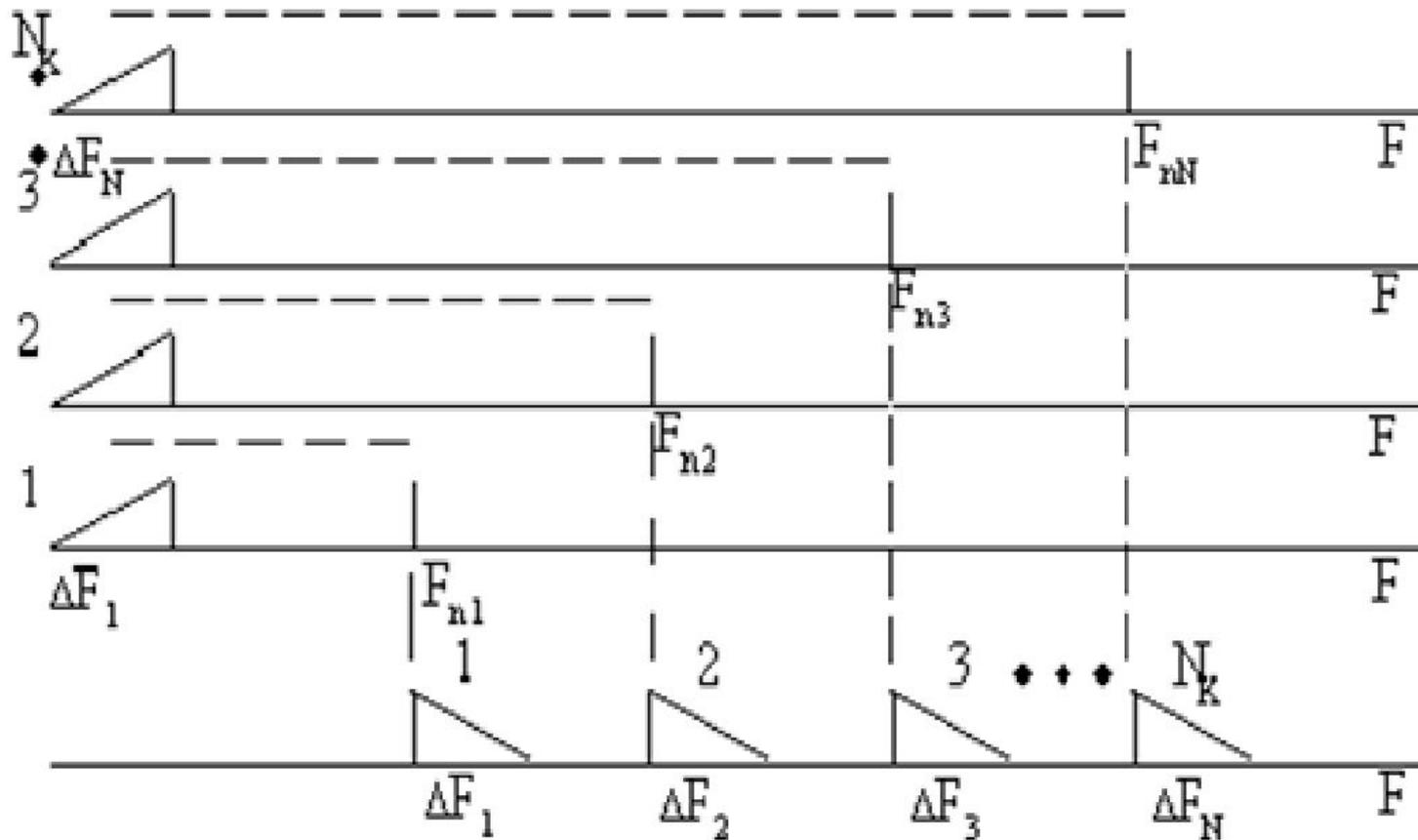


Рис.3.2 Принцип формирования группового сигнала при частотном разделении каналов.

Индивидуальный преобразователь передачи ИПП (а также и групповой преобразователь передачи ГПП) представляет собой кольцевой модулятор на который с одной стороны поступает спектр частот преобразуемого сигнала (сигнала ТЧ), а с другой гармоническое колебание несущей частоты. После кольцевого преобразователя включен полосовой фильтр (ПФ), который выделяет одну из боковых полос, верхнюю или нижнюю, и подавляет остаток несущей и вторую боковую полосу. Выбором значения и полосы частот фильтра ПФ определяется транспонированное положение и ширина полосы частот сигнала дальнего канала на оси частот группового (линейного) сигнала. На стороне приема преобразование спектра происходит в обратном порядке в групповых преобразователях приема (ГППр) и в индивидуальных преобразователях приема (ИППр). При индивидуальном преобразовании спектров сигналов стандартных каналов ТЧ, лежащих в пределах поднесущие частоты кратные 4 кГц. При этом между соседними каналами обеспечиваются защитные полосы = 0,9 кГц., необходимые для надежной расфильтрации спектров соседних каналов. В результате индивидуального преобразования формируются первичные группы каналов (ПГ), обычно включающие в себя 3,6 или 12 каналов. Так, для полевых малокабельных военных систем чаще всего применяется 3-х канальные первичные группы, занимающие спектр частот 12,3 - 23,4 кГц - так называемые 3- канальные ШК, образованные с помощью поднесущих 12,16,20 кГц с выделением верхних боковых. Для формирования линейного спектра использованы три ступени преобразования. В индивидуальном оборудовании применяется преобразование низкочастотных сигналов с помощью несущих частот 12, 16 и 20 кГц.

для первого второго и третьего каналов соответственно с использованием верхних боковых полос от 12,3 до 15,4 кГц, от 16,3 до 19,4 кГц, от 20,3 до 23,4 кГц. Аналогичному образованию подвергаются сигналы четвертого, пятого и шестого каналов.

На второй ступени преобразования осуществляется перенос спектров двух трехканальных групп 12,3-12,4 кГц в диапазон частот от 68 до 96 кГц с помощью несущих частот 92 и 108 кГц.

Используемые полосы частот от 68 до 80 кГц (первая группа) и от 84 до 96 кГц (вторая группа) с помощью третьей ступени преобразования, групповой, на несущей частоте 64 кГц. переносятся в линейный спектр частот 4-32 кГц.

Кроме полученного спектра частот в линию передаются сигналы канала служебной связи и контрольная частота 18 кГц.

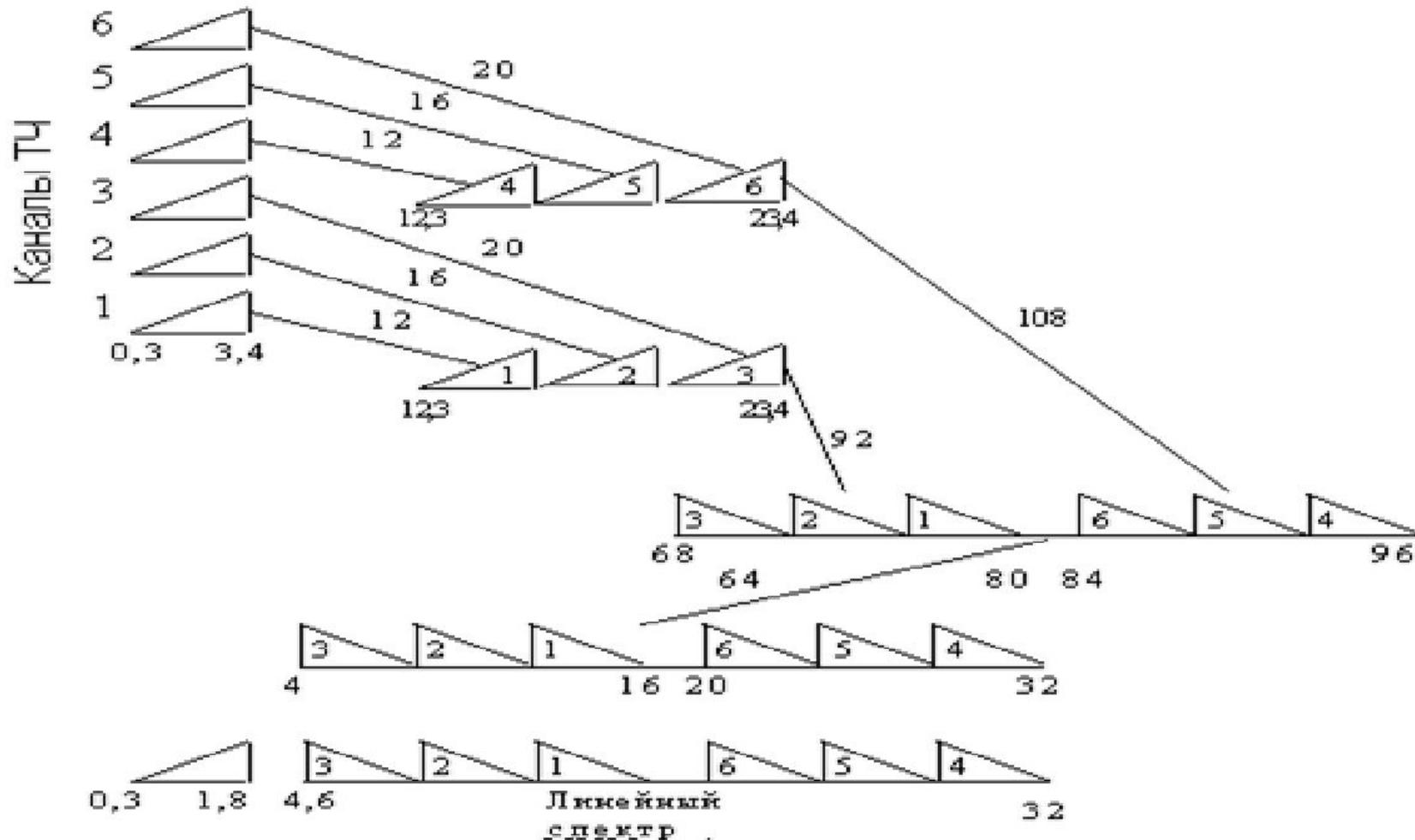


Рис. 3.4 Формирование линейного спектра

В тракте приема преобразование сигналов линейного спектра в спектры тональной частоты осуществляется в обратном порядке. В малоканальных станциях с ЧРК-ЧМ работающих в основном в диапазоне метровых волн частотно-модулированный сигнал (ЧМ) формируется непосредственно на радиочастоте (рис.3.6) в частотно-модулируемом генераторе (ЧМГ), не стабилизированным кварцем. Колебания ЧМГ далее усиливаются в усилителе высокой частоты (УВЧ) на выходе которого формируется многоканальный частотно-модулированный сигнал (МК ЧСМ), либо предварительно еще умножаются по частоте (обычно не более чем в 2-4 раза т.е. $f_{пер}=f_{чмг}$ или $f_{пер}=nf_{чмг}$. Модуляция колебания ЧМГ осуществляется с помощью варикапа или другого реактивного элемента, включенного в колебательный контур ЧМГ. Модулирующий групповой сигнал (ГС) поступает с выхода передающего тракта АУ (рис.3.6.) и подается на реактивный элемент ЧМГ, предварительно пройдя групповой усилитель (ГУ) и предискажающий контур. Последний способствует выравниванию качества каналов по шумам. Для того чтобы обеспечить высокую стабильность частоты ЧМГ, его частота стабилизируется по колебанию соответствующей опорной частоты из набора частот вырабатываемых синтезатором опорных частот (СОЧ). Подстройка частоты осуществляется путем сравнения частоты ЧМГ ($f_{ЧМГ}$) с опорной частотой ($f_{ОЧ}$) в системе (СМ). При точной настройке ЧМГ промежуточная частота ($f_{ПЧ}$), получаемая как разность $f_{ОЧ}=f_{ЧМГ}-f_{ОЧ}$ равна своему номиналу и кольцо АПЧ, включающее усилитель промежуточной частоты (УПЧ) и частотный детектор (ЧД), не оказывают влияния на частоту ЧМГ (система в состоянии равновесия).

При расстройке ЧМГ значение отличается от номинала и система АПЧ подстраивает частоту ЧМГ доводя его остаточную расстройку до некоторой малой допустимой величины. Фильтр нижних частот (НФЧ) резко ограничивает полосу частот практически выделяя только постоянную составляющую. В радиорелейных станциях с ЧРК-ЧМ, работающих в диапазоне СВЧ, передающая часть группового тракта и радиотракта строится, как правило, в соответствии с принципом, показанным на рис.3.6. Здесь $f_{пер} = f_1 \pm f_{пч}$, причем $f_1 = f_{гет} \pm f_{сдв}$, где $f_{сдв}$ - частота сдвига между частотами передатчика $f_{пер}$ и приемника $f_{пр}$ данного полуконспекта станции. Частота сдвига обычно постоянная, а частота гетеродина $f_{гет}$, вырабатываемая в синтезаторе частот (СЧ), при перестройке станции изменяет свое назначение, вследствие чего изменяется f_1 , а значит и $f_{пер}$. Промежуточная частота при отсутствии модуляции всегда постоянна. В процессе модуляции групповым сигналом величина $f_{пч}$ изменяется пропорционально напряжению и в соответствии со знаком напряжения группового сигнала.

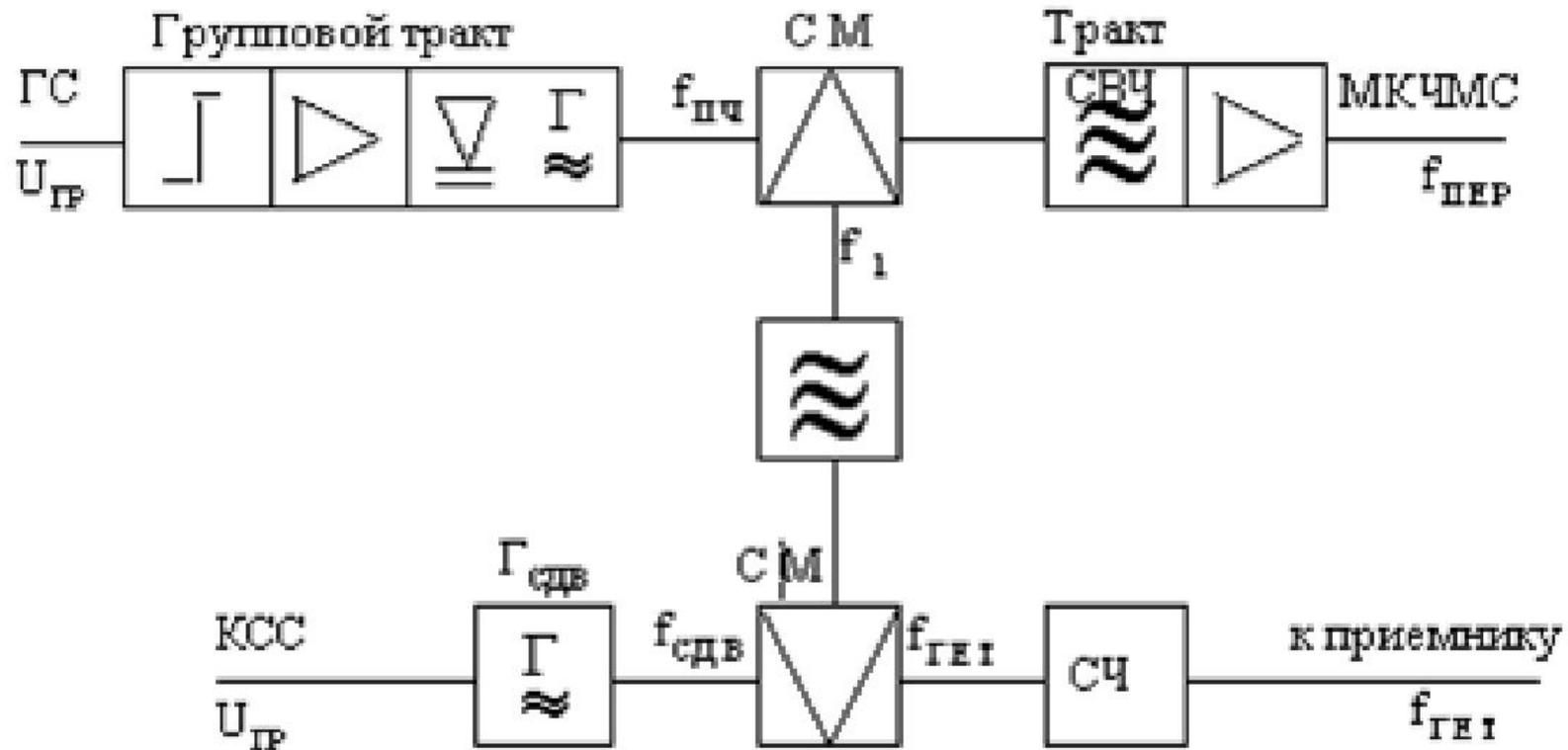


Рис. 3.6 Принцип построения тракта формирования ЧМ радиосигнала (тракта передачи), применяемый, как правило, в многоканальных РРС.



На промежуточной ретрансляционной станции при ретрансляции по ВЧ (ВЧ транзит) групповой тракт отключается и на вход смесителя сигнал промежуточной частоты поступает от приемника другого направления связи. Сигнал канала служебной связи (КСС) при этом вводится в частотный или фазовый модулятор, содержащийся в генераторе сдвига (Гсдв).

Структура тракта приема в принципе поясняется с помощью рис.3.7. Приемник супергетеродинного типа строится как приемник ЧМ сигнала. В малокабельных РРС, работающих в диапазонах метровых волн, обычно применяют двойное преобразование частоты. В системах СЧ используют однократное преобразование частоты. В этом случае при ретрансляции по ВЧ многоканальный частотно-модулированный сигнал промежуточной частоты в режиме транзита (ВЧТр) без демодуляции в передатчик другого направления связи. Поскольку гетеродин в этом режиме используется одновременно как для работы передатчика, так и для работы приемника (различных направлений связи). Величина нестабильности частоты гетеродина исключается из ретранслированного сигнала, причем ,где соответственно частота передачи и частота приема противоположных направлений связи на данной промежуточной РРС.

При работе в оконечном режиме (Ок) сигнал промежуточной частоты после ограничения по амплитуде в ограничителе (Огр) демодулируется частотным детектором. Далее групповой сигнал усиливается групповым услителем и после выравнивающего контура (ВК) поступает в аппаратуру уплотнения.

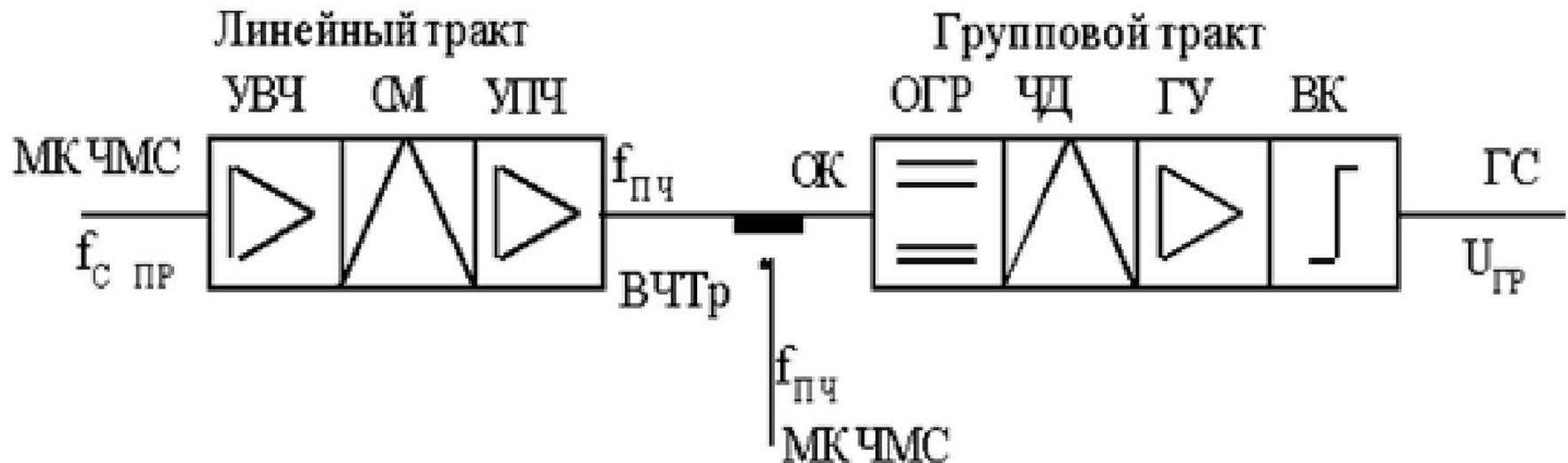


рис. 3.7 Принцип построения тракта усиления и демодуляции ЧМ радиосигнала (тракта приема) РРС с ЧРК-ЧМ.

Достоинства метода ЧРК-ЧМ:

- возможность сопряжения с проводными линиями многоканальной электросвязи по групповому тракту и по трактам стандартных широкополосных каналов (ШК), что позволяет легко получать составные радиорелейно-кабельные линии связи и обеспечить совместную работу таких средств связи с минимальным числом транзитов по ТЧ;
- возможность применения метода внешнего уплотнения, позволяющего, при необходимости, размещать РРС на значительном удалении от узла связи (до 14-16 км);
- отсутствие необходимости применения системы синхронизации;
- универсальность широкополосных групповых и радио-трактов в принципе пригодных для передачи не только многоканальных сигналов, объединяющих ряд сигналов стандартных каналов ТЧ, но для передачи высокоскоростных потоков бинарной информации, телевизионных сигналов и т.п.

Недостатки метода ЧРК-ЧМ:

- громоздкость аппаратуры уплотнения при числе каналов, равном десяткам и более; применительно к военным подвижным РРЛ это приводит к необходимости выделения дополнительных транспортных единиц для размещения АУ;
- невозможность выделения любых номеров каналов ТЧ без демодуляции до ТЧ всех или части каналов, необходимость выделения каналов только группами (тройками, шестерками и т.д. На рис.3.8.г показан принцип импульсной передачи непрерывного сигнала.);
- необходимость обслуживания отдельных аппаратных уплотнения своими экипажами;
- относительная дороговизна АУ и РРС в целом.

2.2. Метод временного разделения каналов.

Системы передачи с временным разделением каналов (ВРК) обладают рядом достоинств по сравнению с системами с ЧРК и поэтому считаются более перспективными.

Отличительным признаком канальных сигналов в системе передачи с ВРК являются различные временные интервалы, которые занимают эти сигналы, то есть линейный тракт представляется поочередно каждому из каналов на некоторый промежуток времени.



В системах передачи с ВРК первичные информационные сигналы передаются периодически кратковременными импульсами, а канальные сигналы представляют собой импульсную последовательность, модулированную по какому-либо параметру. Этот параметр, называемый представляющим, изменяется в соответствии с мгновенными значениями напряжения первичного информационного сигнала в выбранные моменты времени.

В основе импульсной передачи непрерывных сигналов лежит теорема Котельникова (теорема отсчетов), которая является теоретической предпосылкой представления непрерывного процесса в виде процесса дискретного во времени. Согласно теореме Котельникова всякая непрерывная функция во времени с ограниченным спектром полностью определяется своими мгновенными значениями, отсчитанными через тактовые интервалы времени.

$$T_1 = 1/2FB$$

где FB-верхняя (граничная) частота энергетического спектра непрерывной функции времени.

$$U_R(t) = U_M(RT_I) \tau_0 2F_B \frac{\sin 2\pi F_B (t - TI)}{2\pi F_B (t - RT_I)}$$

В соответствии с теоремой Котельникова непрерывную функцию времени $U_M(t)$ (рис.3,8б), энергетический спектр, которой ограничен частотой (рис.3,8а), можно представить в виде некоторой последовательности единичных импульсов (рис.3,8а).

Передав такую импульсную последовательность по каналу связи, на приемной стороне можно абсолютно точно восстановить исходную функцию с помощью фильтра низких частот (ФНЧ), имеющего частоту среза. На рис.3.8.г показан принцип импульсной передачи непрерывного сигнала.

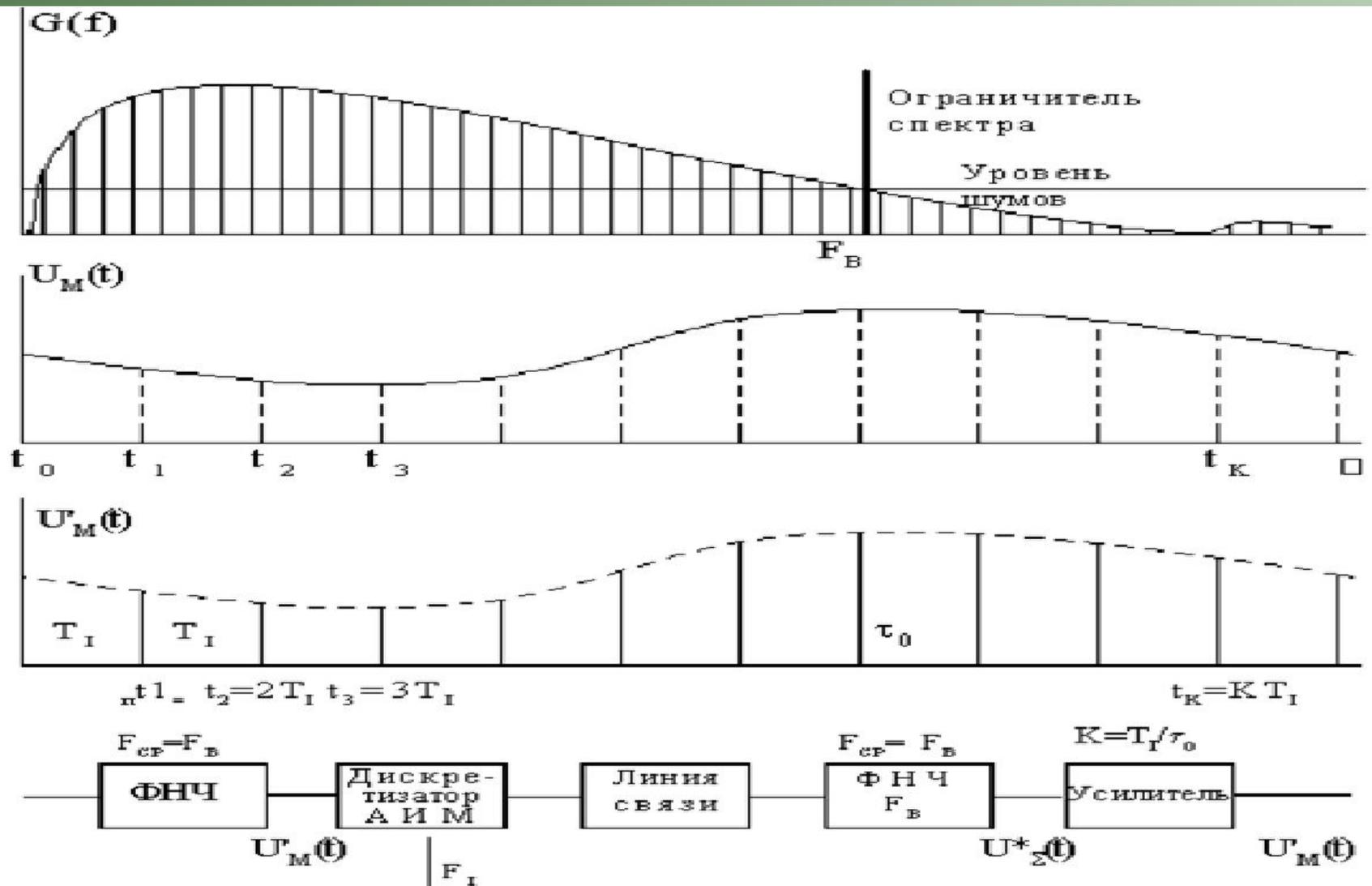


Рис.3.8 Пояснение принципа импульсной передачи непрерывных сигналов.

Заметим, что идеальный ФНЧ, имеющий бесконечную крутизну ската на частоте $F_{CP}=F_B$ физически нереализуем. На практике применяются реальные ФНЧ с конечной крутизной ската АХЧ. Степень требований к крутизне ската характеристики ФНЧ определяет сложность его технической реализации и стоимость. В практике применение сложных и дорогостоящих ФНЧ не всегда возможно, вследствие чего восстановление значений непрерывной функции происходит с определенной погрешностью. При выбранной структуре реального фильтра погрешность восстановления можно снизить за счет уменьшения интервала дискретизации (за счет увеличения тактовой частоты выборок $F_1 = 1/T_1$) по сравнению с интервалом, устанавливаемый теоремой Котельникова, т.е.

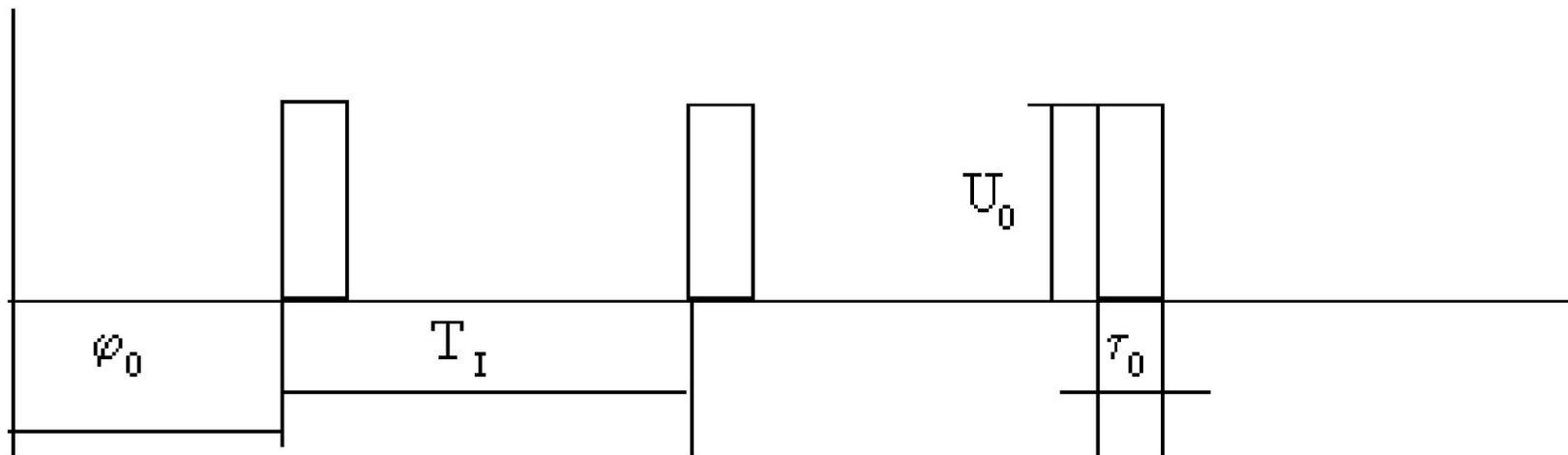
$$T_1 \leq 1/2F_B \quad (F_1 \geq 2F_B) \quad (3.2)$$

Степень этого неравенства определяется требованиями к точности восстановления исходного сигнала. Так в современных сигналах с ВРК при передаче телефонных сообщений по нормам МККТТ $F_B = 3,4$ кГц, поэтому согласно теореме Котельникова значение F_1 должно быть равным 6,8 кГц. Однако для уменьшения погрешностей восстановления сигнала по нормам МККР принято $F_1=8$ кГц ($=125$ мкс).

Необходимо отметить, что импульсная передача непрерывных сообщений посредством АИМ сигналов по каналу связи не обязательна, а в ряде случаев и нежелательна из-за их сравнительно низкой помехоустойчивости.

Для передачи информации по каналам связи используют импульсно-модулированные сигналы, обладающие более высокой помехоустойчивостью. Они формируются специальными устройствами, называемыми импульсными модуляторами или канальными модуляционными узлами.

Возможности получения более помехоустойчивых импульсно-модулированных сигналов можно пояснить с помощью рис.3.9.,





на котором изображена немодулированная периодическая видеопоследовательность. Из рисунка видно, что путем изменения таких ее параметров, как длительность импульсов t_0 , периоды их следования T_1 , фаза φ_0 , можно получить различные виды импульсно-модулированных сигналов.

В настоящее время в технике связи находят применение следующие основные виды импульсной модуляции :

- амплитудно-импульсная модуляция АИМ, при которой пропорционально мгновенному значению непрерывного модулирующего $U_m(t)$ сигнала изменяется в точке отсчета амплитуда видеоимпульса,
- широтно-импульсная модуляция - ШИМ (или длительно-импульсная модуляция - ДИМ), при которой пропорционально $U_m(t)$ изменяется длительность (ширина) импульсов t_0 ,
- фазоимпульсная модуляция - ФИМ, при которой пропорционально $U_m(t)$ изменяется положение во времени (начальная фаза) импульсов φ_0 относительно тактовых точек,
- частотно-импульсная модуляция - ЧИМ, основанная на изменении частоты следствия импульсов $F_1=1/T_1$, при которой аналогично, как и при ФИМ, происходит смещение видеоимпульсов во времени пропорционально модулирующему сигналу $U_m(t)$.

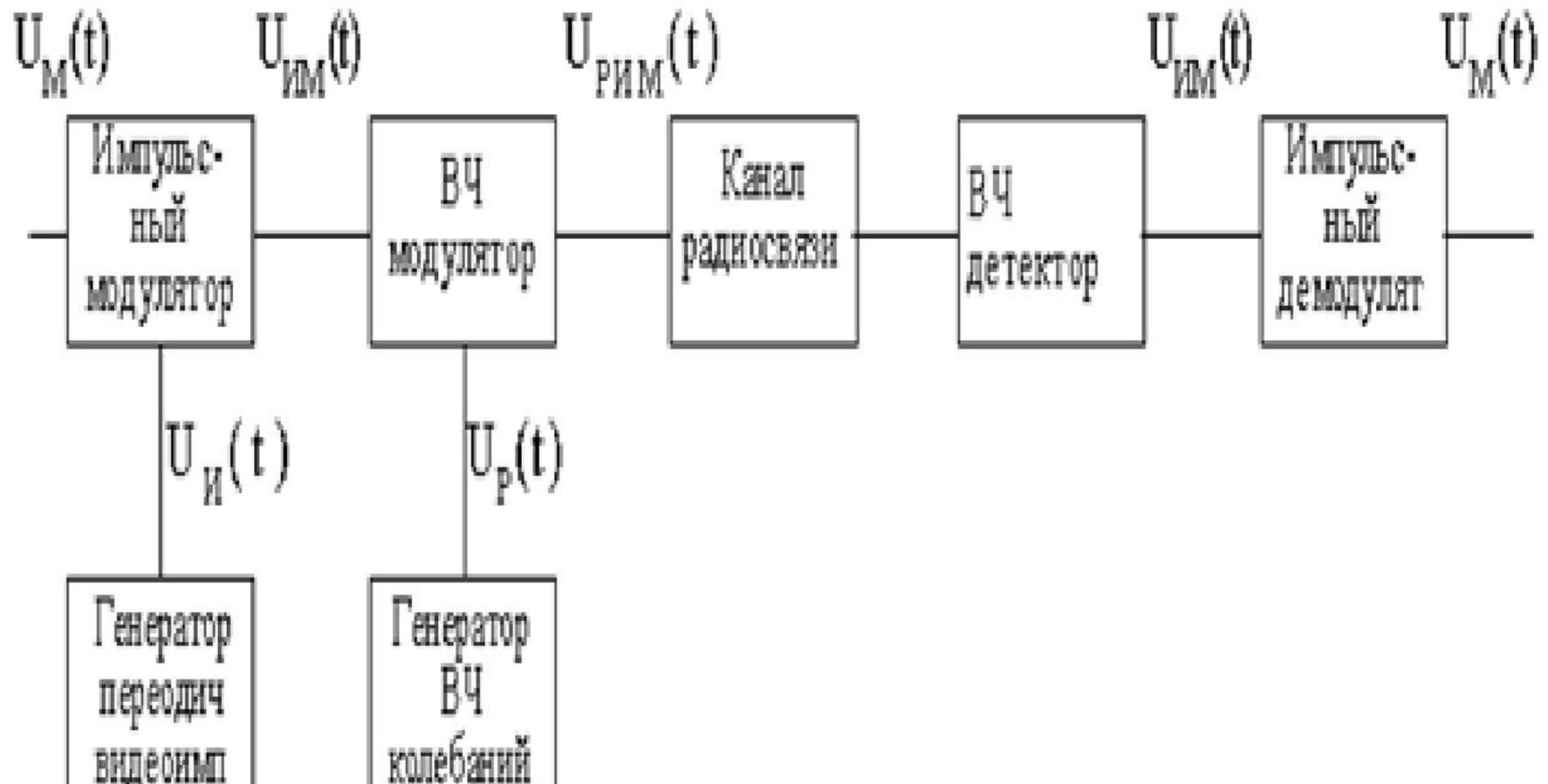


Рис.3.10 Ступени преобразования сигнала при импульсных видах модуляции

Поскольку непосредственная передача модулированных видеоимпульсов в канал возможна только в кабельных линиях, при обеспечении радиосвязи приходится применять две ступени модуляции (рис. 3.10)

В первой ступени по закону изменения непрерывной модулирующей функции $U_m(t)$ изменяется один из параметров видеопоследовательности, что осуществляется в импульсном модуляторе, на один из входов подается непрерывный низкочастотный сигнал $U_m(t)$, а на другой - немодулированная импульсная периодическая последовательность $U_m(t)$. В результате на выходе импульсного модулятора образуется импульсно-модулированная видеопоследовательность $U_{им}(t)$ (АИМ, ШИМ, ЧИМ либо ФИМ).

Во второй ступени производится модуляция (манипуляция) радиочастотного колебания $U_p(t)$, создаваемого ВЧ генератором, последовательностью ранее промодулированных видеоимпульсов. Это происходит в ВЧ модуляторе, вследствие чего один из параметров радиосигнала, например амплитуда, частота или фаза, будет изменяться по закону импульсно-модулированной последовательности. На выходе ВЧ модулятора образуются радиоимпульсы $U_{РИМ}(t)$, которые после усиления до требуемой мощности поступают в канал радиосвязи и передаются в направлении корреспондента.

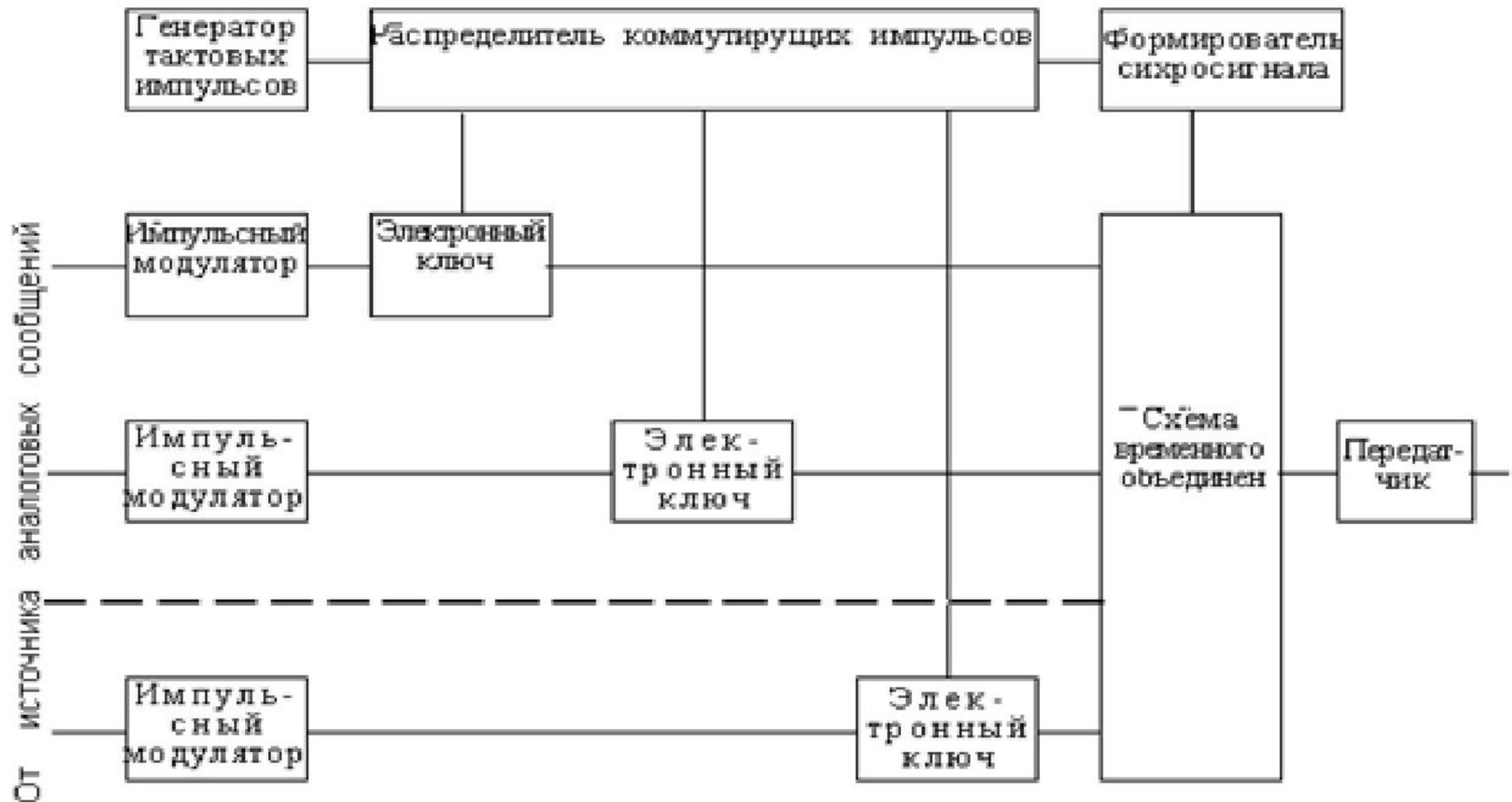


Рис.3.11. Принципы временного объединения (а), разделения.

На приемной стороне происходят обратные процессы преобразования принятого радиосигнала. Вначале с помощью ВЧ детектора радиоимпульсный сигнал преобразуется в видеопоследовательность модулированных импульсов $U_{ИМ}(t)$, затем с помощью импульсного демодулятора выделяется исходный сигнал $U_{И}(t)$. Структурная схема, поясняющая принцип временного объединения каналов представлена на рис.3.11.а.

2.2.1. Общая характеристика РРЛ с временным разделением каналов (ВРК).

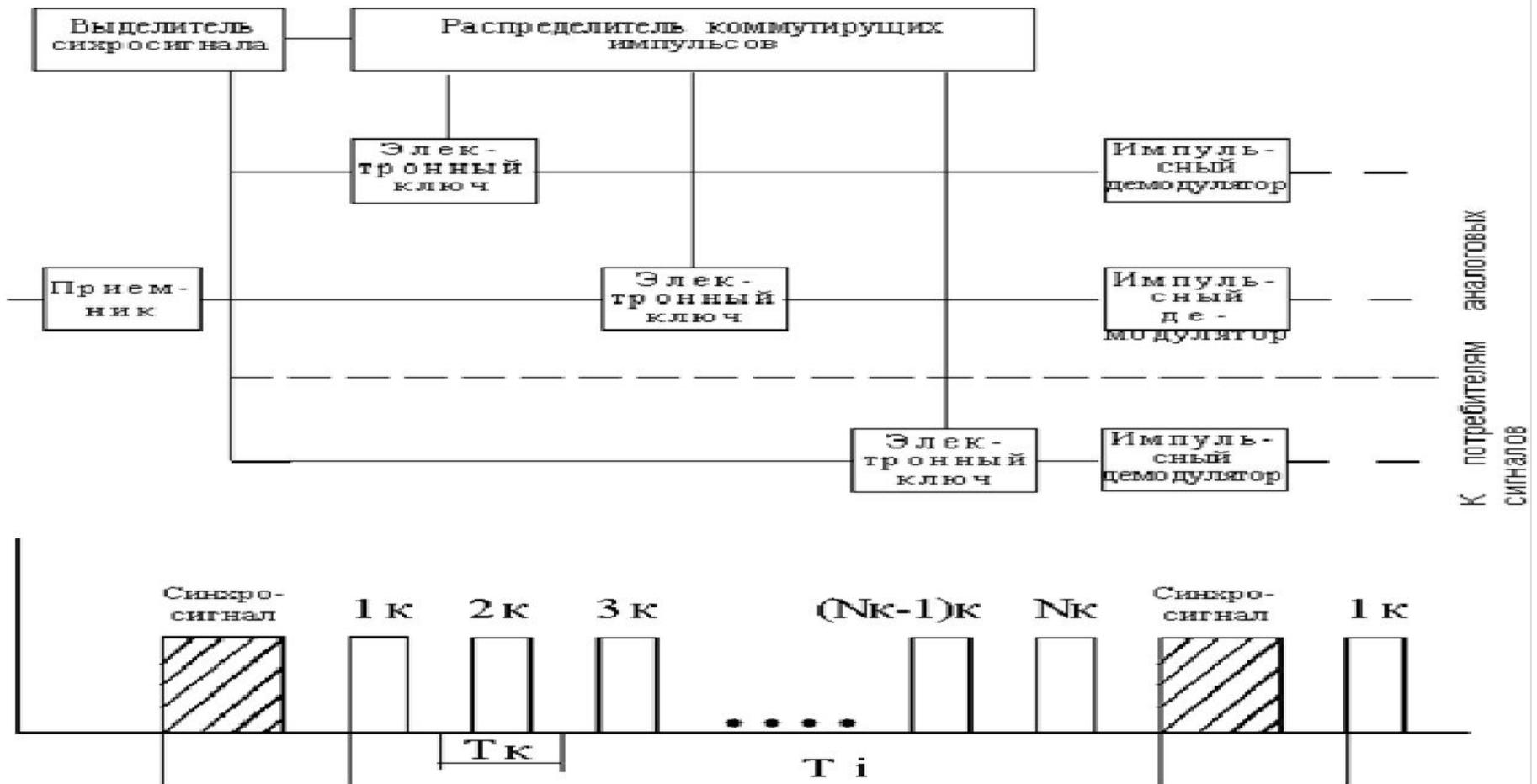


Рис.3.11. Принципы временного объединения (б), сигналов и построения структуры цикла - канальной системы с ВРК (в).



В настоящее время передача информации в радиорелейных линиях (РРЛ) связи осуществляется как методом ЧРК, так и методом ВРК. Радиорелейные линии ЧРК-ЧМ обладают сравнительно высокими технико-экономическими показателями, однако они имеют существенный недостаток - на таких линиях трудно осуществлять ответвление части каналов. Каждое ответвление связано с ретрансляцией по тональной частоте ТЧ, что неизбежно приводит к ухудшению амплитудно-частотной - АХЧ и фазочастотной - ФХЧ характеристики каналов. Достаточно широкое применение нашли РРЛ с ВРК. Их основное достоинство состоит в простоте выделения каналов, что крайне важно при создании подвижных РРС.

Радиорелейные линии с ВРК предполагают использование как аналоговых (АИМ, ШИМ, ФИМ), так и цифровых (ИКМ, ДМ) методов импульсной модуляции.

К РРЛ с ВРК и аналоговыми методами импульсной модуляции относятся линии, на которых используется фазоимпульсная модуляция ФИМ в сочетании с ЧМ, несущего колебания передатчика (РРЛ с ФИМ-АМ и РРЛ с ФИМ-ЧМ). Возможности этих линий велики и вряд ли могут считаться исчерпанными, несмотря на появление современных цифровых РРЛ с более помехоустойчивыми цифровыми методами импульсной модуляции (ИКМ, ДМ).

При строительстве РРЛ с ВРК широкое применение находят РРС с ФИМ-АМ. Рассмотрим характерные достоинства и недостатки таких линий.

К основным достоинствам РРЛ с ФИМ-АМ следует отнести:

- высокую помехоустойчивость при сравнительной простоте реализации приемопередающего оборудования ;
- идентичность качественных показателей каналов ТЧ независимо от их номера ;
- возможность выделения на любой промежуточной станции любых каналов, причем их ретрансляция может осуществляться без доведения сигналов до тональной частоты ;
- компактность импульсной аппаратуры уплотнения и разуплотнения , что позволяет включать ее в состав станции без увеличения числа транспортных единиц подвижных РРС;
- отсутствие необходимости производить регулировку группового тракта.

Производственными параметрами являются:

- средняя мощность группового сигнала на нагрузке
- уровень средней мощности группового сигнала РРЛ;
- возможность оперативного визуального контроля с помощью осциллографических индикаторов качества функционирования узлов импульсного оборудования в процессе эксплуатации РРЛ.

Наиболее существенными недостатками РРЛ с ВРК являются:

- необходимость отдельного канала временной синхронизации, нарушение работы которого приводит к невозможности приема сигналов сразу по всем информационным каналам, кроме того, на передачу синхросигналов затрачивается часть мощности передатчика;
- необходимость назначения рабочих частот со сравнительно большим разносом вследствие широкого спектра радиоимпульсного сигнала, что приводит к сокращению количества рабочих волн диапазона станции;
- отсутствие режима внешнего уплотнения, свойственного система с ЧУ-ЧМ, что требует применения переприема по тональной частоте при сопряжении с каналами других линий связи.

3. Общие сведения радиорелейных линий с частотным разделением каналов – 5 мин.

Радиорелейные линии с частотным разделением каналов и частотной модуляцией в историческом плане появились раньше РРЛ с ВРК и в настоящее время находят широкое применение. РРЛ с ЧРК-ЧМ практически явились первыми линиями на УКВ, которые стали широко использоваться для многоканальной связи. Объясняется это тем, что ко времени практического освоения УКВ диапазона техника частотного уплотнения получила большое распространение на линиях проводной (дальней) связи.



Поэтому было вполне естественным использовать многоканальный сигнал, сформированный в аппаратуре уплотнения в качестве сигнала для частотной модуляции УКВ передатчика. Этим автоматически обеспечивалось использование широкополосного высококачественного ствола УКВ радиолинии для передачи большого числа телефонных, телеграфных каналов. Такой вид уплотнения РРЛ в настоящее время находит широкое применение, он носит название метода частотного разделения каналов.

Важным преимуществом метода построения РРЛ с ЧРК-ЧМ является то, что ему свойственны относительно высокая эффективность использования предоставляемой полосы частот и высокая помехоустойчивость передачи сигналов, и в то же время метод обеспечивает требуемую стабильность остаточного затухания групповых трактов и отдельных каналов в условиях замирания радиоволн. Благодаря этому применительно к полевым средствам радиорелейной связи данный метод позволяет реализовать радиорелейные средства, обеспечивающие десятки каналов ТЧ и имеющие необходимое, достаточно большое число рабочих частот в выделенном участке диапазона частот. Метод с ЧРК-ЧМ целесообразно использовать и при малом числе каналов (обычно не более 12). В этом случае, с одной стороны, обеспечивается большое число рабочих частот в выделенном участке диапазона частот, а с другой – аппаратура уплотнения оказывается достаточно компактной, пригодной для размещения в аппаратной машине РРС (для неё не требуется отдельная транспортная единица).



Недостатками метода ЧРК-ЧМ являются повышенные требования к ряду характеристик аппаратуры: линейности амплитудных характеристик групповых усилителей; модуляционной и демодуляционной характеристикам модуляторов и демодуляторов; степени согласования фидерных устройств с антеннами, радиопередающими и радиоприемными устройствами; фазочастотным характеристикам усилителей высокой и промежуточной частоты в передатчиках и приемниках; качеству характеристик амплитудных ограничителей приемных устройств. Невыполнения указанных требований приводит к увеличению сверх нормы шумов нелинейных переходов, снижающих шумовую защищенность каналов.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ. - 5 мин.

Задание на самоподготовку:

- структура многоканальной системы передачи;
- общая характеристика РРЛ с ЧРК-ЧМ, структура трактов передачи и приема.



Занятие
закончено