Министерство образования Российской Федерации

Омский государственный

**технический университет**

# Кафедра «ССИБ»

# Пояснительная записка

**К КУРСОВОЙ РАБОТЕ**

**на тему «Частотное и временное уплотнение каналов связи»**

 Руководитель работы

 доцент, к.т.н В.Л. Хазан

Разработал ст. гр. РЗ-310

 Валентинов А.А.

**Омск 2003 г.**Министерство образования Российской Федерации

Омский государственный технический университет

Кафедра «ССИБ»

# ЗАДАНИЕ №\_\_

Курсовая работа по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы»

Студенту группы РЗ-310 Валентинову А.А. 2002/2003 учебный год

Тема курсовой работы: Частотный и временной методы уплотнения каналов связи

Аннотация

В данной курсовой работе изучаются общие методы организации частотного и временного уплотнения каналов связи. Приведена информация относительно частотного и временного методов разделения каналов связи.Содержание

1. Введение 5
2. Системы с частотным и временным уплотнением каналов
	1. Системы с частотным уплотнением каналов 6
	2. Системы с временным уплотнением каналов 18

 3. Заключение 24

1. Введение

В наши дни радиосвязь получила широкое распространение. В связи с ограниченным частотным ресурсом и огромным числом пользователей, которые используют радиочастоты, приходится применять различные методы уплотнения (разделения) каналов связи. Уплотнение линий связи экономически целесообразно осуществлять, так как это позволяет сократить затраты на организацию новых линий связи в случае отсутствия уплотнения и сократить расходы на оборудование и эксплуатацию.

Существуют, например, такие методы уплотнения каналов связи:

Частотное разделение каналов – для каждого канала связи отводится своя полоса частот так, чтобы не происходило перекрытия их частотных полос.

Временное разделение каналов – сигналы каждого канала дискретизируются и их мгновенные значения передаются последовательно по времени, таким образом, каждое сообщение передается короткими импульсами – дискретами.

Фазовое разделение каналов – по линии связи передаются сигналы одинаковой частоты и амплитуды и с различными фазами. На приемной стороне такие сигналы выделяются с помощью специальных устройств.

Пространственное разделение каналов – метод уплотнения по поляризации сигнала, ортогональные сигналы передаются по одной линии связи, что позволяет сократить полосу частот канала.

Линейное разделение каналов – или метод разделения по форме, используются линейно независимые сигналы. Такие сигналы линейно разделены и могут быть приняты в качестве канальных сигналов.

Наиболее широкое применение нашли частотное и временное разделения каналов связи. Именно эти методы уплотнения описаны в данной курсовой работе. 2. Системы с частотным и временным уплотнением каналов

2.1. Системы с частотным уплотнением каналов.

В системах с ЧРК используются канальные сигналы, частотные спектры которых располагаются в неперекрывающихся частотных полосах. Формирование канальных сигналов осуществляется при помощи АМ, ЧМ или ФМ так, чтобы средние частоты спектров канальных сигналов соответствовали средним частотам отведенных полос каждого канала. В приемной части разделение каналов осуществляется набором частотных фильтров, каждый из которых пропускает спектр частот, принадлежащий только данному канальному сигналу. На рис. 2.1.1 показаны спектры сообщений, передаваемых по трем каналам (а), спектры канальных сигналов (б) и спектр сигнала, передаваемого по линии связи (в).

 Рис. 2.1.1, а



 Рис. 2.1.1, б



 Рис. 2.1.1, в

Для формирования канальных сигналов с неперекрывающимися спектрами осуществляется перенос спектров сообщений с помощью канальных модуляторов (Мi). На каждый модулятор подаются сообщение λk(t) и колебание sk(t)=akcos(ωkt + φk) от генератора поднесущих частот (ГЧ) (рис. 2.1.2). Канальные сигналы подаются на фильтры, полосы которых согласованы со спектрами этих сигналов. Фильтры подавляют гармоники, образующиеся в канальных модуляторах. В суммирующем устройстве складываются канальные сигналы, и групповой сигнал, спектр которого показан на рис. 2.1.1,б, модулирует несущую, вырабатываемую генератором (ГН). На выходе модулятора МΣ образуется радиосигнал с несущей ω0.

На приемной стороне после усиления и преобразования сигнала в ЛПр производится выделение группового сигнала с помощью демодулятора (Д). Групповой сигнал подается на устройство разделения, состоящее из параллельно включенных фильтров Ф1, Ф2,…, ФМ. На рис. 2.1.1,б параболами обозначены характеристики затухания фильтров. На выходе каждого фильтра выделяется соответствующий канальный сигнал вместе с продуктами взаимных помех и шумами. Канальные демодуляторы (КДi) выделяют переданные сообщения, направляемые далее получателям Пi.

Спектральные функции канальных сигналов не перекрываются, поэтому они удовлетворяют условию ортогональности:

 (2.1.1)

 Из (2.1.1) следует, что канальные сигналы s1(t),…, sM(t) ортогональны:

  (2.1.2)

что доказывается с помощью преобразования Фурье.





Рис. 2.1.2

Определим вид оператора разделения Lk для системы с ЧРК. При использовании линейных фильтров с импульсными реакциями gk(t) и группового сигнала sΣ(t) вид оператора Lk следующий:

 (2.1.3)

Отсюда находим комплексный коэффициент передачи Kk(jω) разделительного фильтра Фk:

 (2.1.4)

 Для идеального разделения каналов необходимо, чтобы затухание фильтров в пределах полосы спектра сигнала sk(t) равнялось нулю и было бесконечным вне пределов полосы спектра (рис. 2.1.3, а). В реальных полосовых фильтрах затухание вне полосы прозрачности конечно, имеют место переходные области δωk. Эти области определяют величину защитных интервалов между частотными спектрами соседних канальных сигналов. С учетом защитных интервалов ширину спектра 2Δƒc многоканального радиосигнала можно определить выражением:

 (2.1.5)

где zkFвk=2ΔFk – полоса частот, занимаемая k-ым канальным сигналом; zk – коэффициент, определяемый способом модуляции поднесущей сообщением λk, спектр которого имеет полосу Fвk; Z – коэффициент, определяемый способом модуляции поднесущей групповым сигналом; δƒk – защитный интервал между соседними спектрами; Δƒ – нижняя граничная частота спектра многоканального сообщения.

 Рис. 2.1.3, а

 Рис. 2.1.3, б

 Соотношение (2.1.5) позволяет определить число уплотняемых каналов в системе с ЧРК. При одинаковых значениях Fв для всех каналов и одинаковых защитных интервалах δƒ число каналов равно:

 (2.1.6)

 Как видно, число каналов зависит от селективных свойств фильтров, определяемых величиной δƒ, а также от видов модуляции z и Z.

 Неидеальность разделительных фильтров (gk(t)≠ğk(t)) приводит к появлению межканальных переходных помех. При этом выражение (2.1.3) принимает вид:

 (2.1.7)

где εk – ошибка выделения канального сигнала; коэффициент μ≈1 характеризует уровень межканальных помех. При ослаблении переходных сигналов разделительным фильтром в N раз имеем:

 (2.1.8)

Отсюда, преобразуя по Фурье (2.1.7), можно определить комплексный коэффициент передачи реального фильтра k-го канала:

 (2.1.9)

Это выражение позволяет сформулировать требования к затуханию разделительного фильтра k-го канала (рис. 2.1.3, б):

 (2.1.10)

 Выбор способов модуляции (формирования) канальных сигналов позволяет экономично использовать отведенную для передачи полосу частот. На первой ступени модуляции (модуляции поднесущих) применяют АМ, ФМ или ЧМ. Для более эффективного использования поднесущих могут применяться комбинированные способы модуляции: одна и та же поднесущая подвергается АМ сообщением источника одного канала и ФМ (ЧМ) – сообщением другого. При этом число уплотняемых каналов увеличивается, однако возникают взаимные помехи при выделении сообщений. Применение однополосной модуляции с полным или частичным подавлением одной боковой и поднесущей (ОБП) позволяет разместить в той же полосе частот примерно вдвое больше каналов.

 На второй ступени модуляции (модуляции несущей) групповой сигнал модулирует несущую по амплитуде, фазе или частоте. Таким образом, существуют различные комбинации способов модуляции первой и второй ступеней, в соответствии с которыми определяется тип системы с ЧРК, например АМ-АМ, АМ-ОБП, ФМ-АМ, ЧМ-ФМ и т.п. В системах, использующих ОБП, коэффициенты z и Z, определяющие полосы спектров, равны единице, что и позволяет увеличивать число M каналов. При АМ z=Z=2, а при ФМ или ЧМ эти коэффициенты зависят от индексов модуляции и всегда больше двух.



Рассмотрим особенности построения систем с ЧРК при некоторых способах формирования канальных сигналов. Наиболее простым способом является АМ. Для этого используется амплитудный модулятор (АМд), полосовой фильтр (ПФ). На приемной стороне выделение сообщения производится синхронным детектором или обычным линейным детектором (Д). Особенности спектров сигналов на разных этапах формирования показаны на рис. 2.1.4. Асимметрия амплитудно-частотной характеристики фильтра приводит к искажениям огибающей АМ сигнала и, следовательно, к искажениям выделяемых сообщений. Снизить искажения можно путем уменьшения коэффициента модуляции. При этом снижается уровень квадратурных составляющих модулированного сигнала на входе детектора (Дk), приводящих к искажениям сигнала. Однако уменьшение коэффициента модуляции сопровождается уменьшением мощности боковых составляющих за счет увеличения мощности несущей. Недостатком АМ является большая полоса частот, занимаемая каналом (в 2 раза больше максимальной частоты сообщения). Несмотря на этот недостаток, а также относительно низкую помехоустойчивость, АМ находит применение вследствие простоты аппаратуры.

 Рис. 2.1.4

 Подавление одной боковой (ОБ) при передаче канальных сигналов позволяет увеличить число уплотняемых каналов в 2 раза. Вместе с тем формирование ОБ представляет достаточно сложную инженерную задачу из-за необходимости построения сложного канального фильтра. Очевидно, при подавлении ОБ возникают нелинейные искажения сигнала, обусловленные появлением на выходе линейного детектора нелинейных составляющих сообщения. Указанные недостатки, а также низкая помехоустойчивость ограничивают широкое распространение метода ОБ с неподавленной несущей.

 Метод ОБП с подавленной несущей оказывается наиболее экономичным с точки зрения использования спектра частот, поскольку в этом случае ширина спектра канального сигнала ΔFk равна ширине спектра сообщения Fвk. Отсутствие поднесущей при ОБП дает возможность увеличить мощность боковой полосы и тем самым обеспечить наибольшую помехоустойчивость по сравнению с другими способами АМ. Недостатком ОБП является необходимость построения на приемной стороне генератора поднесущей. Чтобы искажения сообщения были минимальны, требуется точное совпадение поднесущих на передающей и приемной сторонах. При наличии сдвига частоты δωс в канале происходит смещение спектра восстановленного сообщения на δωс (рис. 2.1.5), приводящее к искажению сообщения. Для исключения смещения спектра необходимо обеспечивать стабильность и синхронность генераторов.

  Рис. 2.1.5

 Для формирования ОБП используют фильтровый и бесфильтровый методы. При фильтровом методе ненужная боковая на выходе модулятора подавляется при помощи полосового фильтра. Фильтр должен обеспечивать значительное затухание в полосе подавляемой боковой и малое – в полосе выделяемой боковой. Полоса расфильтровки Δωр, определяющая переходную область, не зависит от значения поднесущей ωk, поэтому при выборе значения ωk исходят из сложности реализации фильтра. С ростом ωk сложность фильтра возрастает, и при Δωр⁄ωk<10-2 необходимо применять высокодобротные кварцевые фильтры. Чтобы упростить реализацию фильтров, используют многократное преобразование частоты с тем, чтобы при каждом преобразовании обеспечивалось условие Δωр⁄ωk>10-2, допускающее реализацию полосовых фильтров на LC-элементах.

 Бесфильтровый метод формирования ОБП основан на использовании фазоразностной модуляции. Запишем выражение для колебания одной боковой при гармоническом сообщении с частотой Ω как sk(t)=Аkcos((ωk - Ω)t). Это колебание можно выразить иначе:

sk(t)=Аk[cos(ωkt)cos(Ωt) + cos(ωkt+0,5π)cos(Ωt+0,5π)].

 На основании полученного выражения представим схему формирования ОБП (рис. 2.1.6). Схема содержит перемножители, фазовращатель, генератор поднесущей (ГЧ) и сумматор. Для работы схемы требуется, чтобы фазовращатель обеспечивал поворот фазы всех частотных составляющих сообщения на 180 о (рис. 2.1.7,а). Гораздо проще реализовать постоянную разность фаз φ1 - φ2 =π/2 в заданном диапазоне частот (рис. 2.1.7,б). В схему формирования ОБП в этом случае перед перемножителями включаются фазовращатели на φ1 и φ2.

  Рис. 2.1.6

  Рис. 2.1.7, а

  Рис. 2.1.7, б

 Помехоустойчивость передачи сообщений повышается при переходе к широкополосным видам модуляции (ЧМ и ФМ). Помехоустойчивость ЧМ и ФМ растет с увеличением индекса модуляции. Однако при этом увеличивается полоса частотного канала. Например, при индексе модуляции 5-20 ширина полосы ФМ (ЧМ) канального сигнала в 8-24 раза шире спектра АМ сигнала и в 16-48 раз шире спектра сообщения. В связи с этим ЧМ и ФМ применяют в многоканальных системах, как правило, на второй ступени модуляции, чтобы обеспечить высокую помехоустойчивость, например в радиорелейных линиях, в системах связи через ИСЗ.

 Рассмотрим основные виды искажений в групповом тракте системы с ЧРК. Групповой тракт должен обеспечивать неискаженную передачу группового сигнала. Это достигается линейностью амплитудной характеристики, а также постоянством амплитудно-частотной и линейностью фазовой характеристик. Амплитудная характеристика определяет нелинейные искажения группового сигнала, а амплитудно-частотная и фазовая – линейные искажения. Линейные искажения группового тракта отсутствуют, если модуль комплексного коэффициента передачи тракта |K(jω)|=const в полосе группового сигнала, а зависимость фазовых сдвигов от частоты φ(ω) = τω – линейная функция частоты. Здесь τ=∂φ(ω)/∂ω – групповое время запаздывания (величина постоянная). Отклонение указанных характеристик от идеальных приводит к деформации спектра группового сигнала (рис. 2.1.8). Однако условие ортогональности канальных сигналов при этом сохраняется. Неравномерность коэффициента передачи тракта и группового запаздывания приводит к изменениям амплитудных и фазовых соотношений в спектрах канальных сигналов. При условии ΔF∑ >>ΔFk эти искажения становятся незначительными.

  Рис. 2.1.8, а

  Рис. 2.1.8, б

 Нелинейные искажения, обусловленные отклонениями амплитудной характеристики группового тракта от линейной, связаны с появлением межканальных помех. Действительно, если представить нелинейную амплитудную характеристику степенным рядом:

 (2.1.11)

то первое слагаемое в (2.1.11) представляет неискаженный сигнал, а остальные – нелинейную функцию сигнала, т.е. помеху. Преобразовав по Фурье правую и левую части равенства (2.1.11), можно убедиться в том, что второе слагаемое в правой части приводит к образованию вторых гармоник составляющих группового сигнала 2ωk и комбинационных составляющих второго порядка ωk ± ωi. Третье слагаемое в (2.1.11) соответствует третьим гармоникам 3ωk и комбинационным составляющим третьего порядка и т.п. Таким образом, наблюдается расширение спектра канального сигнала за счет нелинейности амплитудной характеристики группового тракта. Спектр нелинейных помех каждого из каналов перекрывается со спектрами соседних каналов, что приводит к возникновению перекрестных помех в соседних каналах. Мощность Рε перекрестных помех, попадающих в полосу группового сигнала ΔF∑, можно оценить по приближенной формуле:

 (2.1.12)

где М – число каналов; Аk0 – амплитуда поднесущей.

 Спектральная плотность перекрестных помех Nп.п распределена в пределах полосы ΔF∑ со слабовыраженной неравномерностью, поэтому, учитывая, что основной вклад в Рε определяется вторым слагаемым (2.1.12), получим:

 (2.1.13)

Коэффициент α3 определяется экспериментально, путем снятия амплитудной характеристики и ее аппроксимации полиномом.

 Кроме указанных причин, перекрестные искажения в многоканальных системах возникают из-за интерференционных явлений. При сложении сигнала с колебаниями, появляющимися на входе приемника и имеющими частоты, близкие к частоте сигнала, амплитуда и фаза полезного сигнала изменяются, что приводит к искажениям принятых сообщений. Особенно сильно такие помехи проявляются в условиях одновременной работы мощных сторонних радиосредств.

2.2. Системы с временным уплотнением каналов.

В многоканальных системах с временным разделением каналов (ВРК) канальные сигналы не перекрываются во времени, что обеспечивает их ортогональность.

 Рассмотрим один из способов формирования канальных сигналов в системе с ВРК. Сообщения λk, поступающие от источников, подвергаются дискретизации по времени так, чтобы отсчеты одного сообщения не совпадали с отсчетами другого (рис. 2.2.1,а). В соответствии с моментами отсчетов вырабатываются импульсы, параметры которых меняются в зависимости от значений сообщений сообщения в каждом отсчете. Рис. 2.2.1,б иллюстрирует систему, в которой пропорционально сообщению изменяется амплитуда импульсов. Канальные сигналы, образованные из сообщения λ1, не совпадают по времени с канальными сигналами, образованными из сообщения λ2.

  Рис. 2.2.1, а

  Рис. 2.2.1, б

 Таким образом, в системе с ВРК происходит периодическое подключение каждого источника к линии связи. Частота подключения выбирается из условия восстановления непрерывного сообщения по его дискретным выборкам, т.е. в соответствии с теоремой Котельникова. Переносчиком сообщений в каждом канале является последовательность импульсов. В зависимости от того, какие параметры импульсной последовательности являются информативными, получают те или иные системы с ВРК. Однако всем разновидностям систем с ВРК присущи общие черты, которые отражены в структурной схеме, приведенной на рис. 2.2.2. 

 Рис. 2.2.2

Генератор канальных импульсов (ГКИ) вырабатывает периодические последовательности импульсов, служащие переносчиками сообщений для М каналов. Снимаемые с выходов ГКИ импульсные поднесущие модулируются в модуляторах (М) сообщениями, поступающими от источников Иi. Образующиеся канальные сигналы не перекрываются во времени (см. диаграммы рис. 2.2.3).

 

Рис. 2.2.3

Для того чтобы обеспечить разделение каналов, на передающей стороне устройство формирования синхроимпульсов (УФСИ) вырабатывает синхроимпульсы, параметры которых отличаются от канальных импульсов, а период повторения совпадает с периодом Тп. Синхроимпульсы складываются с канальными, и суммарный поток подается модулятор передатчика. Ритм работы всей системы обеспечивается генератором тактовых импульсов (ГТИ). В передатчике реализуется вторая ступень модуляции, в результате чего формируется радиосигнал.

 На приемной стороне этот радиосигнал демодулируется и на выходе демодулятора (Д) выделяется импульсный поток группового сигнала. Селектор синхроимпульсов (ССИ) выделяет из этого потока синхроимпульсы, которые обеспечивают синхронную работу генератора селекторных импульсов (ГСИ). Разделение канальных импульсных потоков осуществляется временными селекторами (ВС), на которые с одной стороны подается групповой сигнал, с другой – селекторные импульсы. При совпадении по времени канального и селекторного импульсов ВС пропускает первый на вход канального демодулятора (КД). Селекторные импульсы показаны на диаграммах рис. 2.2.3 совмещенными с канальными импульсами на входе ВС (диаграммы 7 и 8). Нумерация диаграмм на рис. 2.2.3 соответствует отмеченным на рис. 2.2.2 точкам. Исходя из работы системы с ВРК, можно сделать вывод об исключительно важной роли синхронизации. Канал синхронизации должен обладать повышенной помехоустойчивостью, чтобы исключить неправильную работу системы в целом.

 Рассмотрим некоторые из возможных видов модуляции импульсных последовательностей. Периодическая последовательность импульсов может быть представлена в следующем виде:

 (2.2.1)

где А0 – амплитуда импульсов; ƒ(t) – функция, описывающая форму одиночного импульса с единичной амплитудой и длительностью τи; Тп – период повторения импульсов; Vn – параметр, характеризующий начальный сдвиг последовательности.

 Вид модуляции первой ступени определяется параметром импульсной последовательности, который изменяется в соответствии с сообщением. При изменении амплитуды А0=А(t) имеем АИМ, при изменении длительности импульсов τи=τи(t) – ШИМ, при изменении временного положения Vn=Vn(t) – временную импульсную модуляцию (ВИМ). Различают ФИМ и ЧИМ в зависимости от закона изменения Vn(t). На второй ступени модуляции осуществляется модуляция параметров несущего колебания импульсным потоком группового сигнала. Для этого применяют АМ, ФМ, ЧМ.

 Рассмотренные виды модуляции первой ступени относятся к параметрическим, так как основаны на изменении параметров импульсного потока. На практике используют и непараметрические методы модуляции, при которых значениям отсчетов сообщения ставится в соответствие кодовая комбинация, состоящая из элементов, отличающихся частотой, интервалом и т.п. Сюда относятся импульсно-кодовая модуляция (ИКМ) и дельта-модуляция (ДМ).

 В зависимости от сочетания способов модуляции на первой и второй ступенях выделяют различные классы систем с ВРК, например АИМ-ЧМ, ШИМ-ФМ, ИКМ-ЧМ и т.п. Каждая из систем имеет свои преимущества и недостатки. Наиболее широкое распространение получили системы с ШИМ и ВИМ, а также с ИКМ, поскольку они обеспечивают высокую надежность передачи сообщений при относительной простоте реализации аппаратуры.

 Определим число каналов М, которое может быть уплотнено в системе с ВРК при заданных характеристиках сообщений λk и полосе Δƒс высокочастотного тракта. Из рис. 2.2.3 можно установить соотношение

, (2.2.2)

где ти – длительность канального импульса; тс – длительность синхроимпульса; тк – канальный интервал.

 Период повторения Тп канальных импульсов определяется верхней граничной частотой спектра Fв сообщения

, (2.2.3)

где μ0 – коэффициент следования импульсов, равный 2 в соответствии с теоремой Котельникова, либо выбираемый больше 2 в зависимости от допустимых искажений передаваемых сообщений и от вида импульсной модуляции. С учетом (2.2.3) имеем для систем с АИМ:

. (2.2.4)

 Очевидно, при уменьшении коэффициента μ0 длительности канальных и синхроимпульсов можно увеличить число М уплотняемых каналов. Наибольшее число каналов обеспечивается при АИМ. Уменьшение длительностей тс и ти возможно до предела, определяемого максимальной полосой спектра передаваемого по радиолинии радиосигнала.

Дадим оценку помехоустойчивости многоканальных систем с различными видами импульсной модуляции. Считаем, что на входе приемного устройства действуют групповой сигнал s∑(t) и помеха n(t), представляющая флуктуационный шум с нулевым средним значением и дисперсией σ2п. Обозначим максимальное значение сигнала s∑(t) через А0, тогда можно ввести отношение сигнал/шум qвх=А20/σ2п. В зависимости от этого отношения сообщение λ\* на выходе приемника сопровождается бóльшими или меньшими ошибками ε(t).

 Действие шума на качество воспроизведения сообщений определяется величиной отношения сигнал/шум. Принимая на выходе приемника отношение сигнал/шум равным qвых=А2m/σ2п.в, где Аm – максимальное значение полезного сигнала на выходе; σ2п.в=<ε2> - средний квадрат ошибки, помехоустойчивость системы определим величиной выигрыша:

. (2.2.5)

 Качество разделения канальных сигналов характеризуется коэффициентом защищенности Аз, определяемым отношением мощности полезного сообщения Рс к мощности Рп.п переходной помехи:

 . (2.2.6)

 Определим помехоустойчивость систем с ВРК, использующих простейшие канальные демодуляторы – ФНЧ. Пусть на входе демодулятора действует сумма сигнала sk и гауссовского шума n(t) с дисперсией σ2п. Сигнал представляет последовательность импульсов, форма которых отличается от прямоугольной, поскольку при прохождении по тракту передачи фронты импульсов затягиваются. Для упрощения расчетов заменим сложные по форме импульсы на входе ФНЧ трапецеидальными, имеющими амплитуду А0 и длительность фронта тф. Длительность фронта определяется максимальной крутизной реального импульса. На рис. 2.2.4 пунктиром изображен импульс сигнала и одна из реализаций помехи n. Действие помехи приводит к искажению формы импульса. Возможные реализации суммы сигнала и помехи находятся внутри заштрихованной области. Эта область определяется пиковым значением помехи |Uп max|, которое можно принять равным 3σп. Таким образом, действие помехи приводит к появлению паразитной модуляции импульсов по амплитуде и фазе.

  Рис. 2.2.4

 Переходные помехи между каналами в системах с ВРК возникают из-за ограничения полосы пропускания группового тракта, неравномерности его амплитудно-частотной и нелинейности фазово-частотной характеристик. Указанные причины приводят к переходным процессам, в результате чего импульсы искажаются и накладываются друг на друга. Наиболее сильно сказывается влияние соседних каналов.

Заключение

В курсовой работе были изучены методы частотного и временного разделения каналов связи и сделаны следующие выводы:

Частотное разделение каналов связи.

Достоинства:

1. Максимальная плотность каналов в занимаемой полосе частот.
2. Такие системы можно применять для любых видов систем связи.

Недостатки:

1. Использование аналогового сигнала при передаче сообщения.
2. Низкая помехоустойчивость при передаче на дальние расстояния.
3. Сложная конструктивная реализация систем.
4. Слабая защита от несанкционированного доступа доступа к информации.

Временное разделение каналов связи.

Достоинства:

1. Использование цифрового сигнала при передаче сообщения.
2. Возможность передачи избыточной информации для восстановления полученного сигнала.
3. Высокая помехоустойчивость систем.
4. Более простая реализация систем.
5. Повышенная защищенность каналов от несанкционированного доступа.

Недостатки:

1. Широкая полоса частот для организации канала.
2. Зависимость полосы частот от количества каналов и частоты дискретизации.
3. Трата частотного ресурса на передачу избыточной информации для восстановления сигнала.Список литературы
4. Апорович «Радиотехнические цепи и сигналы», М.: «Связь», 1988.
5. Баскаков С.И. «Радиотехнические цепи и сигналы», М.: «Высшая школа», 2000.
6. Жураковский «Каналы связи», М.: «Высшая школа», 1985.
7. Борисов «Радиосвязь», М.: «Высшая школа», 1987.