

Федеральное агентство связи
Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего профессионального образования

«Поволжский государственный университет телекоммуникаций
и информатики»
Кафедра МСИБ

Методическая разработка
к лабораторной работе
«Изучение принципов построения
многоканальных систем передачи
с частотным разделением каналов»

Составитель: к.т.н. доц. Крыжановский А.В.

Самара 2013

1. Цель работы

Изучение принципов построения многоканальных систем передачи с частотным разделением каналов

2. Источники информации

1. Многоканальные системы передачи / Н.Н. Баева, В.Н. Гордиенко, С.А. Курицин и др.; Под ред. Н.Н. Баевой и В.Н. Гордиенко. – М.: Радио и связь, 1997. – 286 с.
2. Теоретические основы многоканальной связи / М.В. Гитлиц, Ю.А. Лев – М.: Радио и связь, 1985. – 286 с.
3. Лев Ю.А. Теоретические основы многоканальной связи. – М.: Радио и связь, 1975. – 192 с.

3. Контрольные вопросы

1. В каких случаях уплотнение линии связи экономически целесообразно?
2. Дайте определение понятия "канал связи".
3. Укажите назначение узлов многоканальной системы с разделением каналов по частоте (по структурной схеме системы).
4. Для чего в системах с частотным разделением необходимо преобразование частоты первичных сигналов?
5. Какова классификация способов передаче амплитудно-модулированных сигналов?
6. Каковы достоинства и недостатки многоканальных систем с передачей одной боковой полосы частот без несущей (ОБП)?
7. Каково влияние на качество связи асинхронности и асинфазности несущих колебаний приемника и передатчика в системе с ОБП?
8. Укажите причины, затрудняющие разделение сигналов в исследуемой системе.
9. Как влияют линейные и нелинейные искажения группового тракта на возможность возникновения переходов между каналами в системах с частотным разделением?
10. Перечислите достоинства и недостатки многоканальных систем с разделением сигналов по частоте.

от входного сигнала, то нелинейные искажения будут отсутствовать. Нелинейные искажения вносят новые частотные составляющие, которых в исходном сигнале не было, и эти составляющие будут действовать как помехи на исходный сигнал (межканальные помехи).

Ниже перечислены элементы тракта приема–передачи. Слева от передатчиков расположены генераторы синусоидального колебания с частотами в 1 кГц, изменяющие источники первичных сигналов. Каждый генератор можно подключить к входу канала. В нижней части передатчиков и приемников расположено генераторное оборудование (ГО). От ГО на передатчики или приемники каналов подаются синусоидальные колебания. Эти колебания являются несущими с частотами 3, 7 и 11 кГц.

Также на схеме расположены контрольные точки (1 – 23), расположенные на выходах элементов тракта приема-передачи. Названия контрольных точек приведены в таблице.

Таблица 1

Контрольная точка	Выход
1,2,3	генератора 1,2,3 канала
4,5,6	генератора несущей 1,2,3 канала
7,8,9	модулятора 1,2,3 канала
10,11,12	ПФ передатчика 1,2,3 канала
13	ГУ передатчика
14	линии
15,16,17	ПФ приемника 1,2,3 канала
18,19,20	демодулятора 1,2,3 канала
21,22,23	1,2,3 канала

5.2.1 Просмотреть и зарисовать в отчет осциллограммы сигналов и их спектры в контрольных точках тракта передачи (КТ 1 – 13). Для этого произвести следующую последовательность действий :

- 1) указать контрольную точку на схеме, отметив ее мышью;
- 2) выбрать область представления сигнала (просмотр сигнала/спектра);
- 3) выбрать удобный масштаб осциллограммы;
- 4) зарисовать осциллограмму или спектр в отчет.

5.2.2. Выбрать линию без искажений (раскрывающийся список «Тип линии» - «без искаж.»)

Выполнить действия 1-4 для тракта приема (КТ 14 – 23).

На рисунке 4а показаны спектры сигналов на выходах разделительных канальных полосовых фильтров КПФ₁, КПФ₂, КПФ₃ приемной части МСП.

Выделенные канальные сигналы поступают на входы демодуляторов D₁, D₂, D₃, на другие входы которых подаются колебания с несущими частотами f_{H1}, f_{H2}, f_{H3}. С выходов демодуляторов снимаются первичные сигналы с полосой частот ΔF=F₂ – F₁ и высокочастотные продукты демодуляции.

$$\Delta F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N \left(\Delta f_i + \Delta f_{zi} \right)$$

Если все канальные сигналы имеют одинаковые полосы частот, то есть, Δf_i=Δf, то

$$\Delta F_{\Sigma} = N \left(\Delta f + \Delta f_3 \right)$$

Полоса частот Δf, отводимая на один канал, зависит от способа формирования канальных сигналов и может быть равна или шире исходной полосы частот первичного сигнала ΔF, то есть Δf ≥ ΔF. Для более экономичного использования линии связи ширина полосы частот группового канала должна быть как можно меньше при заданном числе каналов N. Минимальная ширина полосы частот группового сигнала получается в том случае, когда Δf = ΔF. Поэтому выбор способа формирования канальных сигналов имеет большое значение.

Формирование канальных сигналов можно осуществить следующими способами:

- 1) 2 боковые полосы и несущее колебание (ДБП);
- 2) 1 боковая полоса и несущая (ОБП+Н);
- 3) 2 БП без Н (ДБП – Н);
- 4) 1 БП без Н (ОБП – Н);

ДБП

Достоинство: простое получение исходного сигнала на приеме.

Недостаток: увеличение ширины частот канального сигнала по сравнению с исходным в 2 раза, что приводит к удорожанию оборудования линейного тракта и уменьшению мощности системы.

5.3.2. Наблюдение взаимных переходов между каналами при прохождении группового сигнала через линию с нелинейными искажениями. («Тип линии» - «нелин. искаж.»).

Аналогично пункту 5.3.1.

Таблица 2

Защищенность			
	2-го канала от влияния 1-го	3-го канала от влияния 1-го	3-го канала от влияния 1-го и 2-го
Линия без искажений			
A _c			
A _{пп}			
A _з ,дБ			
Линейные искажения			
A _c			
A _{пп}			
A _з ,дБ			
Нелинейные искажения			
A _c			
A _{пп}			
A _з ,дБ			

6. Теоретические сведения

Многоканальные системы передачи с частотным разделением каналов (МСП с ЧРК) относятся к классу систем с линейным разделением сигналов с совпадающими или с неперекрывающимися спектрами. В качестве переносчиков канальных сигналов в МСП с ЧРК используются гармонические колебания различных частот, а канальные сигналы формируются в результате модуляции одного или нескольких параметров этих колебаний. Переносчики канальных сигналов называются несущими колебаниями или несущими частотами.

Сущность построения МСП с ЧРК заключается в том, что спектр каждого первичного сигнала с помощью несущей частоты переносится в отведенную для него полосу частот линии связи, формируя таким

4. Содержание отчета

1. Структурная схема многоканальной системы связи с разделением каналов по частоте.
2. Зарисовки временных и спектральных диаграмм сигналов в заданных точках схемы.
3. Результаты вычислений переходного затухания между каналами.
4. Выводы по результатам наблюдений и измерений.

5. Методические указания к выполнению работы

Для изучения принципов построения многоканальной системы связи с разделением каналов по частоте используется программа для ПЭВМ IBM PC «СП с ЧРК», которая имитирует одностороннюю трехканальную систему с передачей одной боковой полосы частот без несущей. При этом колебание несущей частоты восстанавливается на приемном конце от местного генератора.

5.1. Прохождение входного теста

После запуска программы открывается окно теста. Необходимо выбрать правильные на ваш взгляд варианты ответов на вопросы и нажать кнопку «Проверить». В случае удачного выбора открывается рабочая панель программы.

5.2. Наблюдение сигналов в контрольных точках тракта приемо-передачи

Основным элементом рабочей панели является схема имитируемого тракта приемо-передачи многоканальной системы (рисунок 1).

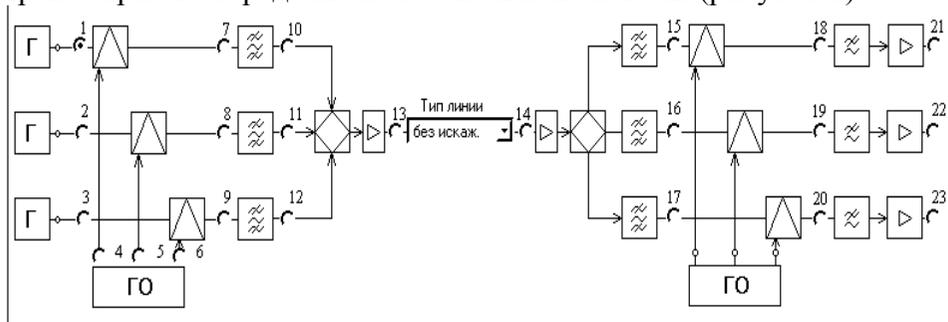


Рисунок 1

5.2.3. Выбрать тип линии с линейными искажениями (раскрывающийся список «Тип линии» - «лин. искаж.»)
Выполнить действия 1-4 для тракта приема.

5.2.4. Выбрать тип линии с нелинейными искажениями (раскрывающийся список «Тип линии» - «нелин. искаж.»)
Выполнить действия 1-4 для тракта приема.

5.3. Наблюдение взаимных переходов между каналами

5.3.1. Наблюдение взаимных переходов между каналами при прохождении группового сигнала через линию без искажений. («Тип линии» - «без искаж.»)

Определить защищенность второго канала от переходного влияния первого канала. Для этого необходимо проделать следующую последовательность действий:

1) Измерить A_C – амплитуду сигнала во втором канале (канале, подверженном влиянию) при отсутствии помех. Для этого:

а) подать сигнал только на вход второго канала («Подать сигнал на» – галочка только напротив второго канала);
б) измерить амплитуду сигнала на выходе второго канала (КТ 22).

2) Измерить $A_{ПП}$ – амплитуду помех во втором канале при отсутствии сигнала. Для этого:

а) Подать сигнал только на вход первого канала («Подать сигнал на» – галочка только напротив первого канала);
б) Измерить амплитуду сигнала на выходе второго канала.

3) Определить защищенность по формуле

$$A_3 = 20 \cdot \lg(A_C / A_{ПП}) \text{ , дБ.}$$

Аналогично определить защищенность третьего канала от первого, третьего от первого и второго. Результаты измерений занести в отчет в виде таблицы 2.

5.3.2. Наблюдение взаимных переходов между каналами при прохождении группового сигнала через линию с линейными искажениями. («Тип линии» - «лин. искаж.»).

Аналогично пункту 5.3.1.

ОБП+Н

При этом способе формирования канального сигнала ширина канального сигнала уменьшается 2 раза, однако для подавления одной БП необходимо использовать сложные в реализации канальные фильтры. Помехозащищенность сигнала с подавлением одной боковой полосы меньше, чем при передаче двух БП.

ОБП – Н

Этот метод позволяет использовать групповые усилители для усиления многоканального сигнала. При этом увеличивается помехозащищенность, однако ширина канального сигнала $\Delta f = 2f_b$. Этот недостаток ограничивает использование данного метода в СП, работающих на большие расстояния.

ОБП

Этот метод обеспечивает наименьшую ширину спектра канального сигнала. При этом происходит перемещение сигнала по шкале частот. Такой метод называют преобразованием частоты, а модуляторы, с помощью которых этот метод осуществляется, преобразователи частоты.

Подавление несущей частоты позволяет повысить мощность боковых, т.е. полезного сигнала. Т.о. увеличивается помехозащищенность. Достоинства этого метода оправдывают его преимущественное использование для формирования канальных сигналов. Недостатком этого метода является необходимость подавления несущей частоты и неиспользуемой боковой полосы и восстановления несущего колебания на приеме.

Все это приводит к усложнению конечной аппаратуры МСП.

Искажения в каналах и трактах СП с ЧРК

Искажения бывают линейными и нелинейными.

Под линейными искажениями понимают искажения, обусловленные прохождением сигнала через устройства, параметры передачи которых зависят от частоты. Для того, чтобы линейных искажений не было, необходимо, чтобы их АЧХ были постоянными, а ФЧХ – линейными.

Под нелинейными искажениями понимаются искажения, обусловленные нелинейностью амплитудной характеристики канала или тракта, т.е. если усиление – это величина постоянная и не зависит

образом каналные сигналы с неперекрывающимися спектрами. На рисунке 2 изображена структурная схема МСП с ЧРК.

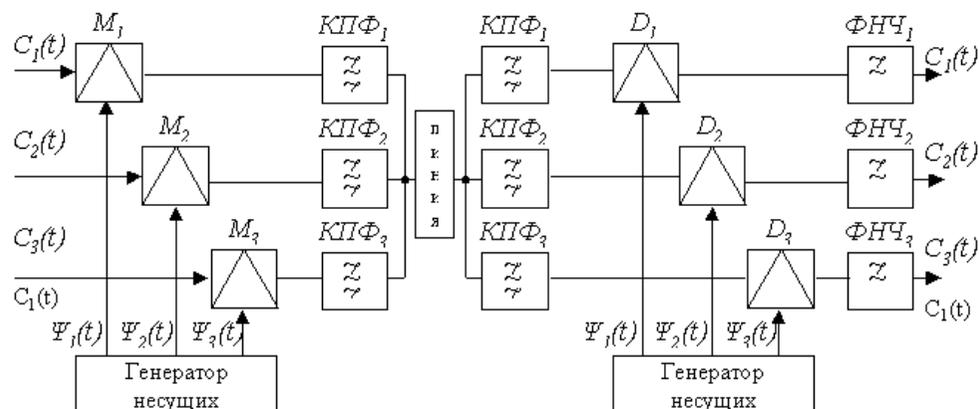


Рисунок 2 - Структурная схема МСП с ЧРК

В канальных модуляторах M_1, M_2, M_3 , осуществляется амплитудная модуляция (АМ) гармонических переносчиков $\Psi_1(t), \Psi_2(t), \Psi_3(t)$ с частотами f_{H1}, f_{H2}, f_{H3} первичными сигналами $C_1(t), C_2(t), C_3(t)$, спектры которых перекрываются полностью или частично.

В данном случае спектры перекрываются полностью и занимают одинаковую полосу частот $\Delta F = F_1 - F_2$ (рисунок 3,а).

Канальными сигналами, которые выделяются канальными полосовыми фильтрами (КПФ₁ – КПФ₃), являются в данном случае верхние боковые полосы частот АМ – сигнала (рисунок 3,б). В общем случае могут применяться и другие способы формирования канальных сигналов.

Спектр группового сигнала состоит из трех полос и занимает общий диапазон частот от f'_{1} до f''_{3} .

В приемной части происходит разделение канальных сигналов с помощью разделительных канальных полосовых фильтров (КПФ): КПФ₁ – для первого канала, КПФ₂ – для второго канала, КПФ₃ – для третьего канала. Спектральные диаграммы сигналов приемной части МСП с ЧРК приведены на рисунке 4.

Фильтры низких частот ФНЧ₁, ФНЧ₂, ФНЧ₃, устанавливаемые на выходе демодуляторов, выделяют полосу частот первичных сигналов ΔF и подавляют ВЧ продукты демодуляции (рисунок 1.4, б, в, г). Общая полоса частот группового сигнала ΔF_{Σ} , передаваемого в тракт, определяется полосой частот Δf_i , отводимой на один канал, защитным частотным интервалом Δf_{3i} и количеством каналов N .

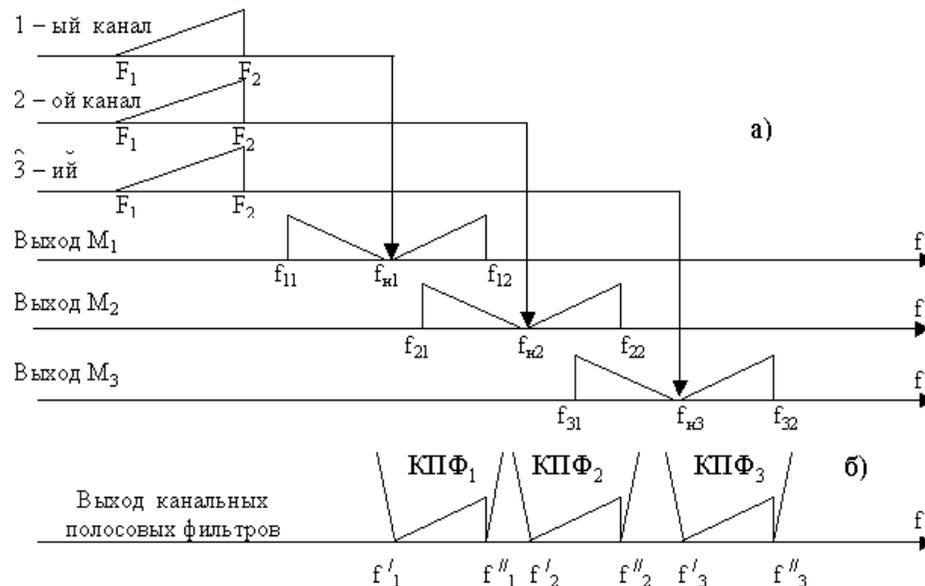


Рисунок 3 – Формирование канальных сигналов в передатчике МСП с ЧРК

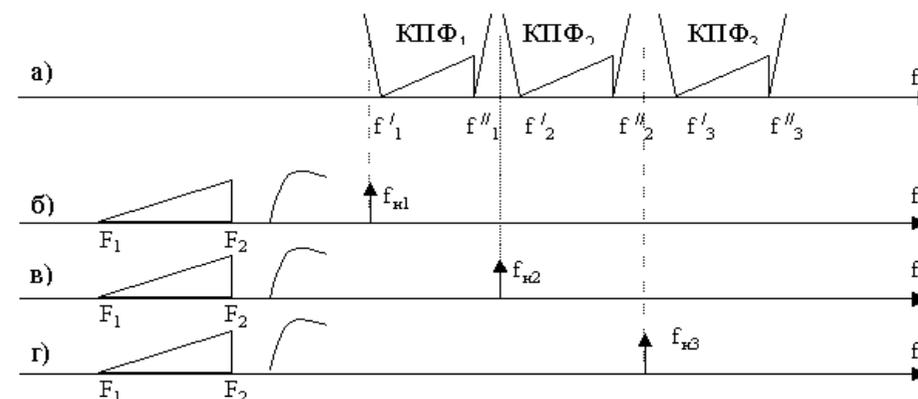


Рисунок 4 – Преобразование канальных сигналов в приемнике МСП с ЧРК