Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования

**«Юго-Западный государственный университет»**

Кафедра Телекоммуникаций

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ  Первый проректор –  проректор по учебной работе  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е.А. Кудряшов  «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011 г. |

**Исследование процессов коммутации и оценка помехозащищенности систем связи с временным уплотнением каналов, использующих сигналы с АИМ и ИКМ**

Методические указания

по выполнению лабораторной работы № 4

по курсу «Основы построения телекоммуникационных

систем и сетей»

для студентов

специальностей 210400.62, 210404.65, 210406.65

Курск 2011

1. Цели работы:

1.1. Оценить влияние шума канала на искажения группового сигнала с АИМ, а также на искажения восстанавливаемых аналоговых сигналов. Оценить качество разделения сигналов.

1.2.. Создать заданные последовательности коммутации каналов входной и выходной части установки. Добиться передачи сигнала с каждого заданного канала передающей части в другой заданной канал приемной части установки.

1.3. Оценить влияние шума канала на искажения группового сигнала с ИКМ, а также на искажения восстанавливаемых аналоговых сигналов. Оценить качество разделения сигналов.

1.4. Сравнить степень искажения восстановленных сигналов с АИМ и ИКМ при одинаковом уровне шумов.

1. Используемые приборы и оборудование.
   1. Лабораторная установка «Изучение принципов временного разделения каналов (ЦСК-1)» – 1 шт.
   2. Осциллограф, двухканальный или одноканальный – 1 шт.
   3. Милливольтметр – 1 шт.
2. Подготовка к выполнению работы.

3.1. Повторите учебный материал по способам и устройствам для временного уплотнения каналов, использующим сигналы с АИМ и ИКМ. Сравните показатели их помехозащищенности.

3.2. Прочитайте порядок проведения работы. Ответьте на все перечисленные в методических указаниях к данной работе контрольные вопросы.

3.3. Подготовьте черновик отчета по работе, разместив на нём поля и оси координат временных диаграмм сигналов, которые будут наблюдаться при выполнении работы.

1. Описание работы лабораторной установки

В данной работе применяется лабораторная установка «Исследование системы связи с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ)» Она описана в указаниях по выполнению лабораторной работы № 2.

Для передачи телефонных сообщений в соответствии с существующими требованиями устанавливается частота дискретизации fд = 8 кГц (период дискретизации Tд = 125 мкc). Процесс дискретизации подробно рассмотрен в описании лабораторной работы по изучению систем связи с АИМ. Для этого используются электронные ключи, на выходе которых формируется дискретный сигнал с амплитудно-импульсной модуляцией - отсчеты аналогового сигнала. Временной интервал в 125 мкс между двумя соседними импульсами может быть использован для передачи других телефонных сообщений.

При использовании для передачи ИКМ каждому отсчетному импульсу ставится в соответствие кодовая комбинация из восьми импульсов. В этом случае возможное количество телефонных сообщений, передаваемых по одному каналу связи, будет определяться длительностью кодовой комбинации Тк. На практике ее выбирают так, чтобы во временном интервале, равном 125 мкс, размещалось 32 ИКМ сигнала, 30 из которых используются для передачи сообщений, а два оставшихся - для передачи служебной информации. В данном макете для удобства проведения исследований образованы четыре канала и длительность кодовой комбинации увеличена по сравнению с используемой на практике.

Объединение сигналов - мультиплексирование - осуществляется электронным способом. На выходе мультиплексора MUX образуется групповой сигнал, в котором в определенном порядке расположены либо отсчетные импульсы (при АИМ) либо кодовые комбинации (при ИКМ).

На приёмном конце происходит демультиплексирование - разделение отдельных сигналов и передача их к соответствующим абонентам. Этот процесс также как и мультиплексирование, полностью управляется электронным способом.

Практически мультиплексор MUX и демультиплексор DMUX представляют собой два коммутатора, управление которыми происходит синхронно с помощью устройства управления УУ. На время действия сигнала, на одном из входов мультиплексора, этот вход соединяется с линией связи. Затем последовательно с ней соединяются другие входы. По такому же принципу осуществляется и демультиплексирование.

В данном лабораторном макете образованы четыре телефонных канала. Поскольку частота дискретизации составляет 8 кГц, для управления коммутаторами необходимо использовать стробирующие импульсы с частотой следования 8 × 4 = 32 кГц. За временной интервал, равный периоду дискретизации Тд (125 мкс) коммутатор должен обеспечить четыре различных коммутации. Длительность этих импульсов определяет время , в течение которого входы коммутатора должны быть соединены с линией. В случае использования АИМ она должна соответствовать длительности отсчетного импульса , а в случае ИКМ - длительности кодовой комбинации. В данном лабораторном макете эти длительности совпадают.

Используя программируемое управляющее устройство можно осуществить соединение любого из четырех входов каналов связи с любым из четырех выходов. Для этого меняется порядок коммутации ключей мультиплексора и демультиплексора, который определяется устройством управления. Информация о необходимых соединениях входов и выходов каналов связи в данной лабораторной установке заносится в оперативную память вручную. При этом устройство управления переводится в режим программирования.

При различных преобразованиях сигнала возникают шумы. В основном это тепловые шумы элементов схемы. Их источниками могут быть и различные наводки, а также специфические преобразования сигнала - шумы квантования. Все они накладываются на полезный сигнал и приводят к ограничению длины линии передачи. Использование цифровых способов модуляции, в частности ИКМ, позволяют получить существенный выигрыш в помехозащищенности по сравнению с аналоговыми. В данном лабораторном макете реальная линия моделируется встроенным в линию генератором шума (ГШ). При использовании ИКМ на приемном конце возможно применение порогового устройства УР, которое в этом случае выполняет роль квазиоптимального приемника.

1. Контрольные вопросы.
2. Какие существуют способы уплотнения каналов связи?
3. Каковы особенности и признаки временного уплотнения каналов?
4. Какова связь между частотой следования стробирующих импульсов мультиплексора и частотой дискретизации сигналов при использовании временного уплотнения каналов?
5. Как выбираются длительность стробирующих импульсов мультиплексора при временном уплотнении сигналов с АИМ и ИКМ?
6. Как изменить порядок коммутации каналов в данной лабораторной установке?
7. Каким образом создаётся шумовая помеха в линии связи установки?
8. Зачем нужно пороговое устройство?
9. Какая из сравниваемых в работе систем связи обладает лучшей помехоустойчивостью?
10. Как убедиться в том, что коммутация каналов производиться в заданном порядке? Какие действия нужно предпринять для визуального контроля за процессом коммутации?
11. Начальные установки органов управления

6.1. Начальные положения ручек осциллографа:

- переключатель «V/дел.» - 0,5В;

- переключатель «ВРЕМЯ/ДЕЛ.» - 50 μs.

Синхронизация – внутренняя.

Развертка изображения – непрерывная или ждущая.

6.2. Положение ручек регулировки чувствительности милливольтметра – 1В или 0,5В.

6.3. Положения органов управления лабораторной установкой:

- клавиша «ВКЛ-СЕТЬ» - в положении «ВКЛ»;

- кнопка «СБРОС» нажата и возвращена в исходное состояние;

- тумблеры на устройстве управления – в положениях «32кГц» и «цикл».

Так как в начале работы будет установлен режим АИМ, то тумблер порогового устройства УР в линии связи – в положении «выкл».

Следует помнить, что в данной лабораторной установке передача цифрового ИКМ сигнала осуществляется только при включенном пороговом устройстве.

Ручка потенциометра «уровень шума» в линии связи - в крайнем левом положении.

1. Порядок выполнения работы.

7.1. Исследование помехоустойчивости системы связи с АИМ сигналами. Для этого выполнить следующие операции:

7.1.1. Вход I осциллографа подключить к выходу мультиплексора - началу линии связи - (КТ1), а вход II - к её окончанию (КТ2).

7.1.2. Вращая потенциометр «уровень шума» по часовой стрелке наблюдайте появление шумов в групповом сигнале на приёмном конце линии связи.

7.1.3. Подключить вход I осциллографа к одному из входов мультиплексора (входу канала связи), а вход II - к соответствующему выходу системы (выход ФНЧ). Наблюдая восстановленный сигнал и сравнивая его с исходным, установите с помощью потенциометра «уровень шума» заметные его искажения.

7.1.4. Отключите все соединения, установленные ранее с помощью соединительных проводников.

7.1.5. Измерьте установленное в п. 7.1.3 действующее значение шума канала. Для этого подключите потенциальный штекер кабеля милливольтметра к гнезду КТ2, а «земляной» штекер – к гнезду 3, либо к любому другому входному гнезду мультиплексора. Измеренное значение занесите в бланк отчета.

7.1.6. Уменьшите напряжение шума канала, повернув ручку «УРОВЕНЬ ШУМА» влево до упора.

7.1.7 Установите с помощью устройства управления заданную преподавателем коммутацию четырех каналов (соединение входа М мультиплексора канала с выходом N демультиплексора). Для этого:

7.1.7.1. Установите тумблер «цикл-програм.» устройства управления в положение «програм.» и кратковременно нажмите кнопку «сброс». На цифровом индикаторе «шаг» высвечивается одна из цифр: 0, 1, 2, 3, которая соответствует номеру входа мультиплексора. Ей соответствует индикация с помощью светодиодов А0, А1 на мультиплексоре. Они дублируют номер коммутируемого входа в двоичной системе исчисления. Зажигание светодиода соответствует единице в соответствующем разряде. Кроме того, горит соответствующий светодиод электронного ключа мультиплексора.

7.1.7.2. Нажимая кратковременно кнопку «шаг», установите на цифровом индикаторе цифру 0 ( оба световода А0 , А1 не горят , горит светодиод электронного ключа входа 0 мультиплексора). Устройство управления готово к записи информации о номере выхода демультиплексора, с которым должен быть соединен вход 0 мультиплексора.

7.1.7.3. Введите номер выхода демультиплексора, на который должен быть скоммутирован вход 0 мультиплексора. Номер вводится в двоичной системе счисления с помощью кнопок В0 (нулевой разряд) и В1 (первый разряд). Индикация осуществляется с помощью светодиодов В0 и В1 - зажигание соответствует единице в соответствующем разряде.

7.1.7.4. Произведите запись введенного номера выходного канала демультиплексора в память устройства управления. Для этого нажмите кратковременно кнопку «запись» на панели устройства управления. При этом номер канала в двоичной системе будет продублирован с помощью светодиодов В0, В1 на демультиплексоре. Кроме того, зажигается светодиод у электронного ключа соответствующего выхода демультиплексора.

7.1.7.5. Аналогичным образом установите остальные три коммутации, последовательно нажимая кратковременно кнопку «шаг» и выполняя аналогичные действия по записи номера выхода демультиплексора. При ошибочном вводе номера следует нажать кратковременно кнопку «сброс» и повторить процедуру ввода.

7.1.7.6. После записи последнего номера проконтролируйте правильность введенной информации. Для этого установите тумблеры на устройстве управления в положение «цикл» и «2 Гц» соответственно. По одновременности зажигания светодиодов электронных ключей мультиплексора и демультиплексора проверьте правильность установленного порядка коммутации. После проверки установите тумблер «32 кГц - 2 Гц» в положение «32 кГц».

7.2. Исследование системы с временным уплотнением каналов, использующей импульсно-кодовую модуляцию.

7.2.1. Исследование процесс формирования группового сигнала и коммутации четырех каналов с помощью мультиплексора и демультиплексора при использовании ИКМ сигналов. Принцип работы мультиплексора в этом случае отличается от рассмотренного ранее (при анализе АИМ) тем, что его электронные ключи используются только для коммутации входов с линией связи. Процесс дискретизации сигнала осуществляется ключами на входе каналов связи. Выполнить следующие операции:

7.2.1.1. Подключите проводником гнездо контрольного сигнала F1 ко входу электронного ключа на входе первого канала.

7.2.1.2. Подключите проводником выход кодера первого канала ко входу 0 мультиплексора.

7.2.1.3. Подключите вход I осциллографа к выходу мультиплексора. При этом наблюдается кодовая комбинация, соответствующая ИКМ сигналу первого канала. «Земляной» штекер кабеля осциллографа подключите к гнезду «3» мультиплексора.

7.2.1.4. Подключите вход II осциллографа к клемме СИ1 и проконтролируйте наличие последовательности стробирующих импульсов, управляющих электронным ключом мультиплексора, и совпадение временных интервалов, соответствующих действию кодовой комбинации и стробирующего импульса. Зарисуйте осциллограммы этих сигналов, расположив, их друг под другом, сохранив масштаб по временной оси и метки. При этом отметьте только длительность кодовой комбинации, не отмечая отдельных кодовых символов.

7.2.1.5. Подключить вход II осциллографа к клемме СИ2.

7.2.1.6. Подключите проводником гнездо контрольного сигнала F2 ко входу электронного ключа на входе второго канала, а выход кодера второго канала ко входу 1 мультиплексора. Проконтролируйте появление на выходе мультиплексора кодовой комбинации, соответствующей второму каналу. Она должна занять соседний временной интервал по отношению к комбинации первого канала. Этот интервал должен совпадать со временем действия стробирующего импульса. Зарисуйте осциллограммы этих сигналов, расположив, их друг под другом, сохранив масштаб по временной оси и метки. При этом отметьте только длительность кодовой комбинации, не отмечая отдельных кодовых символов.

7.2.1.7. Подключите вход II осциллографа к клемме СИ3.

7.2.1.8. Подключите проводником гнездо контрольного сигнала F3 ко входу электронного ключа на входе третьего канала, а выход кодера третьего канала - ко входу 2 мультиплексора. Повторите все операции, описанные в пункте 7.2.1.6.

7.2.1.9. Подключите вход II осциллографа к клемме СИ4.

7.2.1.10. Подключите выход кодера четвертого канала ко входу 3 мультиплексора. Вход соответствующего электронного ключа при этом остается свободным. Повторить все операции, описанные в пункте 7.2.1.6. В итоге на выходе мультиплексора сформирован цифровой сигнал, представляющий собой объединение четырех кодовых комбинаций. Кодовая комбинация, соответствующая четвертому каналу, соответствует нулевому уровню входного сигнала.

7.2.1.11. Включите пороговое устройство УР на приёмном конце линии связи. Для этого установите тумблер на лицевой панели установки в положение «вкл».

7.2.1.12. Подключите вход I осциллографа ко входу демультиплексора (контрольная точка КТ3). Проконтролируйте наличие в этой точке группового сигнала. В данной установке групповой сигнал в этой точке (на выходе порогового устройства) инвертирован по отношению к сигналу на выходе мультиплексора.

7.2.1.13. Подключите вход I осциллографа к клемме СИ1 мультиплексора Последовательно подключая вход II осциллографа к выходам демультиплексора, найти такую кодовую комбинацию, временной интервал для которой совпадает с временем действия стробирующего импульса. Номер выхода демультиплексора должен совпадать с заданным порядком коммутации каналов. Зарисуйте осциллограмму сигнала на выходе демультиплексора. При этом отметьте только длительность кодовой комбинации, не отмечая отдельных кодовых символов.

7.2.1.14. Последовательно подключите вход I осциллографа к клеммам СИ2, СИ3, СИ4 и повторяя операции, описанные в предыдущем пункте, полностью определите установленный порядок коммутации и зарисуйте осциллограммы сигналов на выходах демультиплексора.

7.2.1.15. Соедините проводниками входы демультиплексора со входами декодеров, а выходы декодеров – с соответствующими фильтрами. Подключая вход I осциллографа ко входам каналов, а вход II - к выходам в соответствии с установленным порядком коммутации проконтролируйте совпадение входных и выходных сигналов.

7.2.2. Оценка помехозащищенности каналов связи при использовании сигналов с ИКМ. Для этого выполнить следующие операции.

7.2.2.1. Установите ручкой «УРОВЕНЬ ШУМА» среднеквадратичное (действующее) значение напряжения шума в линии связи, равное измеренному при выполнении п. 7.1.3.5., контролируя установку милливольтметром, подключенным между гнездами КТ2 и 3.

7.2.2.2. Подключите входы I и II осциллографа соответственно к контрольным точкам КТ1 и КТ2 и убедитесь в наличии шумов в групповом сигнале на приёмном конце линии связи (контрольная точка КТ2).

7.2.2.3. Подключите вход I осциллографа к контрольной точке КТ3 на выходе порогового устройства. Убедитесь в том, что уровень шумов на его выходе существенно меньше, чем на входе.

7.2.2.4. Подключите входы I , II осциллографа ко входу и выходу одного из каналов связи, по которому передается испытательный сигнал (ко входу ЭК и выходу соответствующего ФНЧ). Убедитесь в том, что аналоговый сигнал восстанавливается практически без искажений. Для этого уменьшите уровень шумов до минимума, повернув ручку потенциометра «уровень шума» против часовой стрелки до упора. Форма восстановленного сигнала при этом не должна меняться.

8. Содержание отчета.

В отчёте необходимо привести:

- цель работы;

- структурную схему установки, отметив на ней точки, в которых снимались осциллограммы;

- все снятые осциллограммы, расположенные таким образом, чтобы на них были отмечены все необходимые временные соотношения между исследуемыми сигналами;

- выводы по работе.