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 систем связи с импульсно-кодовой модуляцией**

Методические указания

по выполнению лабораторной работы № 3

по курсу «Основы построения телекоммуникационных

систем и сетей»

для студентов

специальностей 210400.62, 210404.65, 210406.65

Курск 2011

1. Цель работы.

1.1. Ознакомиться с примером построения системы связи с временным разделением каналов и импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ).

1.2. Сформировать заданное множество сигналов с ИКМ. Изучить их особенности и определить параметры.

1.3. Получить и исследовать групповой сигнал из сигналов с ИКМ, применяя временное разделение каналов.

1.4. Проконтролировать процесс разделения сигналов с ИКМ в приемной части установки. Оценить качество разделения.

1.5. Оценить качество восстановления передаваемых сигналов с помощью фильтров низких частот.

1. Применяемые приборы и оборудование.

2.1. Лабораторная установка «Изучение принципов временного разделения каналов (ЦСК-1)» - 1 шт.

2.2. Осциллограф, двухканальный или одноканальный - 1 шт.

1. Подготовка к выполнению работы
2. Изучите способы и устройства для получения сигналов с ИКМ по конспекту лекций и литературе, рекомендованной преподавателем.
3. Повторите принцип и способы временного разделения (уплотнения) каналов с ИКМ.
4. Повторите принцип и способы разделения сигналов с ИКМ.
5. Повторите принцип и способы восстановления аналоговых сигналов и сигналов с ИКМ.
6. Повторно изучите состав и структурную схему лабораторной остановки. Определите назначение блоков, индикаторов и органов управления установки, необходимых для формирования, объединения и разделения сигналов с ИКМ, по описанию, приведенном, в указаниях к лабораторной работе № 2 «Исследование системы связи с амплитудно-импульсной модуляцией».
7. Изучите порядок проведения работы.
8. Ответьте на все перечисленные в методических указаниях к данной работе контрольные вопросы.
9. Подготовьте черновик отчета по работе, разместив на нём поля и оси координат временных диаграмм сигналов, которые будут наблюдаться при выполнении работы.
10. Описание работы лабораторной установки

В данной работе применяется лабораторная установка «Изучение принципов временного разделения каналов (ЦСК-1)». Она описана в лабораторной работе №2 «Исследование системы связи с амплитудно-импульсной модуляцией». При формировании на этой установке сигналов с импульсно-кодовой модуляцией на первом этапе производится дискретизация аналогового сигнала F1 ( ti ), поступающего на вход электронного ключа ЭК. Этот процесс рассматривался в лабораторной работе № 2. В результате формируется последовательность амплитудно-модулированных импульсов (отсчетов) Fi на выходе ЭК. Требования к выбору частоты дискретизации fд = 8 кГц определены шириной спектра сигнала, передаваемого по каналу связи сигнала. Дискретизированный сигнал подается на кодер.

На втором этапе в кодере происходит формирование ИКМ сигнала. Для этого производится аналого-цифровое преобразование (кодирование) отсчетов, сформированных на выходе ЭК. Для кодирования информации об амплитуде отсчетных импульсов используется восьмиразрядный двоичный код, позволяющий образовать 256 различных комбинаций.

Кодирование АИМ сигнала предполагает выполнение следующих двух операций. Первая из них - квантование. Весь диапазон возможных значений аналогового сигнала разбивается дискретными уровнями на 256 квантовых интервалов, которые нумеруются от - 128 до - 1 для отрицательных отсчетных импульсов и от +1 до + 128 - для положительных. Каждому отсчету ставится в соответствие одно из значений квантового интервала, а если его величина не совпадает ни с одним из 256 уровней, то выбирается ближайший из них.

Вторая операция, завершающая этап кодирования, ставит в соответствие номеру квантового интервала комбинацию единиц и нулей (кодовых символов) - цифровой код. Обычно единицам соответствуют положительные импульсы определенной амплитуды и длительности τ, а нулям - отсутствие импульса на этом временном интервале. В данной лабораторной установке использовано схемное решение, обеспечивающее на выходе кодера формирование ИКМ сигнала, в котором единицам соответствуют положительные, а нулям - отрицательные импульсы одинаковой амплитуды. Сформированная последовательность Fкi носит название кодовой комбинации. В рассматриваемом случае она состоит из восьми кодовых символов.

Сформированный таким образом цифровой сигнал поступает на вход мультиплексора, в котором происходит его объединение с аналогичными сигналами других каналов связи. Длительность всей кодовой комбинации Тк = 8 τд, где τд – длительность кодовых импульсов, выбирается так, чтобы она не только уложилась во временной интервал между соседними отсчетными импульсами, но и позволила разместить в нем кодовые комбинации , поступающие на вход мультиплексора по другим каналам. Для осуществления временного уплотнения импульсные последовательности, управляющие электронными ключами ЭК1 – ЭК4, сдвинуты на временной интервал, соответствующий Тк. В результате на выходе мультиплексора кодовые комбинации различных каналов (в данной лабораторной установке их четыре) выстраиваются друг за другом - формируется групповой сигнал. Таким образом, осуществляется временное уплотнение - одновременная передача по линии связи закодированных последовательностей отсчетов нескольких сигналов.

Как и в работе по исследованию системы связи с АИМ, для проведения исследований в лабораторной установке используются три контрольных сигнала. При этом вход одного из каналов остается свободным. Это соответствует поступлению на кодер отсчета с нулевой амплитудой. Ему соответствует определенная кодовая комбинация, которая аналогично остальным присутствует в групповом сигнале.

На приёмном конце линии связи расположено пороговое устройство ПУ, которое включается тумблером, выведенным на переднюю панель лабораторной установки. Оно позволяет повысить помехозащищенность каналов связи. Следует помнить, что работа установки при использовании ИКМ сигналов возможна только при включенном пороговом устройстве.

На приёмном конце групповой сигнал поступает на вход демультиплексора. В нём происходит разделение каналов. Электронные ключи демультиплексора управляются синхронно с ключами мультиплексора. На время действия одной из кодовых комбинаций соответствующий ключ демультиплексора соединяет линию связи со входом декодера. В результате на его вход поступает требуемая кодовая комбинация Fкj ( индекс j соответствует номеру канала).

В декодере происходит восстановление АИМ сигнала - каждой кодовой комбинации Fкj ставится в соответствие отсчетный импульс Fj определенной длительности и амплитуды. Положение отсчета во времени жестко связано с моментом окончания действия кодовой комбинации. Эта последовательность отсчетов поступает на ФНЧ, где происходит восстановление исходного аналогового сигнала Fj ( t ).

1. Контрольные вопросы
2. Что такое сигнал с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ)? Чем отличается сигнал с ИКМ от сигнала с АИМ?
3. Какие преобразования производят над аналоговым сигналом, чтобы получить сигнал с импульсно-кодовой модуляцией?
4. Из каких операций состоит процесс кодирования сигнала?
5. Что такое квантование сигнала?
6. Какой способ преобразования уровня сигнала в двоичный код принят в лабораторной установке? Какие еще могут быть способы такого преобразования?
7. Что такое временное разделение каналов? Зачем его применяют?
8. Как производится объединение ИКМ сигналов в линии связи, чтобы обеспечить их последующее разделение на приёмном конце с минимальными искажениями?
9. Зачем в приёмной части установки поставлено пороговое устройство?
10. Как производится разделение сигналов с ИКМ из группового сигнала, проходящего через линию связи?
11. Как получить сигнал с АИМ из сигнала с ИКМ?
12. Как производится восстановление аналогового сигнала из сигнала с ИКМ?
13. Какие исходные сигналы преобразуют в сигнал с ИКМ в данной лабораторной установке?
14. Какова связь между сигналами на входах и выходах мультиплексора?
15. Какова связь между сигналами на входе и выходах демультиплексора?
16. Каковы причины различия по форме исходного аналогового сигнала и сигнала, восстановленного из сигнала с ИКМ?

1. Порядок выполнения работы.

6.1. Подготовьтеь лабораторную установку к проведению работы. Для этого:

6.1.1. Включите питание лабораторной установки и осциллографа.

6.1.2. Установите тумблеры на устройстве управления в положение «32кГц» и «цикл».

6.1.3. Нажмите кратковременно кнопку «сброс» на устройстве управления.

6.1.4. Установите тумблер порогового устройства ПУ в линии связи в положение «вкл». В данной лабораторной установке передача цифрового ИКМ сигнала осуществляется только при включенном пороговом устройстве.

6.1.5. Установите потенциометр «уровень шума» в линии связи в крайнее положение против часовой стрелки.

6.2. Проведение исследований процесса формирования цифрового ИКМ сигнала. Для этого выполнить следующие операции.

6.2.1. С помощью соединительного провода подключите контрольный сигнал F1 ко входу электронного ключа первого канала. К этой же точке подключите вход I канала осциллографа. Проконтролируйте появление осциллограммы контрольного сигнала.

6.2.2. Установите период развертки так, чтобы на экране укладывался приблизительно один период контрольного сигнала.

6.2.3. Зарисуйте осциллограмму контрольного аналогового сигнала.

6.2.4. Подключите второй канал осциллографа к выходу электронного ключа. Проконтролируйте появление на его экране сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией.

6.2.5. Включите метки, выбрав временной интервал между ними так, чтобы он соответствовал длительности отсчетного импульса, нажав соответствующую кнопку на лицевой панели установки.

6.2.6. Зарисуйте осциллограмму сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией, поступающего на вход второго канала осциллографа. Расположить ее под осциллограммой контрольного сигнала, сохранив масштаб по временной оси и метки.

6.2.7. Подключите вход II осциллографа к выходу кодера 1 и зарисуйте соответствующую осциллограмму. Следует учесть, что в данной лабораторной установке использовано схемное решение, обеспечивающее на выходе кодера формирование ИКМ сигнала, в котором единицам соответствуют положительные, а нулям - отрицательные импульсы одинаковой амплитуды. При выбранном значении периода развертки осциллографа подробная структура наблюдаемых кодовых комбинаций не может быть проанализирована детально. Поэтому следует отметить только ее длительность, сохранив временные соотношения с предыдущими и метки времени.

6.2.8. Выключите метки времени и уменьшите период развертки осциллографа так, чтобы на его экране по второму каналу высветилась одна из кодовых комбинаций. Пользуясь шкалой на экране осциллографа и учитывая цену деления, соответствующую положению переключателя «Развертка-время/дел.» на лицевой панели, определите длительность импульса, соответствующего кодовому символу.

6.2.9. Зарисуйте осциллограмму кодовой комбинации. Установите прежнее значение периода развертки осциллографа и включите метки времени с интервалом, соответствующим длительности отсчетного импульса. Обратите внимание на то, что в данном случае он соответствует длительности кодовой комбинации.

6.3. Исследование процесса формирования группового сигнала на выходе мультиплексора. Для этого выполните следующие операции.

6.3.1. Соедините с помощью проводника выход кодера первого канала со входом 0 мультиплексора. Подключите вход II осциллографа к выходу мультиплексора КТ1 и проконтролируйте появление кодовой комбинации на его выходе.

6.3.2. Не снимая установленных ранее соединений, подключите контрольный сигнал F2 и вход I осциллографа ко входу ключа 2 второго канала. Выход кодера 2 соедините со входом 1 мультиплексора. Проконтролируйте наличие сигнала на входе канала по осциллограмме, соответствующей первому входу осциллографа.

6.3.3. Проконтролируйте по осциллограмме появление на выходе мультиплексора кодовой комбинации, соответствующей сигналу, передаваемому по второму каналу связи. Она должна занять временной интервал в промежутке между двумя кодовыми комбинациями, соответствующими первому каналу.

6.3.4. Повторите две предыдущие операции для третьего канала, использовав контрольный сигнал F3.

6.3.5. Соедините выход четвертого кодера со входом 3 мультиплексора. Вход электронного ключа четвертого канала при этом остается свободным.

6.3.6. Зарисуйте осциллограмму группового сигнала, наблюдаемую на выходе мультиплексора. Ее следует разместить под предыдущими, сохранив выбранный временной масштаб и метки.

6.4. Анализ процесса разделения сигналов с ИКМ. Для этого подключите первый вход осциллографа к клемме КТ3 (ко входу демультиплексора), а второй - последовательно к его выходам 0, 1, 2, 3. При этом осциллограмма, наблюдаемая по первому каналу осциллографа, соответствует групповому сигналу, а по второму - ИКМ сигналу соответствующего канала.

6.5. Анализ процесса восстановления аналогового сигнала. Для этого выполните следующие операции.

6.5.1. Подключите выходы 0, 1, 2, 3 демультиплексора к соответствующим входам декодеров, а выходы декодеров - ко входам фильтров нижних частот.

6.5.2. Для контроля временных соотношений подключите вход I осциллографа ко входу электронного ключа первого канала. При этом на экране наблюдается исходный аналоговый сигнал.

6.5.3. Последовательно подключая вход II осциллографа ко входу декодера 1, входу ФНЧ1 и его выходу зарисуйте соответствующие осциллограммы, сохранив временные соотношения с предыдущими и временные метки. Подключите вход II осциллографа к выходу ФНЧ1. При этом соответственно, наблюдаются исходный и восстановленный аналоговые сигналы.

6.5.4. Зарисуйте осциллограмму восстановленного сигнала, сохранив все временные соотношения, масштаб и временные метки. Отметьте на ней временную задержку восстановленного сигнала относительно исходного.

6.5.5. Аналогичным образом, подключая для контроля временных соотношений вход I осциллографа ко входу второго и третьего каналов, проконтролируйте наличие соответствующих сигналов на входе и выходе декодеров, на входе и выходе ФНЧ, подключая в соответствующие контрольные точки вход II осциллографа. Зарисуйте осциллограммы только восстановленных сигналов. Отметьте на них временную задержку восстановленных сигналов относительно исходных.

1. Содержание отчета:

В отчете необходимо привести:

- цели работы

- структурную схему той части установки, которая применялась в работе, 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.