Лабораторная работа №1

**"Цифровая система связи"**

Цель работы

Знакомство с основными функциональными узлами цифровой системы связи для передачи как дискретных, так и аналоговых сигналов. Преобразование сигналов в отдельных блоках системы связи с разными видами модуляции и кодирования. Демонстрация помехоустойчивости системы связи.

Краткая характеристика исследуемых цепей и сигналов

В работе используется универсальный стенд со сменным блоком "МОДУЛЯТОР - ДЕМОДУЛЯТОР". Модель системы связи представляет собой набор функциональных узлов стенда и сменного блока, соединённых внешними перемычками: КОДЕР-1, МОДУЛЯТОР, КАНАЛ СВЯЗИ, ДЕМОДУЛЯТОР, ДЕКОДЕР-1.

В КОДЕРЕ-1 осуществляется ручной набор любой пятисимвольной комбинации, которая появляется на светодиодном индикаторе под надписью ПЕРЕДАНО.

МОДУЛЯТОР осуществляет один из основных видов манипуляции (АМ, ЧМ, ФМ и ОФМ). При установке вида модуляции «0» выход модулятора соединён с его входом.

КАНАЛ СВЯЗИ представляет собой сумматор сигнала с выхода модулятора и шума, поступающего от гнезда ГШ в блоке ИСТОЧНИКИ СИГНАЛОВ.

ДЕМОДУЛЯТОР преобразует манипулированный сигнал в низкочастотный цифровой сигнал; решение о том, какой символ передавался в данном тактовом интервале, принимается в компараторе решающего устройства (РУ) и запоминается в ячейке памяти до следующего решения.

Тумблер ϕ в сменном блоке позволяет устанавливать фазы опорных колебаний или на «0» (относительно фазы принимаемого сигнала), или на π. Для нормальной работы демодулятора ϕ=0.

Потенциометр ручной установки порога (только для АМ) во всех случаях, кроме оговоренных особо, должен быть в крайнем левом положении. При этом светодиод не горит и пороги устанавливаются автоматически.

После ДЕМОДУЛЯТОРА принятая двоичная последовательность поступает на вход ДЕКОДЕРА-1 и индицируется на табло с надписью ПРИНЯТО. При приёме цифровых сигналов, набранных в КОДЕРЕ-1, ДЕКОДЕР-1 не требуется.

Для передачи аналоговых сигналов через цифровую систему связи, КОДЕР-1 заменяется блоком АЦП, расположенным ниже, а блок ДЕКОДЕР-1 заменяется цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП). Блоки АЦП и ЦАП стенда могут работать с различной разрядностью (3, 4, 5 и 8 разрядов). Восьмиразрядное преобразование происходит при отжатых кнопках переключателя разрядности. Блок АЦП имеет 2 входа – «открытый» (~) и «закрытый» (~) и два выхода – основной (правые гнёзда) и выход дискретизированного по времени входного сигнала (нижнее гнездо). Ниже блока АЦП расположен тумблер, позволяющий изменять частоту дискретизации fД1 ≅ 125Гц и fД2 ≅ 2000Гц.

Блок ЦАП расположен в правой части стенда. При непосредственном соединении АЦП и ЦАП тумблер τ должен быть установлен в положение «0», а при использовании модулятора и демодулятора – в положение «τ», так как демодулятор создаёт задержку на один тактовый интервал (Т). Блок ЦАП имеет 2 выхода: на выходе 1 формируется ступенчатый сигнал, на выходе 2 – сигнал после ФНЧ.

Домашнее задание

1.Изучите соответствующий раздел курса и литературу:

[3] с. 7÷23; [4] с.10÷27.

Лабораторное задание

1.Наблюдайте сигналы в разных точках системы связи при фиксированных видах модуляции.

2.Познакомьтесь с различными видами модуляции.

3.Наблюдайте прохождение сигналов через систему связи при действии помех в канале.

Методические указания

1. Передача дискретных сигналов через канал без помех.

1.1.Соединить блоки: КОДЕР-1, МОДУЛЯТОР, КАНАЛ СВЯЗИ, ДЕМОДУЛЯТОР.

1.2.Установить вид модуляции АМ.

1.3.Набрать тумблерами КОДЕРА-1 произвольную кодовую комбинацию. Зарисовать осциллограммы сигналов:

1. на выходе КОДЕРА -1;
2. на выходе МОДУЛЯТОРА;
3. на выходе ДЕМОДУЛЯТОРА;

1.4. Переключая ВИД МОДУЛЯЦИИ, зарисовать сигналы на выходе модулятора. Обратить внимание на то, как преобразуется "0" и "1" при разных видах модуляции.

1. Передача дискретных сигналов по каналу с помехами.

2.1. Подать на нижний вход КАНАЛА n(t) сигнал с выхода генератора шума ГШ (в блоке ИСТОЧНИКИ СИГНАЛОВ).

2.2. Установить вид модуляции – ФМ.

2.3. Плавно увеличивая шумовой сигнал, добиться появления редких "сбоев" на осциллограмме выходного сигнала (на выходе ДЕМОДУЛЯТОРА). Это же явление можно наблюдать на индикаторе ошибок в сменном блоке или на табло ПРИНЯТО.

2.4. Переключив вид модуляции на АМ, наблюдать увеличение частоты "сбоев". Не меняя напряжение шума, провести это же наблюдение на других видах модуляции. В отчёте отметить самый лучший и самый худший вид модуляции с точки зрения помехоустойчивости.

2.5. Не меняя уровень шума, зафиксируйте осциллограммы на выходе МОДУЛЯТОРА и входе ДЕМОДУЛЯТОРА при АМ.

3. Передача аналоговых сигналов через канал без помех.

3.1. Заменить КОДЕР-1 блоком АЦП, на вход которого подать сигнал s4 из блока ИСТОЧНИКИ. Выход ДЕМОДУЛЯТОРА соединить с блоком ЦАП, переключатель разрядности - в положение 3. Вид модуляции – ФМ. Регулятор шума ГШ – в крайнем левом положении (шум в канале отсутствует). Тумблер частоты дискретизации – в положение fД1, а тумблер «0vτ» (около блока ЦАП) – в положение «τ».

3.2. Зарисовать осциллограммы сигналов в различных точках системы связи: вход АЦП, его выход , затем выходы 1 и 2 блока ЦАП.

3.3. Переключая разрядность, наблюдать изменение точности передачи сигнала при частоте дискретизации АЦП fД1.

1. Передача аналоговых сигналов через канал с помехами.

4.1. Подключить входы осциллографа ко входу АЦП и второму выходу ЦАП. Вид модуляции – ФМ.

4.2. Плавно увеличивая уровень шума, добиться появления редких "сбоев" в выходной осциллограмме.

4.3. Не меняя уровень шума, по минимуму ошибок в выходной осциллограмме определите вид модуляции, обеспечивающий наилучшую и наихудшую помехоустойчивость системы связи. Свои наблюдения отразите в отчёте.

Отчет

Отчет должен содержать:

1. Функциональные схемы систем связи.

2. Осциллограммы по п.1.3, 1.4, 1.5, 3.3.

3. Выводы по пунктам 2.4, 2.5, 3.3, 4.3.

Контрольные вопросы

1. Перечислите блоки цифровой системы связи для передачи

* дискретных сигналов;
* аналоговых сигналов.

1. Каково назначение модулятора и демодулятора в цифровой системе связи?
2. Какова причина ошибок в работе системы связи?
3. Какие блоки "ответственны" за возникновение ошибок в системе связи?
4. Какие возможности борьбы с помехами Вам известны?
5. В чем состоит идея преобразования аналогового сигнала в цифровой и наоборот?