

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Кафедра «Автоматизация, телекоммуникация и метрология»

КОДИРОВАНИЕ И МОДУЛЯЦИЯ ИНФОРМАЦИИ

Учебно-методическое пособие
для выполнения лабораторной работы
по дисциплине «Телеуправление и связь»

Уфа 2022

Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторной работы для обучающихся по направлению подготовки

Составители: Емец С.В., канд. техн. наук, доцент каф. АТМ
Худайбирдин И.М., ст. гр. МАГ01-22-01 каф АТМ

Рецензент: Прахова М.Ю., доц. каф АТМ

СОДЕРЖАНИЕ

1 Цель работы	4
2 Описание лабораторного макета	4
3 Методические указания по выполнению лабораторной работы.....	6
4 Варианты заданий.....	7
5 Требования к содержанию отчета	8
6 Теоретические сведения	8
6.1 Бинарное кодирование.....	8
6.2 Тринарное кодирование.....	10
6.3 Цифровая модуляция	12
7 Контрольные вопросы.....	14

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- ознакомление с видами бинарного кодирования/декодирования, определение основных частот и помехоустойчивости бинарных способов кодирования;
- ознакомление с видами тринарного кодирования/декодирования, определение основных частот и помехоустойчивости тринарных способов кодирования;
- ознакомление с видами модуляции.

2 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА

Общий вид лабораторного стенда представлен на рисунке 1. На лицевой панели расположены органы управления передающим блоком, приемным блоком и блоком источника помех, клавиатура, блок индикации и разъемы для подключения осциллографа.

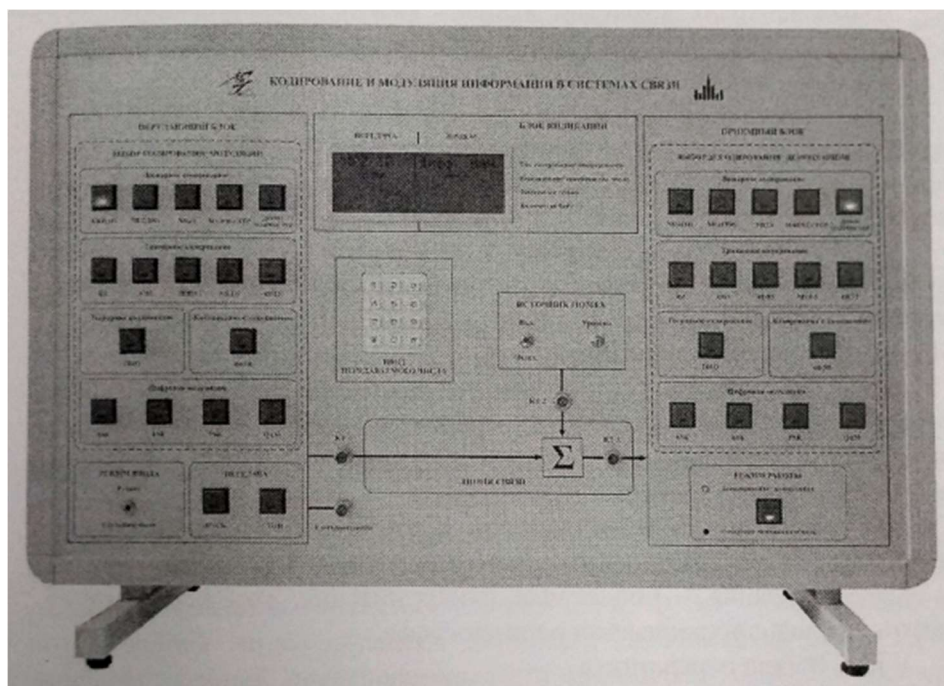


Рисунок 1 – Общий вид лабораторного стенда

Передающий блок позволяет задавать с помощью кнопок вид кодирования

или цифровой модуляции, а также режим ввода передаваемого числа. При выборе ручного ввода передаваемое число может быть задано с помощью клавиатуры в диапазоне от 0 до 255 (один байт). Заданное число отображается в соответствующей строке блока индикации. Для ручного ввода необходимо нажать «*», ввести десятичное число и закончить ввод нажатием кнопки «#». При выборе случайного числа передаваемый байт генерируется автоматически и в блоке индикации не отображается.

Для запуска/остановки передачи на передней панели присутствуют кнопки «Пуск» и «Стоп». Выбор способа кодирования/декодирования и другие изменения режимов работы возможны только при остановленной передаче/приеме.

Приемный блок позволяет выбрать между декодированием или измерением мощности. Вид декодирования выбирается с помощью соответствующей кнопки в приемном блоке.

При измерении мощности мощность сигнала измеряется непрерывно независимо от наличия/отсутствия сигнала или помех в линии связи. Текущее значение мощности отображается на индикаторе.

Источник помех снабжен тумблером и регулятором чувствительности. Регулятор чувствительности позволяет плавно изменять уровень помех в линии, а тумблер предназначен для включения помех в линии связи.

Блок индикации отображает выбранные режимы для передающего и приемного блока, передаваемое, принимаемое число, количество переданных и принятых без ошибок байт (в случае введения помех показывает количество переданных и принятых с ошибками байт), а также текущее состояние (прием/передача).

Для подключения осциллографа к стенду на лицевой панели вынесены следующие разъемы:

- синхронизация (побайтовая синхронизация, которую следует подать на вход синхронизации осциллографа);
- КТ1 (выход передатчика);
- КТ2 (выход источника помех);

– КТЗ (вход приемника).

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Подготовка лабораторного макета для выполнения лабораторной работы:

1) Проверить целостность стенда, подключить макет к сети.

2) Подключить осциллограф к сети, подключить синхронизацию осциллографа и вход осциллографа на вход приемного блока.

3) Включить макет и осциллограф.

Выполнение лабораторной работы:

1) Выбрать на передающем и приемном блоках лабораторной установки коды по варианту.

2) Установить ручной режим ввода числа переводом тумблера в соответствующее положение.

3) Ввести число от 0 до 255 при помощи клавиатуры. Для ввода необходимо ввести число и нажать клавишу «#». Для изменения числа нажать клавишу «*» и ввести число заново.

4) Запустить передачу на передающем блоке нажатием кнопки «Пуск».

5) Зарисовать осциллограмму, соответствующую коду.

6) Остановить передачу нажатием кнопки «Стоп».

7) Перевести режим ввода числа на «Случайное число» переводом тумблера в соответствующее положение.

8) Запустить передачу на передающем блоке нажатием кнопки «Пуск».

9) Зарисовать осциллограмму, соответствующую коду.

10) Декодировать передаваемое число по осциллограмме, зная способ кодирования;

11) Определить основные частоты для выбранного способа кодирования.

12) Остановить передачу. Перевести приемник в режим вычисления мощности.

13) Включить тумблером источник помех. Регулятором уровня установить уровень помех равный 25000 на блоке индикации.

14) Запустить передачу, отключить помехи с помощью тумблера, снять показания мощности с блока индикации.

15) Остановить передачу. Перевести приемник в режим декодирования/демодуляции. Включить тумблером помехи. Запустить передачу.

16) По истечении 30 секунд остановить передачу, записать значения переданного количества байт и принятого количества байт с ошибкой.

17) Повторить пункты 12-16, для значения уровня помех 15000 и 5000.

18) Составить таблицу и график зависимости BER от значения уровня помех (пример представлен в таблице 1).

19) Повторить пункты 1-18 для всех типов кодирования по варианту.

20) Для цифровой модуляции проделать пункты 1-7.

Таблица 1 – Пример таблицы для построения графика

Тип кодирования	Мощность сигнала без помех	Уровень помех	Количество переданных чисел, байт	Количество принятых чисел с ошибкой, байт	BER
*	*	25000	*	*	*
	*	15000	*	*	*
	*	5000	*	*	*

4 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Варианты заданий для лабораторной работы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Варианты заданий

Вариант	Метод бинарного кодирования	Метод тринарного кодирования	Метод модуляции
1	NRZ (10), Дифф. Манчестер	RZ	ASK (amplitude-shift keying)
2	NRZI Манчестер	MLT-3	PSK (phase-shift keying)

5 ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ОТЧЕТА

- цель работы;
- краткие теоретические сведения о методах кодирования по варианту (в том числе графики);
- зарисованные осциллограммы для числа, переданного ручным вводом;
- зарисованные осциллограммы для случайного числа с декодированием;
- таблицы и график зависимости BER от значения уровня помех;
- выводы.

6 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

6.1 Бинарное кодирование

NRZ (Non-return-to-zero)

Кодирование без возвращения к нулю. Биты 0 представляются нулевым напряжением 0 В, биты 1 представляются значением 5 В. Метод NRZ прост в реализации, обладает хорошей распознаваемостью ошибок (из-за двух резко отличающихся потенциалов), но не обладает свойством самосинхронизации.

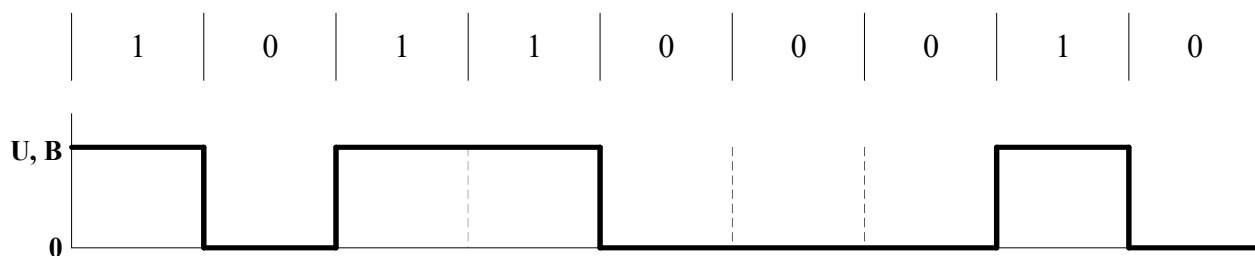


Рисунок 2 – Кодирование NRZ

При передачи длинной последовательности единиц или нулей сигнал на линии не изменяется, поэтому приемник лишен возможности определять по входному сигналу моменты времени, когда нужно в очередной раз считывать данные. Даже при наличии высокоточного тактового генератора приемник может ошибиться с моментом съема данных, так как частоты двух генераторов ни-

когда не бывают полностью идентичными. Поэтому при высоких скоростях обмена данными и длинных последовательностях единиц или нулей небольшое рассогласование тактовых частот может привести к ошибке в целый такт и, соответственно, считыванию некорректного значения бита.

Другим серьезным недостатком метода NRZ является наличие низкочастотной составляющей, которая приближается к нулю при длинных последовательностях единиц или нулей. Из-за многих каналов связи, не обеспечивающие прямого когнитивного соединения между приемником и источником. Этот вид кодирования не поддерживают. В результате в чистом виде код NRZ в сетях не используется. Тем не менее используются его различные модификации, в которых устраняют как плохую синхронизацию кода NRZ, так и наличие постоянной составляющей.

NRZI (Non-Return to Zero with ones Inverted)

При передаче последовательности единиц сигнал не возвращается к нулю в течение такта, смена сигнала происходит при передаче единицы, а передача нуля не приводит к изменению напряжения.

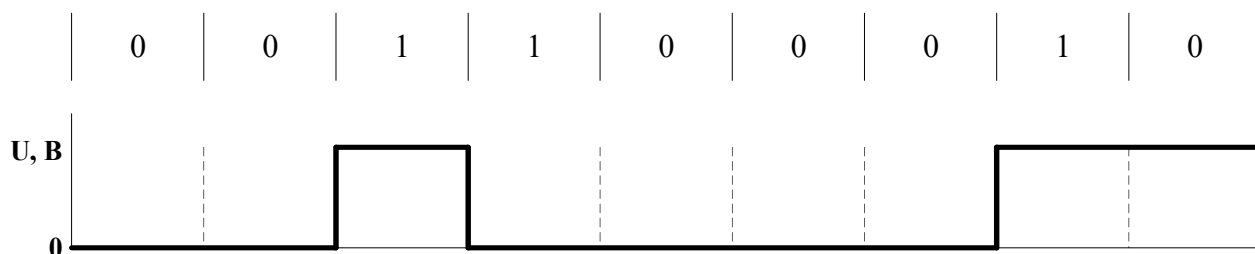


Рисунок 3 – Кодирование NRZI

Манчестер

При манчестерском кодировании каждый такт делится на две части. Информация кодируется перепадами потенциала в середине каждого такта. Единица кодируется перепадом от низкого уровня сигнала к высокому, а ноль – обратным перепадом. В начале каждого такта может происходить служебный перепад сигнала, если нужно представить несколько единиц или нулей подряд. Так

как сигнал меняется по крайней мере один раз за такт передачи одного бита данных, то манчестерский код обладает хорошими самосинхронизирующимися свойствами.

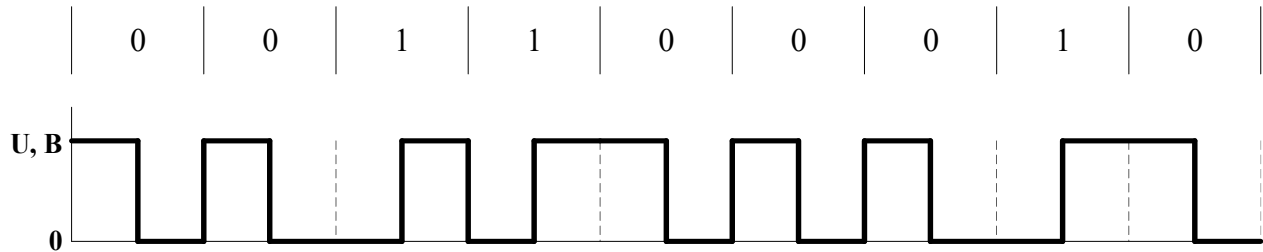


Рисунок 4 – Манчестерское кодирование

Дифференциальный Манчестер

Дифференциальный Манчестер. При дифференциальном манчестерском кодировании в течение битового интервала (времени передачи одного бита) уровень сигнала может меняться дважды. Обязательно происходит изменение уровня в середине интервала, этот перепад используется для синхронизации. Получается, что при передаче нуля в начале битового интервала происходит перепад уровней, а при передаче единицы такой перепад отсутствует.

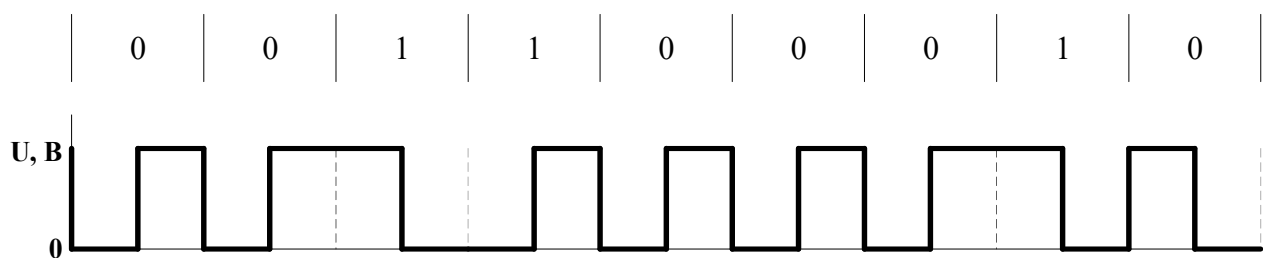


Рисунок 5 – Дифференциальное Манчестерское кодирование

6.2 Тринарное кодирование

RZ кодирование

Каждый бит передается 3-мя уровнями напряжения, поэтому требует в 2

раза больше скорости по сравнению с обычной скоростью. Это квазитроичный код, то есть изменение сигнала происходит между 3-мя уровнями.

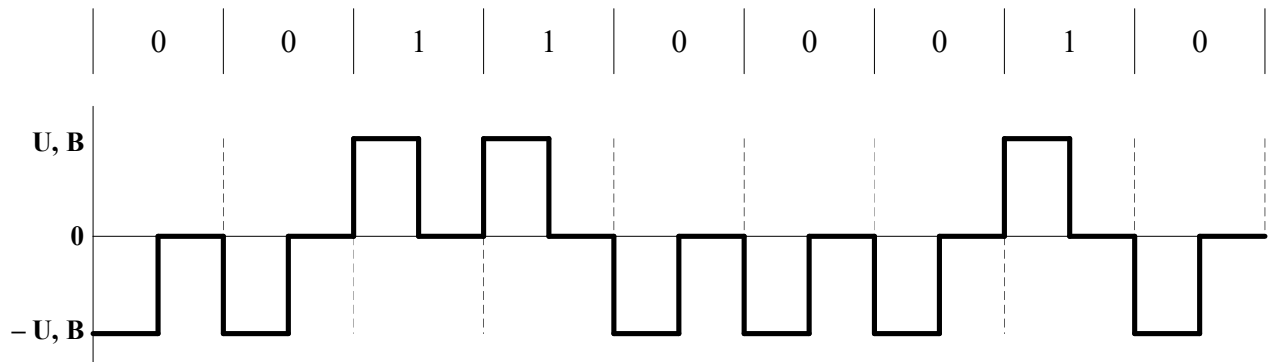


Рисунок 6 – RZ кодирование

АМІ кодирование

Использует следующие представления битов:

- биты 0 представляются нулевым напряжением 0 В;
- биты 1 представляются поочередно значениями $-U$ и U В.

АМІ-код обладает хорошими синхронизирующими свойствами при передаче серий единиц и сравнительно прост в реализации. Недостатком кода является ограничение на плотность нулей в потоке данных, поскольку длинные последовательности нулей ведут к потере синхронизации. Используются в телефонии для передачи данных, когда используются потоки мультиплексирования.

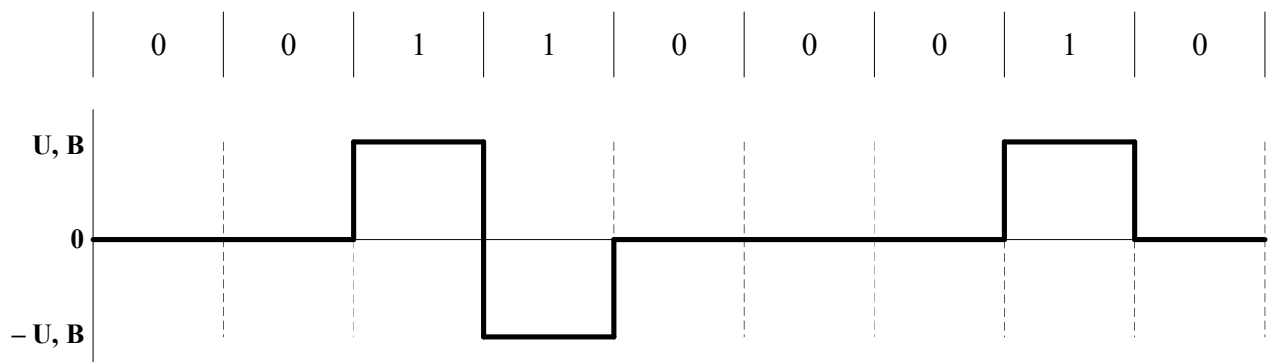


Рисунок 7 – АМІ-кодирование

MLT-3 кодирование

Метод основывается на циклическом переключении уровней – U , 0 , U . Единице соответствует переход с одного уровня сигнала на следующий. Так же, как и в методе NRZI при передаче «нуля» сигнал не меняется. В случае наиболее частого переключения уровней (длинная последовательность единиц) для завершения цикла необходимо четыре перехода. Это позволяет вчетверо снизить частоту несущей относительно тактовой частоты, что делает MLT-3 удобным методом при использовании медных проводов в качестве среды передачи. Метод разработан Cisco Systems для использования в сетях FDDI на основе медных проводов, известных как CDDI. Также используется в Fast Ethernet 100BASE-TX.

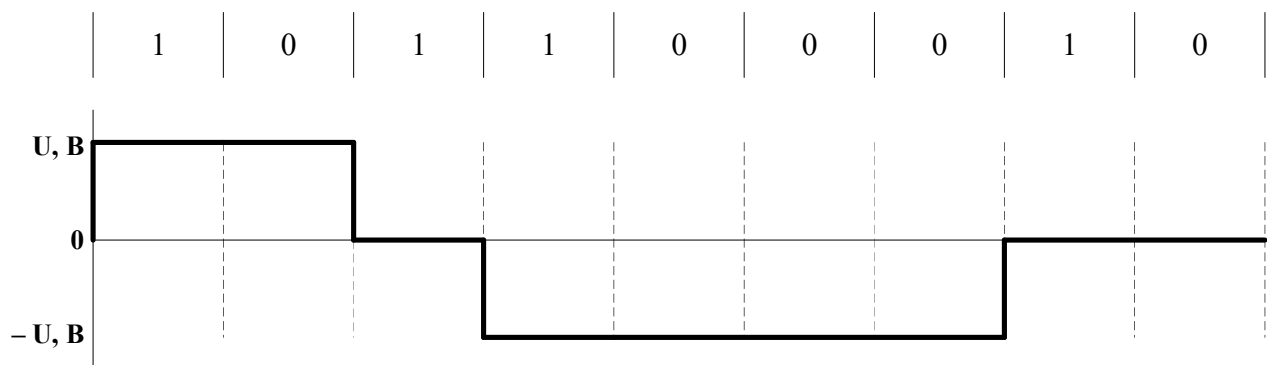


Рисунок 8 – MLT-3 кодирование

6.3 Цифровая модуляция

Амплитудная манипуляция (amplitude shift keying) – изменение сигнала, при котором скачкообразно меняется амплитуда несущего колебания.

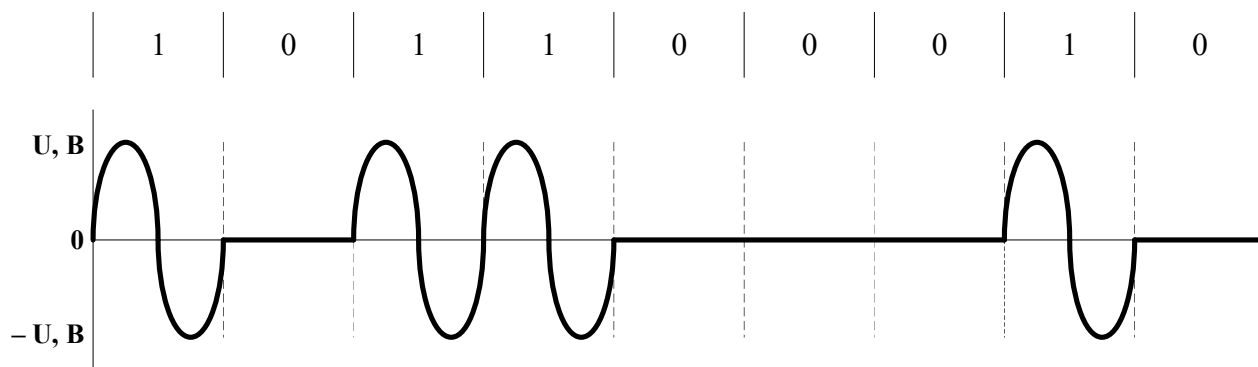


Рисунок 9 – Амплитудная манипуляция

При **частотной манипуляции** (frequency shift keying) значениями 0 и 1 информационной последовательности соответствуют определенные частоты синусоидального сигнала при неизменной амплитуде.

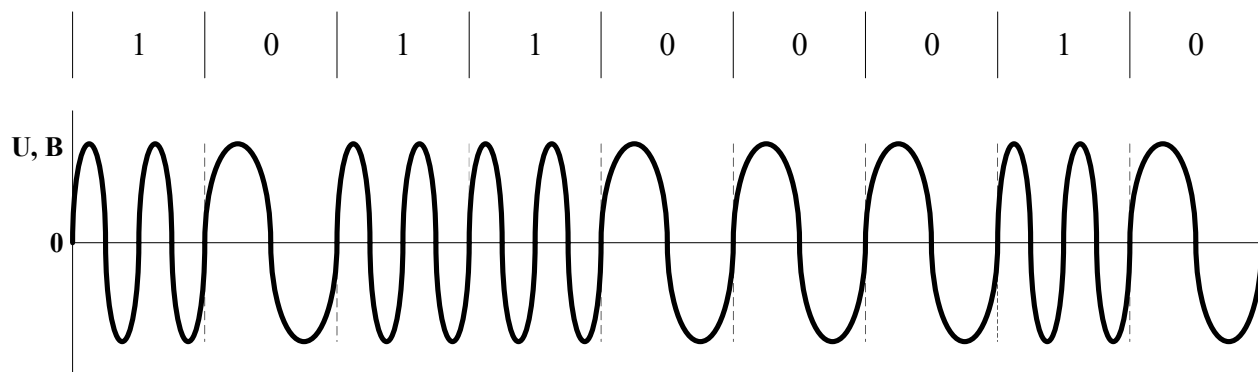


Рисунок 10 – Частотная манипуляция

Частотная манипуляция весьма помехоустойчива, поскольку помехи телефонного канала искажают в основном амплитуду, а не частоту сигнала. Однако при частотной манипуляции неэкономно расходуется ресурс полосы частот канала. Поэтому этот вид модуляции применяется в низкоскоростных протоколах, позволяющих осуществлять связь по каналам с низким отношением сигнал/шум.

Фазовая манипуляция (phase shift keying) – один из видов фазовой модуляции, при которой фаза несущего колебания меняется скачкообразно в зависимости от информационного сообщения.

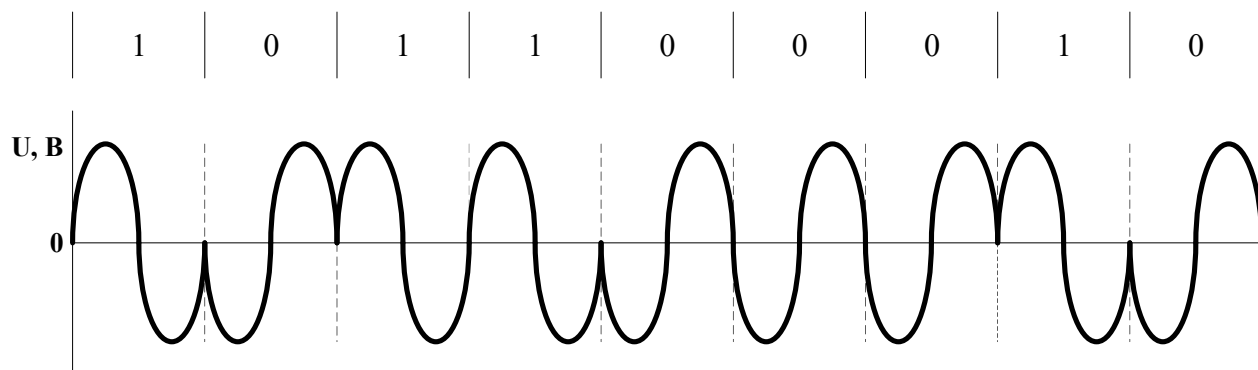


Рисунок 11 – Фазовая манипуляция

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Для чего нужна синхронизация.

2 Что такое избыточность.

3