

<b>МЭИ</b>	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10</b>	<i>Утверждаю:</i> <i>Зав. кафедрой</i>  09.01.22 г.
	Кафедра ВМСС	
	<u>Дисциплина МСПИ</u> II часть	
	Институт ИВТ	

1. Основные виды информационных сигналов в системах цифровой обработки и передачи данных. Временные и частотные характеристики информационных сигналов.

2. Распространение электромагнитных волн в свободном пространстве.

### 1. Основные виды информационных сигналов в системах цифровой обработки и передачи данных. Временные и частотные характеристики информационных сигналов

**Бинарный код** – сигналы, которые передаются по линии передач.

Импульсы могут формироваться по амплитуде или по фазе.

**Видеоимпульс** – сигнал, представляющий собой череду прямоугольных (в идеальном случае) импульсов с одинаковой амплитудой и длительностью.

**Бит** – один двоичный разряд в двоичной системе счисления.

Возможны две физические реализации бита:

1. Однофазный («однопроводный») бит, используется один выход двоичного триггера.

2. Двухфазный (парафазный, «двухпроводный») бит, используются оба выхода двоичного триггера.

### Форматы кодов

**Спектр информационных сигналов имеет частоту не ниже тактовой.**

**Бинарное кодирование** – алгоритм, при котором бит информации образуется в результате применения сигналов двух уровней (1 и 0). Для передачи единиц и нулей используются два устойчиво различаемых потенциала (потенциалы низкого и высокого уровня).

#### Виды бинарного кодирования:

**Бинарное кодирование с возвратом к нулю (ВН) или return-to-zero (RZ)** - передача импульса занимает часть тактового интервала, при одиночном бите. При нулевом - импульс не формируется. Недостаток - необходимость передачи сведений о тактовой частоте;

**Бинарное кодирование без возврата к нулю (БВН) или NRZ (non-return-to-zero)** - единичный бит передается, если в пределах такта уровень не меняется. Отсутствие перепадов - значения предыдущего и последующего битов равны.

Достоинства: простота реализации, хорошая распознаваемость ошибок, основная гармоника имеет низкую частоту.

Недостатки: не обладает свойством самосинхронизации, наличие низкочастотной составляющей, которая приближается к постоянному сигналу при передаче длинных последовательностей;

**Манчестерское кодирование** - 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 среднем ширина спектра в два раза шире чем при NRZ кодировании.

Также существуют другие виды кодирования, например, ДФ-0, разновидности БВН такие как БВН-1, БВН-0 и более сложные тринарное и тетрарное кодирования.

Во временной области наш информационный сигнал представляет собой группу бинарных сигналов, то есть импульсов идеально прямоугольной формы. Импульсы квазиодиночны, так как по времени возникновения, момент возникновения каждого импульса в каждом конкретном случае представляет из себя случайный процесс. Множество этих случайных процессов, то есть множество случайных импульсов, это наложение спектральных характеристик, которые соответствуют каждому импульсу.

Временные и частотные характеристики информационных сигналов представляют из себя множество импульсов, сложной формы, а не прямоугольные.

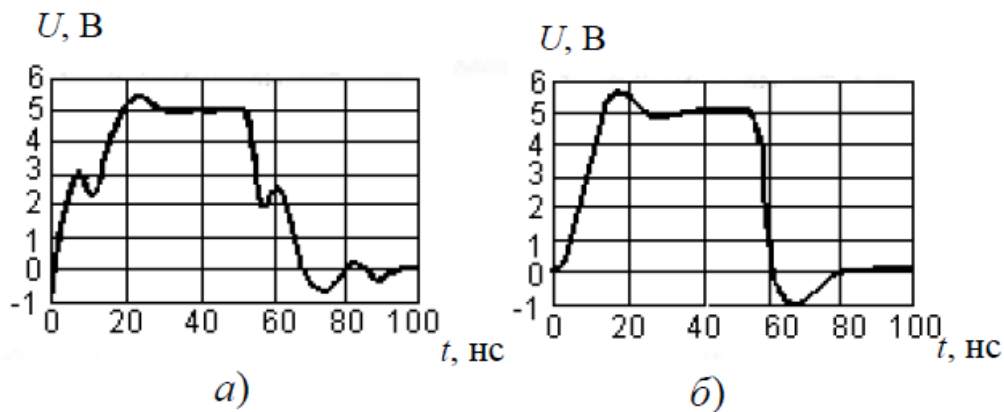


Рисунок 5.5 - Примеры искажения формы полезного сигнала из-за отражений в электрически длинной линии: а - напряжение в начале линии; б - напряжение в конце линии.

Электрически длинная линия – это та линия, у которой физическая длина соизмерима или больше длины волны в данном канале. В любой нормальной длинной линии, которая обладает потерями (обладающих  $r_0 \neq 0$ ,  $g_0 \neq 0$ ,  $L_0$ ,  $C_0$ ), при таком сочетании первичных параметров линии у линии возникает зависимость фазовой скорости от частоты, и соответственно все, что мы с вами передаем по линии, она искажает. Каждый частотный участок спектра приобретает фазовое запаздывание и наложение этих фазовых запаздываний приводит к искажению формы временного сигнала. Если же в линии есть еще какие-то дополнительные свойства, искажающие сигнал, то есть идет наложение сигналов прямой и обратной волны, то возникают некоторые комбинации, которые тоже портят временную характеристику (рис. 5.5).

Итак, искажения, возникающие при распространении информационных сигналов по линиям связи, связаны: 1) с рассогласованиями линии связи и нагрузок на концах линий; 2) с искажениями формы импульсов, связанными различиями в скоростях распространения сигналов на различных частотах, составляющих спектра, формирующих импульс.

Вернемся к анализу прямоугольного одиночного импульса спектральная характеристика которого имеет следующий вид:

$$U(f) = 2U_m\tau \frac{\sin \pi f\tau}{\pi f\tau}, \quad (5.1)$$

то есть представляется функцией интегрального косинуса  $\text{ci}(x)$ . При низких частотах, когда  $x = \pi f\tau \rightarrow 0$ ,  $\text{ci}(x) \rightarrow 1$ , плотность спектра стремится к  $2U_m\tau$  (к двойной площади импульса).

Все частотные свойства принято характеризовать в логарифмическом масштабе в виде зависимости, представленной ниже (рис.5.6). С точки зрения изображения сигнала нас мало волнуют амплитудные характеристики и более того мало волнует фазовая, нас интересует распределение амплитуд по частотному диапазону. Распределение максимумов синусоидальной функции (5.1) представляет собой зависимость  $\lg 1/f = -\lg f$ .

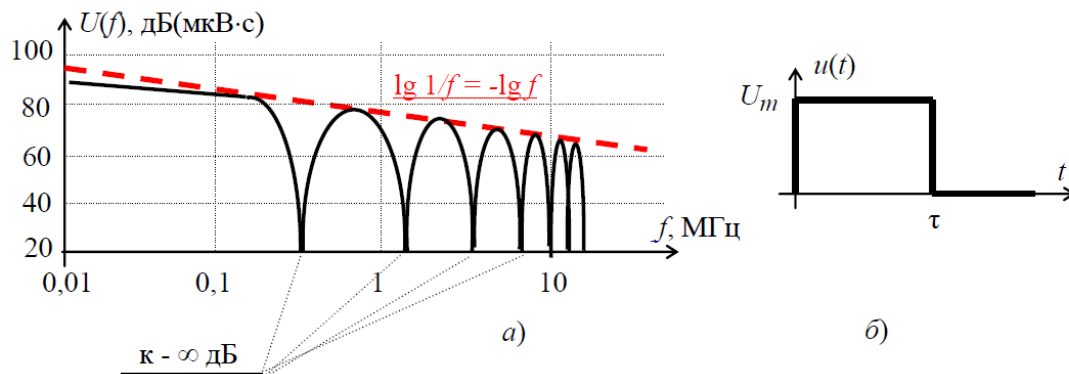


Рисунок 5.6 – Спектральная плотность распределения напряжения одиночного прямоугольного импульса: а – спектр импульса, б – вид импульса.

Сама логарифмическая зависимость представляет из себя следующее: по оси ординат (например, для напряжения) – в виде относительной (обычно относительно 1 мВ) величины, откладываемой в дБ в соответствии с выражением:

$$U(\omega)_{\text{дБ мВ}\cdot\text{с}} = 20 \lg 10^6 U''(\omega), \quad (5.2)$$

Также следует отметить, что:

- 1) при логарифмическом масштабе по оси абсцисс функция  $\lg(1/f)$  представляет прямую линию (это показано на рис 5.6);
- 2) сближение частот  $n f_{ci}$  (нулей функции  $\text{ci}(x)$ ) – результат логарифмического масштаба по частотной оси;
- 3) в точках нулей функции  $\text{ci}(x)$  представление логарифма  $U(f)$ , дБ(мВ·с) стремится к минус бесконечности, однако необходимо понимать, что реально спектральная плотность  $U(f)$  не имеет резких нулей ввиду не идеальности (не прямоугольности) фронтов импульсов.

В допущении пренебрежения различиями фазовых спектров множества одиночных независимых импульсов, спектр информационного сигнала также описывается зависимостью  $\lg f$ . Отсюда следует вывод относительно допустимых пределов отличий в фазовых скоростях распространения сигналов на частотах спектра, который зависит и от свойств линий связи (их допустимых длин, связанных с особенностями дисперсионных свойств) и от возможностей устройств приема и обработки информационных сигналов, которые определяют допустимые пределы искажения импульсов информационных сигналов, которые позволяют выделить достоверный сигнал из искаженных временных зависимостей.

## 2. Распространение электромагнитных волн в свободном пространстве.

Современные каналы передачи данных – это каналы передачи данных на основе беспроводных сетей, т.е радиоканальные. Их названия хорошо известны на слуху, например, BlueTooths и Wi-Fi. Все это беспроводная радиоканальная передача. Канал формируется излучением электромагнитных волн в свободное пространство и приемом электромагнитных волн из свободного пространства в приемники, в рецептор, в индикаторы информационных сообщений.

Эти беспроводные линии формируются как передача данных в виде модулированных сигналов импульсным образом. Импульс может быть сформирован как за счёт изменения амплитуды, так и за счёт изменения любого другого параметра.

Основное преимущество радио каналов отсутствие конструктивных линий, а значит оперативность образования и меньшая стоимость.

Передача осуществляется с помощью электромагнитных волн, формируемых передатчиком, у которого на выходе стоит модулятор, а следом усилитель мощности, который усиливает сигнал и направляет его в элемент связи. Элементом связи является антенна, в нее сигнал попадает по фидеру, который соединяет его с выходом передатчика (выходом активного устройства).

Антенны – конструктивно достаточно простые устройства, однако простота конструкции скрывает очень сложные математические алгоритмы рационального проектирования геометрических размеров таких устройств, согласованных с окружающим пространством в различных частотных диапазонах и при особенностях требуемых радиотрасс. В последнее время проектировать антенны стало проще, однако все расчёты основаны на принципе синтеза антенны, а синтез - это к сожалению, регрессионный анализ, т.е метод проб и ошибок.