

Лабораторное занятие № 3 Компьютерное моделирование функций Уолша

Порядок выполнения работы

Формирование задания для упражнений.

Задайте информационную последовательность бит. Запишите последние 2 номера зачетной книжки в двоичном формате.

Например, пусть $N=8$, номер зачетной книжки (ЗК) = 07, номер ЗК в двоичном виде: 0 0 0 0 1 1 1. Перевести номер ЗК в биполярную последовательность: -1 -1 -1 -1 -1 +1 +1 +1.

Пусть $N=4$, номер ЗК = 07, номер ЗК в двоичном виде: 0 1 1 1.

Перевести номер ЗК в биполярную последовательность: -1 +1 +1 +1.

Выбрать 1 канальный переносчик из 8- мерного базиса Уолша и 1 переносчик из 16-канального базиса (по последнему номеру ЗК и по 2-м последним номерам ЗК соответственно).

Например: вариант номера ЗК 17, Переносчики $wal(7,t)$ и $wal(1,t)$

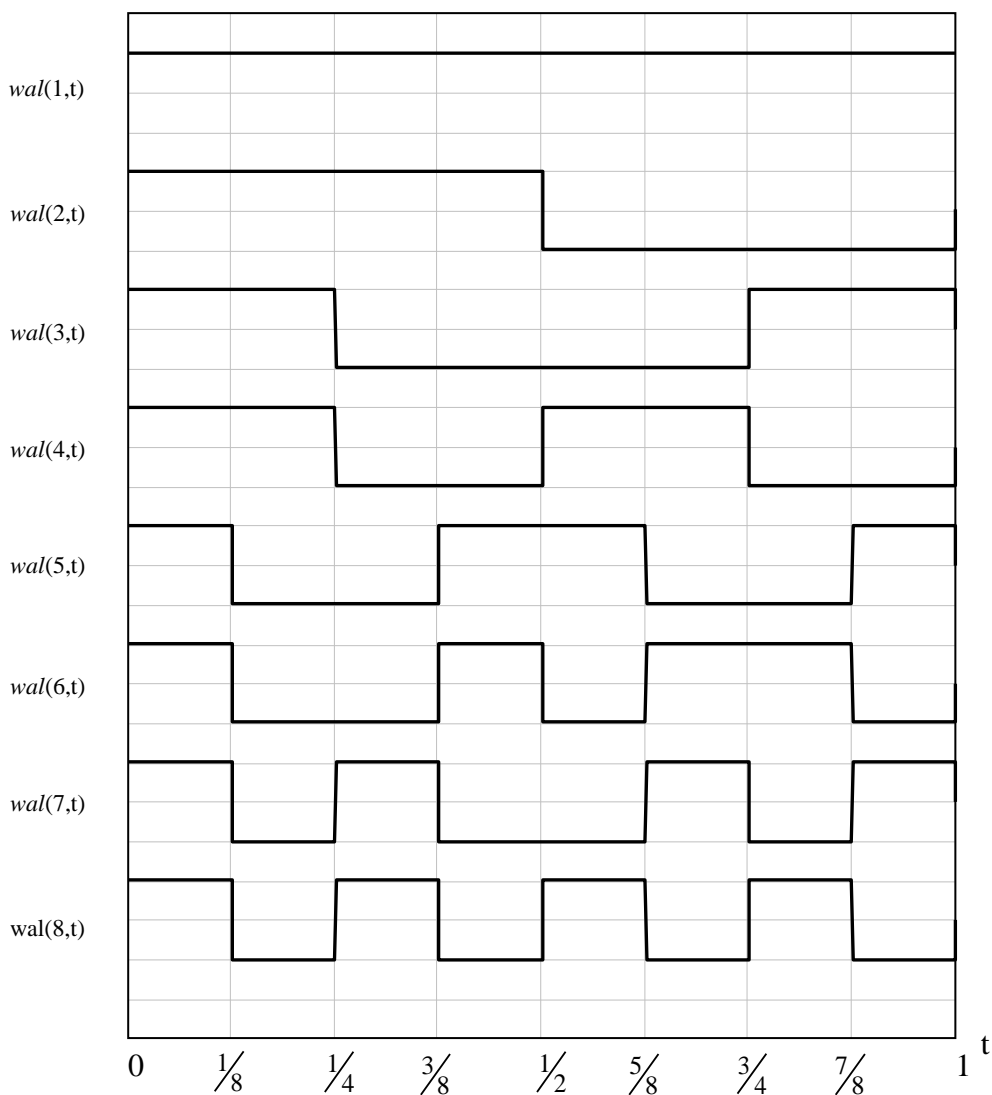


Рис. 1

Исходные данные

Запишите ваши исходные данные в табл.1

Таблица. 1 Индивидуальное задание

Параметр	Значение
Два последние номера ЗК	
Информационная последовательность	
Канальный переносчик №1	
Канальный переносчик №2	

Задача 1 – проверка условия ортогональности

Ортогональные коды. Скалярное произведение двух ортогональных векторов должно быть равно нулю. Рассмотрим два вектора (2,0,3) и (3,5, -2). Проверим, что их скалярное произведение равно $(2*3) + (0*5) + (3 * -2) = 6 + 0 + (-6) = 0$.

Например:

код 1 : 0 1 0 1

код 2: 0 1 1 0

биполярный код1 : -1 1 -1 1

биполярный код2 : -1 1 1 -1

код1 * код2 = 1 1 -1 -1

сумма_код = (1 + 1+ (-1) + (-1)) = 0

Алгоритм:

- 1) Задайте код длительности , n = 4, 8, 16. Задайте массивы код1и код2
- 2) переведите **код1[]** и **код2[]** в биполярную последовательность импульсов.
- 2) выполните умножение кодов. **C [] = код1[] * код2[]**
- 7) просуммируйте элементы вектора **C[]**. Если сумма равна 0, значит коды ортогональны

Задача 2 - формирование кодов Уолша

Коды (или функции) Уолша также известны как коды Уолша-Адамара. Коды Уолша применяются в системах связи CDMA.

Если первая функция Уолша **W1** определяется как

$$w_1 = [1], \text{ то } W_{2n} = \begin{bmatrix} W_n & W_n \\ W_n & -W_n \end{bmatrix}$$

По свойствам матрицы Уолша каждая строка матрицы ортогональна остальным строкам матрицы. Например, при n=1 получим матрицу **W2**

$$W_2 = \begin{bmatrix} W_1 & W_1 \\ W_1 & -W_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

При n=2 получим матрицу **W4**

$$W_4 = \begin{bmatrix} W_2 & W_2 \\ W_2 & -W_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

и.т.д для любого n.

Алгоритм:

- 1) Задайте матрицу размера 2x2: $W_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$ или $W_2 = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$

2) Получите набор функций Уолша для базисов N=4,8,16

Задача 3 – формирование группового сигнала

Функции Уолша в любой момент времени принимает значения +1 или -1. Частота изменения +1 на -1 выше чем частота сигнала, что приводит к расширению спектра.

Процедура приема сигнала с расширенным спектром на приемной стороне требует знания кодовой последовательности.

Пример:

1) Пользователь **A** передает бит **Ad** = 1 => в биполярной записи **Ad** = +1. Пользователь **B** передает бит **Bd** = 0 => в биполярной записи **Bd** = -1.

2) Пусть, каналный переносчик пользователя **A** – код

$$\text{codeA}[] := 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1.$$

биполярное представление: **codeB** = -1 -1 +1 +1 -1 -1 +1 +1

каналный переносчик пользователя **B** – код

$$\text{codeB}[]: 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0.$$

биполярное представление **codeB**: -1 +1 +1 -1 -1 +1 +1 -1.

3) Расширение спектра: пользователь **A**

$$\text{As} = 1 * (-1 -1 +1 +1 -1 -1 +1 +1) = (-1 -1 +1 +1 -1 -1 +1 +1)$$

расширение спектра: пользователь **B**

$$\text{Bs} = -1 * (-1 +1 +1 -1 -1 +1 +1 -1) = (+1 -1 -1 +1 +1 -1 -1 +1)$$

4) В радиотракте передается групповой сигнал сумма **As+Bs**

$$\text{Cs} = \text{As} + \text{Bs} = (0 \ -2 \ 0 \ 2 \ 0 \ -2 \ 0 \ 2) \text{ – групповой сигнал}$$

5) Восстановление сигнала пользователя **A** из группового сигнала **Cs**. Поэлементное перемножение

$$\begin{aligned} \text{Cs} * \text{codeA}[] &= (0 \ -2 \ 0 \ 2 \ 0 \ -2 \ 0 \ 2) * (-1 \ -1 \ +1 \ +1 \ -1 \ -1 \ +1 \ +1) \\ &= (0 \ 2 \ 0 \ 2 \ 0 \ 2 \ 0 \ 2) \end{aligned}$$

Sum = 8 > 0. (сумма элементов вектора **Cs*CodeA**), так как пользователь **A** передавал бит **Ad**=1.

6) Восстановление сигнала пользователя **B** из группового сигнала **Cs**. Поэлементное перемножение

$$\begin{aligned} \text{Cs} * \text{codeB}[] &= (0 \ -2 \ 0 \ 2 \ 0 \ -2 \ 0 \ 2) * (-1 \ +1 \ +1 \ -1 \ -1 \ +1 \ +1 \ -1) \\ &= (0 \ -2 \ 0 \ -2 \ 0 \ -2 \ 0 \ -2) \end{aligned}$$

Sum = -8 < 0 (сумма элементов вектора **Cs*CodeB**), так как пользователь **B** передавал бит **Bd** = 0.

Проверить условие ортогональности. Исследовать влияние рассинхронизации на взаимную ортогональность переносчиков.

Алгоритм:

1) введите массивы данных первого канала **A** и: **Ad**, преобразуйте в биполярные сигналы

2) введите массивы данных второго канала **B** и: **Bd**, преобразуйте в биполярные сигналы. Введите массивы данных для остальных N-2 каналов.

3) введите каналный переносчик **A** – кодовую последовательность (массив): **codeA** [] и преобразуйте ее к биполярную;

4) введите каналный переносчик **B** кодовая последовательность (массив): **codeB** [] и преобразуйте ее в биполярную;

5) расширение спектра **A** пользователь: **As** [] = **Ad** * **codeA** []

6) расширение спектра **B** пользователь: **Bs** [] = **Bd** * **codeB** []. Выполните расширение спектра для остальных N-1 каналов.

7) сформируйте групповой сигнал **As** [] и **B** [] : **c** [] = **As** [] + **Bs** [] + ...

8) прием сигнала. Выделение сигналов абонентов **A** из группового сигнала **c**

$$\text{ResultA} [] = \text{c} [] * \text{codeA} []$$

суммируем все элементы массива(матрицы) **ResultA** []

Если $\text{sum} > 0$, то от **A** передавался бит 1, если $\text{sum} < 0$, передавался бит 0..

10) Выделение сигналов абонентов **B** из группового сигнала **c**

ResultB [] = **c**[] * **codeB**[]

суммируем все элементы массива(матрицы) **ResultB**[]

Если $\text{sum} > 0$, то от **B** передавался бит 1, если $\text{sum} < 0$, то передавался бит 0.