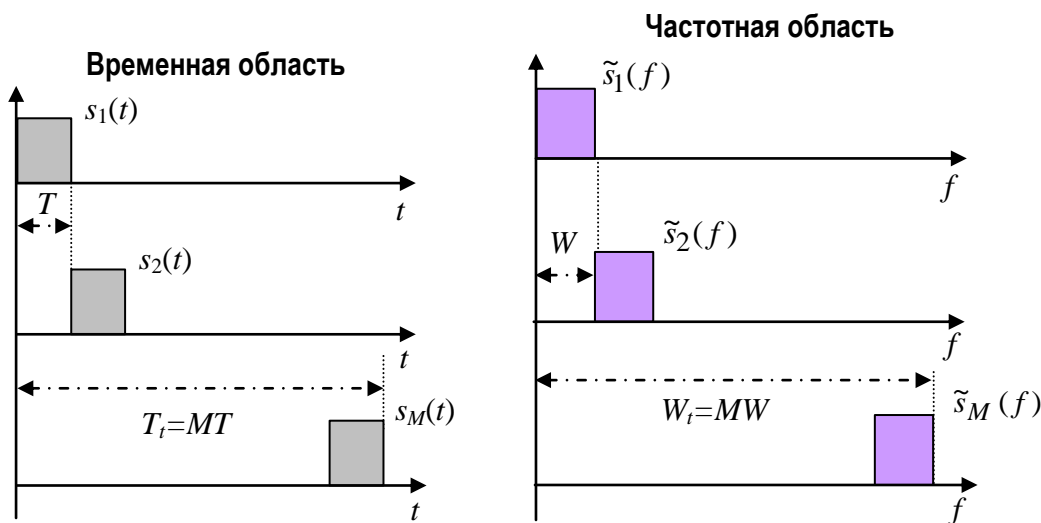
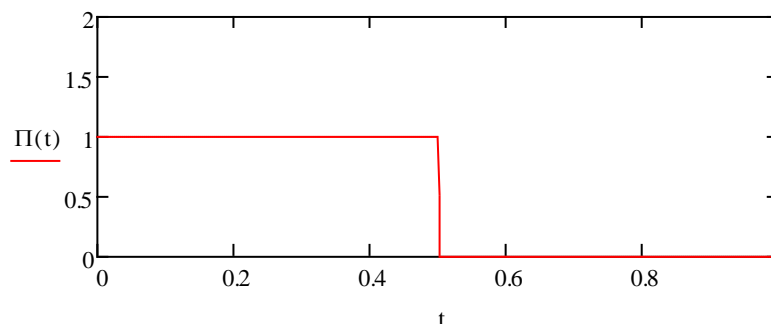


Лабораторное занятие № 2
Компьютерное моделирование ортогональных переносчиков информации

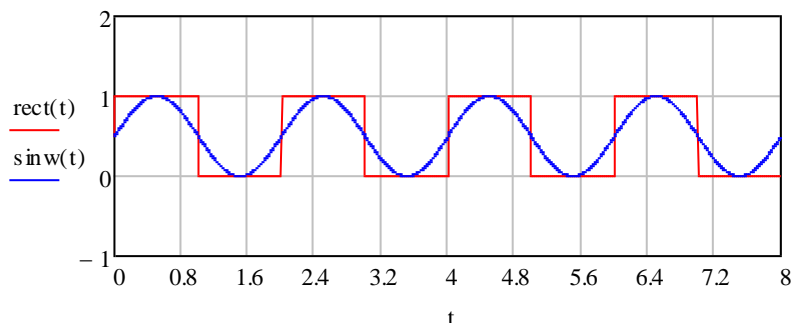


Порядок выполнения расчетной части работы

1. Создайте скрипт в MathCAD или matlab для исследования ортогональности двух последовательностей импульсов прямоугольной формы. Постройте одиночный прямоугольный импульс при помощи функции `rect()`. Вид импульса определяется, по последним номерам зачетной книжки (ЗК). 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 и построить соответствующий импульс на интервале от $[0; 1]$.



2. Постройте последовательность прямоугольных импульсов с единичной амплитудой на интервале $[0; 8]$ и гармонический сигнал, как показано на рисунке ниже.



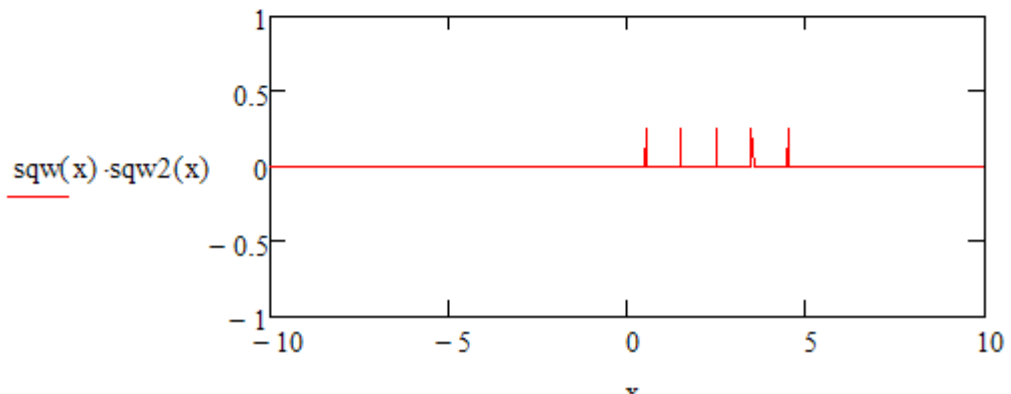
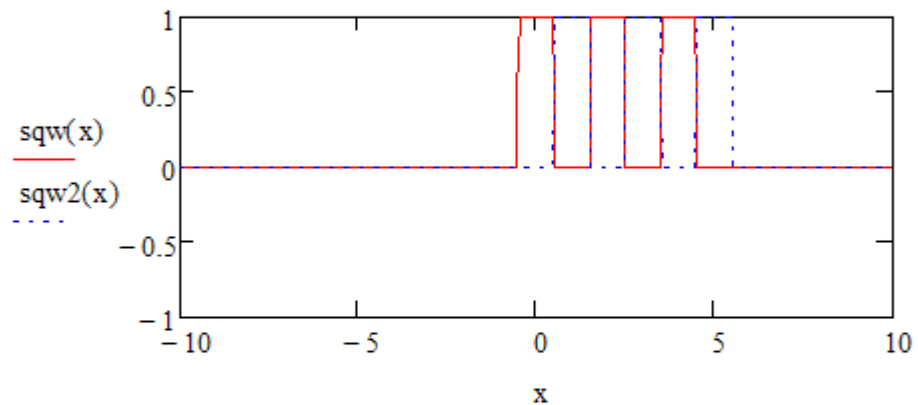
3. Для сигналов из пунктов 1-2 постройте последовательности прямоугольных импульсов со смещением по времени на $\frac{1}{8}, \frac{2}{8}, \dots, \frac{7}{8}$ периода сигнала.

В зависимости от выбранных последовательностей получится несколько графиков:

$$\text{sq}(x, w) := \Phi\left(x + \frac{w}{2}\right) - \Phi\left(x - \frac{w}{2}\right)$$

$$\text{sqw}(x) := \text{sq}(x, 1) + \text{sq}(x - 2, 1) + \text{sq}(x - 4, 1)$$

$$\text{sqw2}(x) := \text{sqw}(x - 1)$$



4. Проверьте выполнение условия ортогональности для построенных импульсных последовательностей

$$\int_T^1 \text{rect}_1(t) \text{rect}_2(t) dt = ? \quad \text{и} \quad \int_T^1 \text{rect}_1(t) \sin w(t) dt = ?$$

5. При каком значении τ выражение будет равно нулю? Возможно ли это?

$$\int_T^1 \text{rect}_1(t) \text{rect}_2(t + \tau) dt = ?$$

6. Рассмотрим определение ортогональности еще раз

$$\int_{kT}^{(k+1)T} s_1(t) s_2(t) dt = 0$$

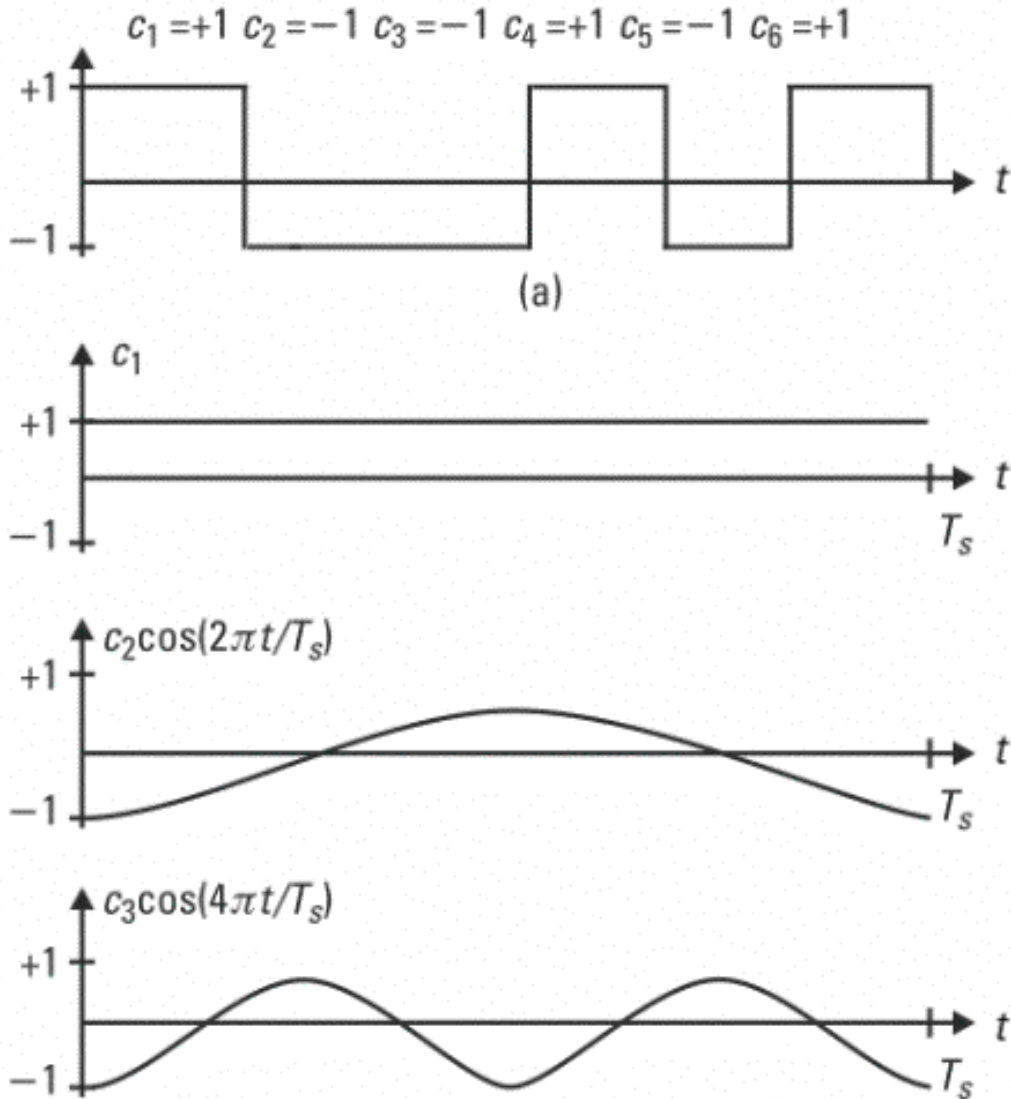
Ортогональные поднесущие на интервале T_{FFT}

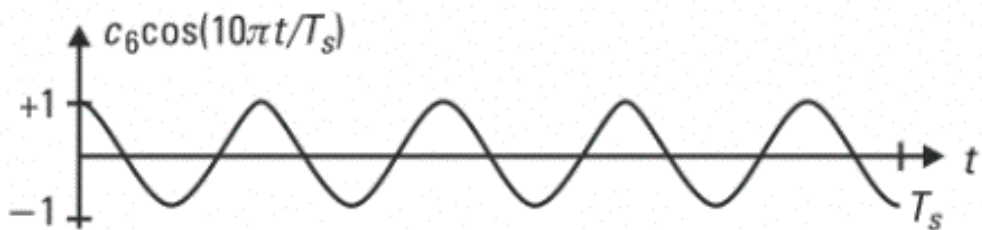
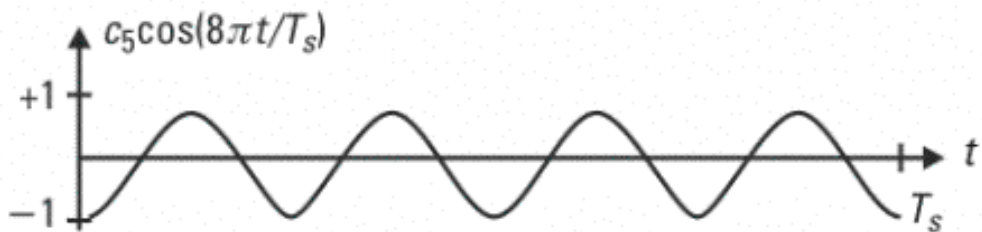
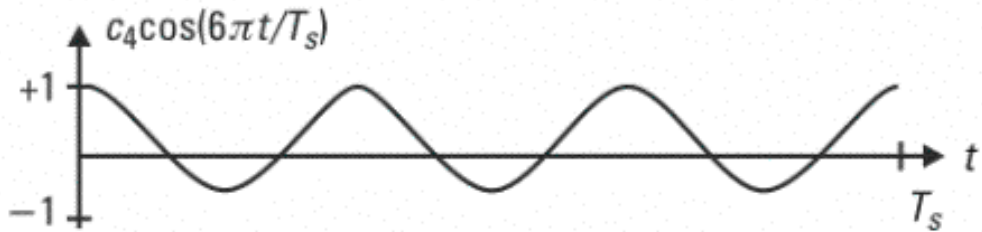
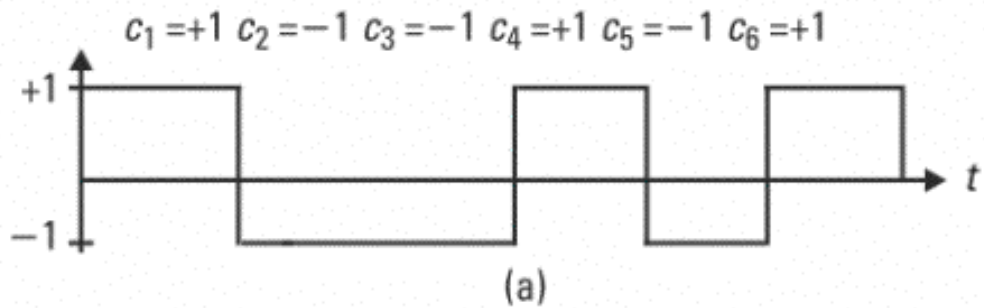
$$\int_0^{T_{FFT}} \cos(2\pi mt/T_s) \cos(2\pi nt/T_s) dt = \begin{cases} T_s/2 & m = n \\ 0 & m \neq n \end{cases}$$

При сдвиге по фазе ϕ ортогональность поднесущих сохраняется:

$$\int_0^{T_{FFT}} \cos(2\pi mt/T_s + \phi) \cos(2\pi nt/T_s) dt = 0 \quad m \neq n$$

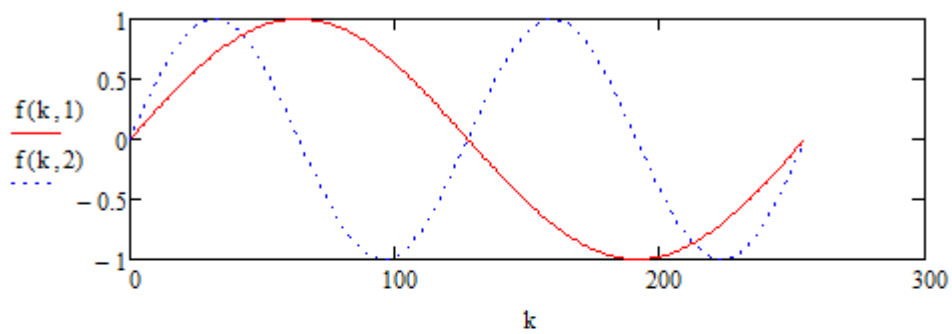
Путем построений проверьте эти выражения самостоятельно.



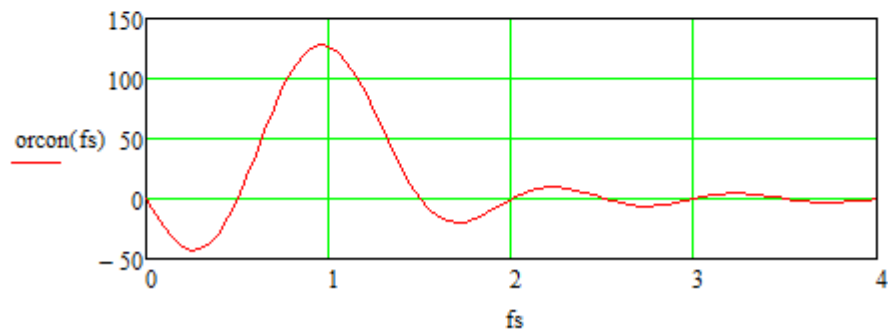


7. Постройте график OFDM сигнала во временной области и проверьте, при каких условиях поднесущие будут ортогональны.
8. Задайте функцию для генерации OFDM сигнала с несколькими поднесущими.
9. Задайте функцию для проверки условия взаимной ортогональности двух поднесущих (подсказка: в качестве параметра функции должна выступать разность частот между поднесущими). Обратите внимание, что построенные сигналы должны иметь непрерывную фазу.

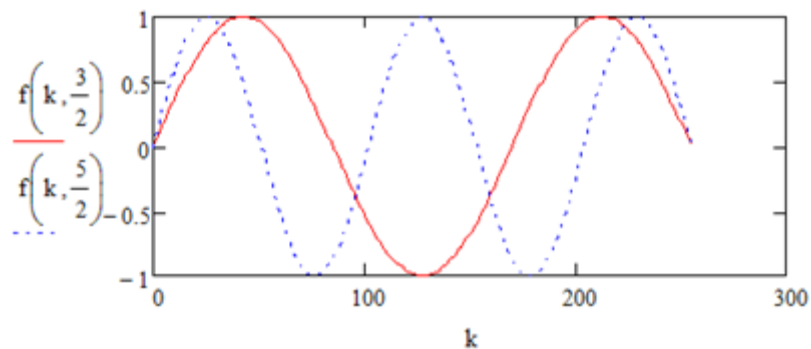
$$N := 256 \quad k := 0..(N - 1) \quad f(t, n) := \sin\left(2\pi \cdot \frac{t \cdot n}{N - 1}\right)$$



$$\text{orcon}(fs) := \sum_k (f(k, 1) \cdot f(k, fs)) \quad fs := 0, 0.05..4 \quad \text{orcon}(2) = 0$$



нули функции $fs = 0$ количество поднесущих $n =$



$$\sum_k \left(f\left(k, \frac{3}{2}\right) f\left(k, \frac{5}{2}\right) \right) = -2.348 \times 10^{-14}$$

10. Доработайте программу из предыдущих вопросов и покажите при помощи MathCAD, что ортогональность OFDM сигнала может сохраняться в многолучевом канале при наличии защитного интервала.