

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника (РЛ)»

Кафедра «Технологии приборостроения (РЛ6)»

Домашнее задание №1

по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы»

Выполнил ст. группы РЛ6-59

Лобанов Д.Д.

Преподаватель Дмитриев Д. Д.

Москва, 2022

Задание:

1. Рассчитать по программе линейчатый спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,05; 0,2; 0,5$ или других значениях α .
2. По результатам расчета построить линейчатые спектры.
3. Рассчитать спектр при $\alpha = 0,5$ по формуле

$$A_k = \frac{2AM}{\pi k} \sin\left(\frac{\pi k \tau}{T}\right)$$

и сравнить полученный результат с результатами расчета по программе.

Решение:

1) Рассчитаем в программе Mathcad линейчатый спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,05$:

$$\alpha := 0.05 \quad N := 20 \quad AM := 1$$

$$Z(x) := \begin{cases} AM & \text{if } (|x| \leq \alpha \cdot \pi) \\ 0 & \text{if } \alpha \cdot \pi < |x| \leq \pi \end{cases} \quad k := 0..N$$

$$A_k := \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} Z(x) \cdot \cos(k \cdot x) dx$$

$$A_0 := \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} Z(x) dx$$

$$AD_k := 20 \cdot \log \left(\frac{|A_k|}{A_1} \right)$$

$A =$	$\begin{bmatrix} 0.05 \\ 0.1 \\ 0.098 \\ 0.096 \\ 0.094 \\ 0.09 \\ 0.086 \\ 0.081 \\ 0.076 \\ 0.07 \\ 0.064 \\ 0.057 \\ 0.054 \\ 0.044 \\ 0.037 \\ 0.03 \\ 0.023 \\ 0.017 \\ 0.011 \\ 0.005 \\ 2.289 \cdot 10^{-5} \end{bmatrix}$	$AD =$	$\begin{bmatrix} -5.983 \\ 0 \\ -0.108 \\ -0.288 \\ -0.543 \\ -0.876 \\ -1.29 \\ -1.79 \\ -2.381 \\ -3.075 \\ -3.885 \\ -4.822 \\ -5.259 \\ -7.164 \\ -8.645 \\ -10.412 \\ -12.576 \\ -15.342 \\ -19.173 \\ -25.536 \\ -72.769 \end{bmatrix}$
-------	---	--------	---

Рисунок 1 – Расчет в программе Mathcad при $\alpha = 0,05$.

Построим в программе Mathcad линейчатый спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,05$:

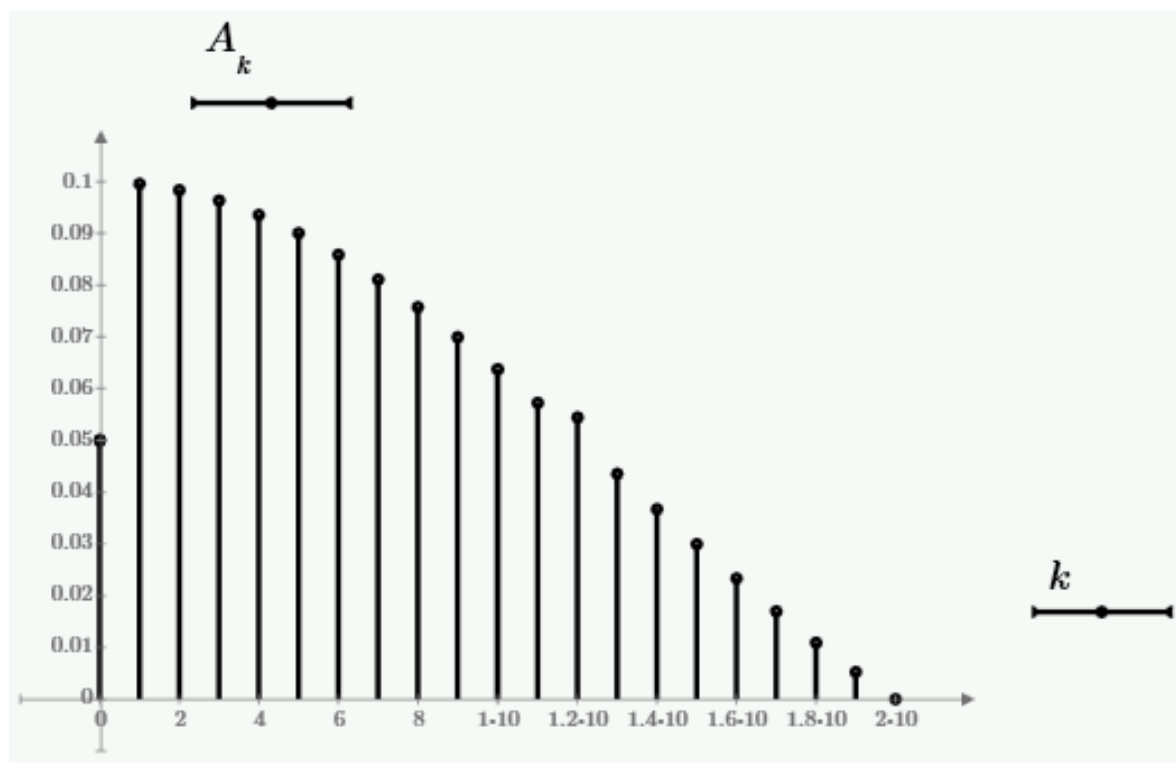


Рисунок 2 – Спектр для прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,05$.

2) Рассчитаем в программе Mathcad линейчатый спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,2$:

$$\alpha := 0.2 \quad N := 20 \quad AM := 1$$

$$Z(x) := \begin{cases} AM & \text{if } |x| \leq \alpha \cdot \pi \\ 0 & \text{if } \alpha \cdot \pi < |x| \leq \pi \end{cases} \quad k := 0..N$$

$$A_k := \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} Z(x) \cdot \cos(k \cdot x) dx$$

$$A_0 := \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} Z(x) dx$$

$$AD_k := 20 \cdot \log \left(\frac{|A_k|}{A_1} \right)$$

$$A = \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.374 \\ 0.303 \\ 0.202 \\ 0.094 \\ 1.537 \cdot 10^{-9} \\ -0.062 \\ -0.086 \\ -0.076 \\ -0.042 \\ -6.148 \cdot 10^{-9} \\ 0.034 \\ 0.05 \\ 0.047 \\ 0.027 \\ 1.383 \cdot 10^{-8} \\ -0.023 \\ -0.036 \\ -0.034 \\ -0.02 \\ -2.457 \cdot 10^{-8} \end{bmatrix} \quad AD = \begin{bmatrix} -5.441 \\ 0 \\ -1.841 \\ -5.362 \\ -12.041 \\ -167.726 \\ -15.563 \\ -12.724 \\ -13.88 \\ -19.085 \\ -155.687 \\ -20.828 \\ -17.406 \\ -18.097 \\ -22.922 \\ -148.647 \\ -24.082 \\ -20.433 \\ -20.922 \\ -25.575 \\ -143.653 \end{bmatrix}$$

+

Рисунок 3 – Расчет в программе Mathcad при $\alpha = 0,2$.

Построим в программе Mathcad линейчатый спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,2$:

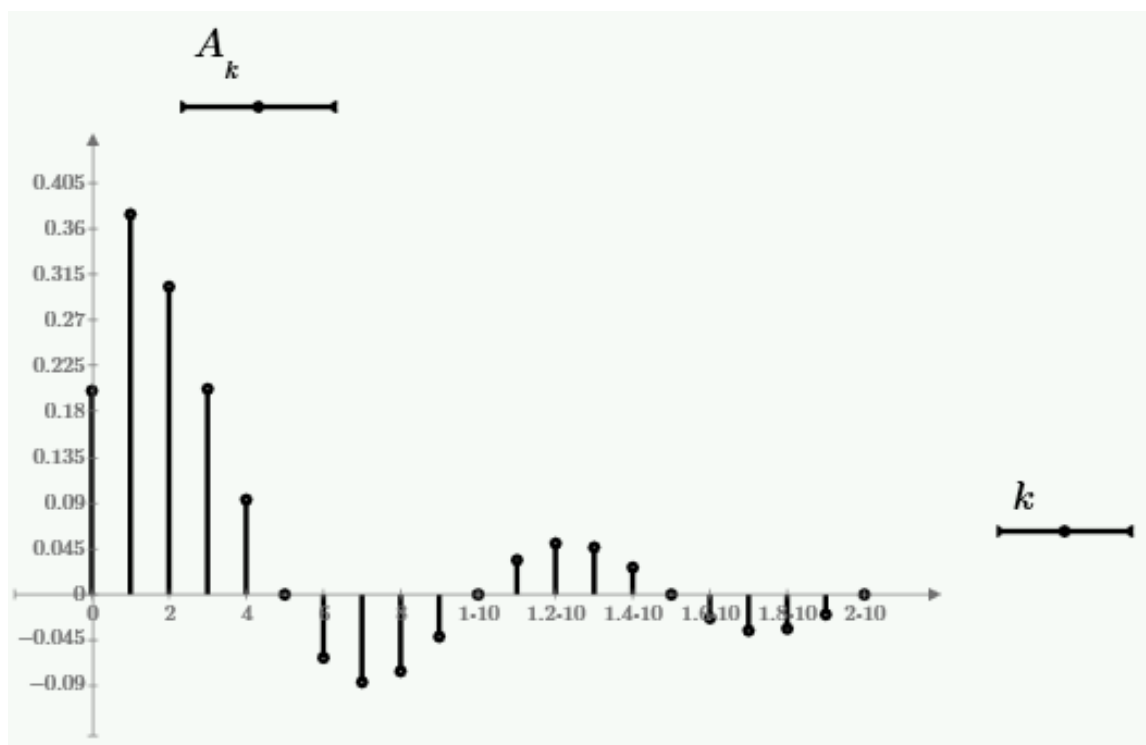


Рисунок 4 – Спектр для прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,2$.

3) Рассчитаем в программе Mathcad линейчатый спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,5$:

$$\alpha := 0.5 \quad N := 20 \quad AM := 1$$

$$Z(x) := \begin{cases} \text{if } (|x| \leq \alpha \cdot \pi) \\ AM \\ \text{if } \alpha \cdot \pi < |x| \leq \pi \\ 0 \end{cases} \quad k := 0 \dots N$$

$$A_k := \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} Z(x) \cdot \cos(k \cdot x) dx$$

$$A_0 := \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} Z(x) dx$$

$$A = \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.637 \\ 1.567 \cdot 10^{-17} \\ -0.212 \\ 6.939 \cdot 10^{-17} \\ 0.127 \\ -3.072 \cdot 10^{-17} \\ -0.091 \\ -8.327 \cdot 10^{-17} \\ 0.071 \\ 2.661 \cdot 10^{-17} \\ -0.058 \\ 1.11 \cdot 10^{-16} \\ 0.049 \\ -1.99 \cdot 10^{-16} \\ -0.042 \\ -5.551 \cdot 10^{-17} \\ 0.037 \\ 1.464 \cdot 10^{-16} \\ -0.034 \\ -1.714 \cdot 10^{-16} \end{bmatrix} \quad AD = \begin{bmatrix} -2.098 \\ 0 \\ -332.177 \\ -9.542 \\ -319.252 \\ -13.979 \\ -326.33 \\ -16.902 \\ -317.668 \\ -19.085 \\ -327.575 \\ -20.828 \\ -315.169 \\ -22.279 \\ -310.102 \\ -23.522 \\ -321.19 \\ -24.609 \\ -312.764 \\ -25.575 \\ -311.399 \end{bmatrix}$$

$$AD_k := 20 \cdot \log \left(\frac{|A_k|}{A_1} \right)$$

Рисунок 5 – Расчет в программе Mathcad при $\alpha = 0,5$.

Построим в программе Mathcad линейчатый спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,5$:

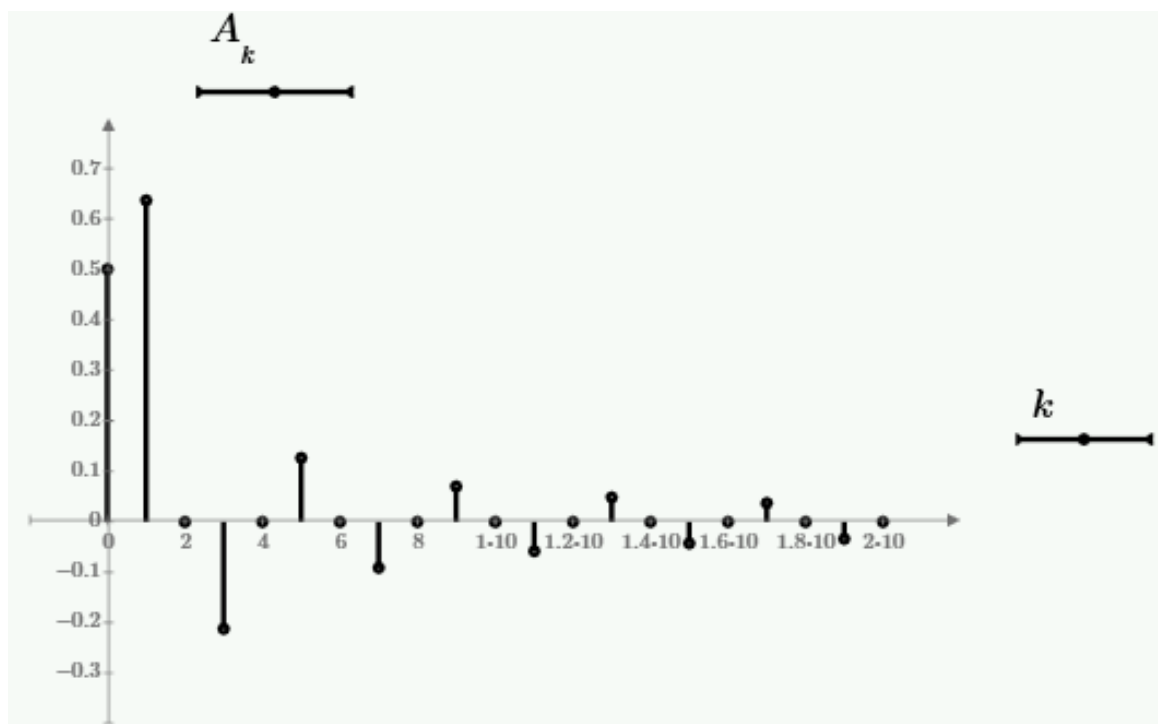


Рисунок 6 – Спектр для прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,5$.

4) Рассчитаем спектр при $\alpha = 0,5$ по формуле указанной ниже и сравним полученный результат со значениями полученными по программе в пункте 3.

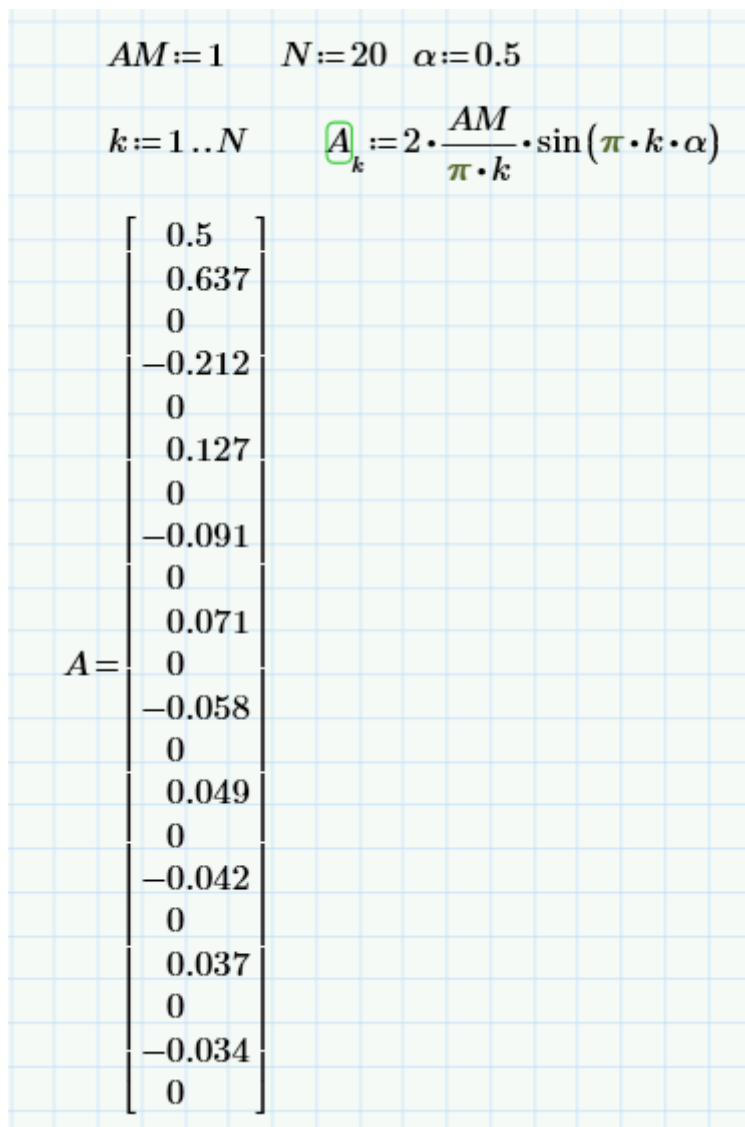


Рисунок 7 – Расчёт спектра для прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,5$ по формуле

$$A_k = \frac{2AM}{\pi k} \sin\left(\frac{\pi k \tau}{T}\right) = \frac{2AM}{\pi k} \sin(\pi k \alpha), \text{ т. к. } \frac{\tau}{T} = \alpha.$$

Таким образом, расчёт спектра для прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,5$ по данной формуле и результат расчета по программе приблизительно совпадают, что доказывает правильность расчётов.

Вывод: в работе был проведён анализ периодических сигналов, а именно периодической последовательности прямоугольных импульсов. В программе Mathcad был рассчитан линейчатый спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов при различных значениях α , а также построен соответствующий график. Также в пункте 4 был рассчитан спектр для $\alpha = 0,5$ по формуле, не требующей вычисления интеграла. Результат был сравнён с пунктом 3, из чего был сделан вывод о приблизительном совпадении значений.