

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 РЛ6-51

Филимонов С.В.

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 Matlab линейчатый спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,05$:

```
N = 20;  
AM = 1;  
alpha = 0.05;
```

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

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

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

```
spectrplot(N, AM, alpha, "plot1.jpg")
```

ans = 1x1 table

	A										
1	0.0503	0.1002	0.0989	0.0969	0.0941	0.0905	0.0863	0.0815	0.0761	0.0702	0.0640

ans = 1x1 table

	AD										
1	-5.9835	0	-0.1078	-0.2887	-0.5445	-0.8780	-1.2929	-1.7943	-2.3886	-3.0845	-3.8932

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

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

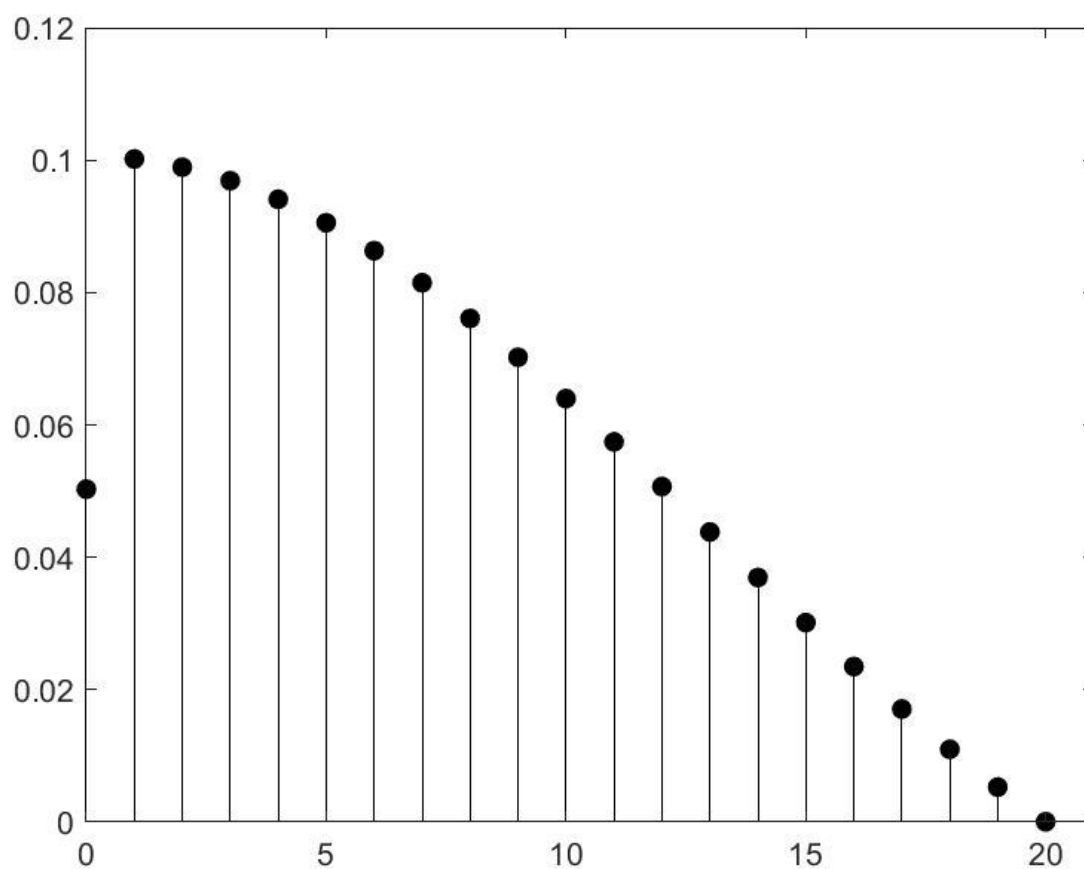


Рисунок 2 – Спектр для прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,05$.

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

```
alpha = 0.2;
spectrplot(N, AM, alpha, "plot2.jpg")
```

ans = 1x1 table

	A										
1	0.2002	0.3746	0.3031	0.2021	0.0938	2.0278e-04	-0.0621	-0.0862	-0.0753	-0.0412	4.3384e-04

ans = 1x1 table

	AD										
1	-5.4403	0	-1.8398	-5.3589	-12.0273	-65.3167	-15.6005	-12.7574	-13.9293	-19.1767	-58.7122

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

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

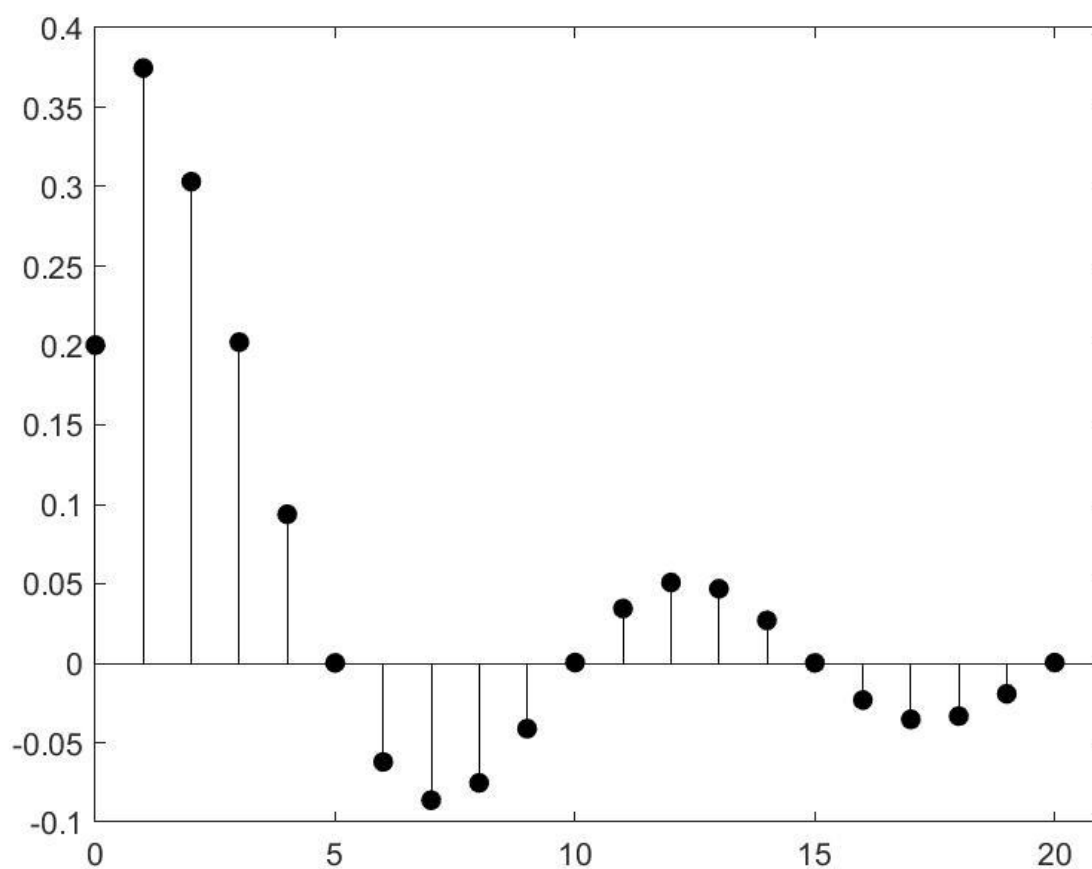


Рисунок 4 – Спектр для прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,2$.

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

```
alpha = 0.5;
spectrplot(N, AM, alpha, "plot3.jpg")
```

ans = 1x1 table

	A										
1	0.5001	0.6369	5.0696e-04	-0.2119	1.2966e-04	0.1276	5.0696e-04	-0.0906	1.2966e-04	0.0711	5.0696e-04

ans = 1x1 table

	AD										
1	-2.1010	0	-61.9690	-9.5577	-73.8096	-13.9590	-61.9690	-16.9331	-73.8096	-19.0461	-61.9690

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

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

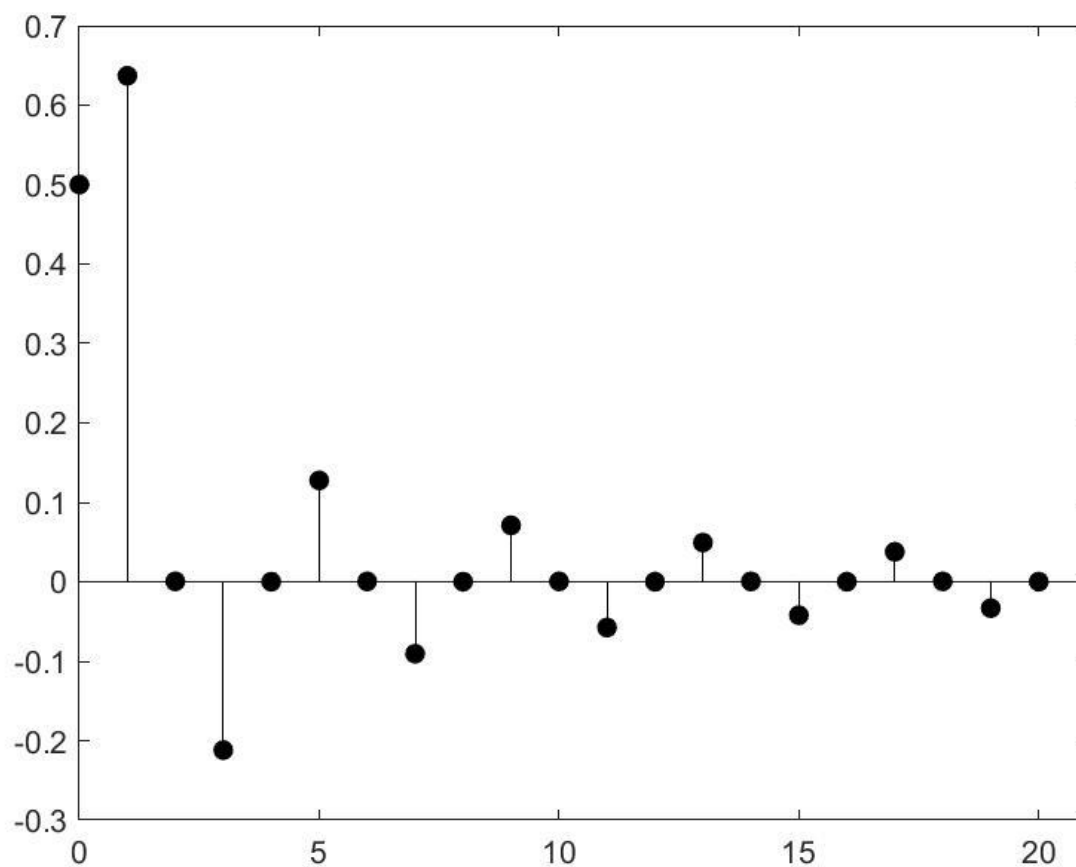


Рисунок 6 – Спектр для прямоугольных импульсов при $\alpha = 0,5$.

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

```
k = (1:(N+1)) - 1; k(1) = 1.2067;|
A_k = 2 * (AM / (pi * k)) * sin(pi * k * alpha)

t = 2 * (AM / (pi * k)) * sin(pi * k * alpha);
table(t)
```

ans = 1x1 table

	t											
1	0.5000	0.6366	3.8982e-17	-0.2122	-3.8982e-17	0.1273	3.8982e-17	-0.0909	-3.8982e-17	0.0707	3.8982e-17	

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 Matlab 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.

Приложение А

Все методы из Matlab

```
function spectrplot(N, AM, alpha, filename)
k = 0:N;
A = Ak(N, alpha, AM);
table(A)
AD = 8.684 * log(abs(A)/A(2));
table(AD)
stem(k, A, 'LineStyle','-', 'Color','black', 'MarkerFaceColor','black');
xlim([0 21]);
saveas(gcf, filename);
end
```

```
function A = Ak(N, alpha, AM)
    p = zeros(1, (N + 1));
    for k = 0:N
        if k == 0
            ak = A0(alpha, AM);
            p(k + 1) = ak;
            continue;
        end
        ak = 0;
        for i = 0:0.001:pi
            y = Z(i, alpha, AM);
            ak = ak + y * cos(k * i);
        end
        ak = (2/pi)*ak/1000;
        p(k + 1) = ak;
    end
    A = p;
end
```

```

function z = A0(alpha, AM)
    z = 0;
    for i = 0:0.001:pi
        y = Z(i, alpha, AM);
        z = z + y;
    end
    z = (1/pi)*z/1000;
    return;
end

function y = Z(x, alpha, AM)
    if abs(x) <= (alpha * pi)
        y = AM;
        return;
    end
    if isequal(((alpha * pi) <= abs(x)), (abs(x) <= pi))
        y = 0;
        return;
    end
end
end

```