

# Лабораторная работа 3.6.1:

## Спектральный анализ электрических сигналов

Дроздов Т. А.  
Кириллов М. А.  
Б03-202

**В работе используются:** генератор сигналов произвольной формы, цифровой осциллограф с функцией быстрого преобразования Фурье или цифровой USB-осциллограф, подключённый к персональному компьютеру.

**Цель работы:** изучить спектры сигналов различной формы и влияние параметров сигнала на вид соответствующих спектров; проверить справедливость соотношений неопределённостей; познакомиться с работой спектральных фильтров на примере RC-цепочки.

### Ход работы

#### Исследование спектра периодической последовательности прямоугольных импульсов и проверка соотношений неопределённостей

Следуя техническому описанию генератора мы настроили генерацию прямоугольных импульсов с параметрами  $\nu_{\text{повт}} = 1$  кГц и длительностью импульса  $\tau = 50$  мкс.

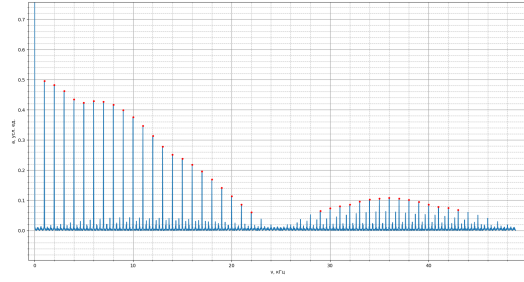
Получили на экране спектр сигнала и, изменяя либо  $\tau$ , либо  $\nu_{\text{повт}}$ , наблюдали, как изменяется спектр.

Затем зафиксировали  $\nu_{\text{повт}} = 1$  кГц и  $\tau = 60$  мкс. Для этих параметров измерили величину  $a_n$  и  $\nu_n$  для 13 гармоник и сравнили с рассчитанными значениями по формулам. Результаты занесли в таблицу.

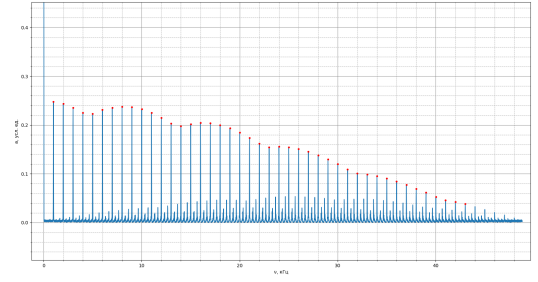
$$\nu_n = \frac{n}{T}$$
$$|a_n| = \frac{|\sin \frac{\pi n \tau}{T}|}{\pi n}$$

После этого провели измерения зависимости ширины спектра от  $\Delta\nu$  и установили зависимость между  $\Delta\nu$  и  $\tau$ , полученную из формулы (6).

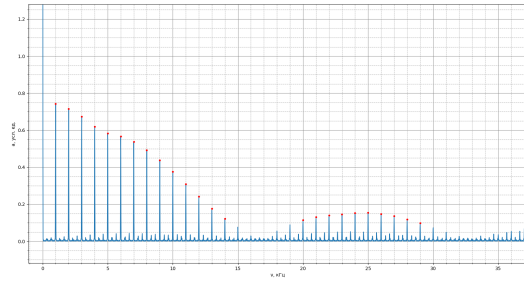
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\nu_n^{exp}$	1.00	2.00	3.00	4.01	4.99	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.01
$\nu_n^{theor}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$a_n^{exp}$	0.74	0.72	0.67	0.62	0.58	0.57	0.54	0.49	0.44	0.38	0.31	0.24	0.18
$ a_n/a_1 ^{exp}$	1	0.96	0.91	0.83	0.79	0.76	0.72	0.66	0.59	0.51	0.42	0.33	0.24
$ a_n/a_1 ^{theor}$	1	0.98	0.95	0.91	0.86	0.80	0.74	0.67	0.59	0.51	0.43	0.34	0.26



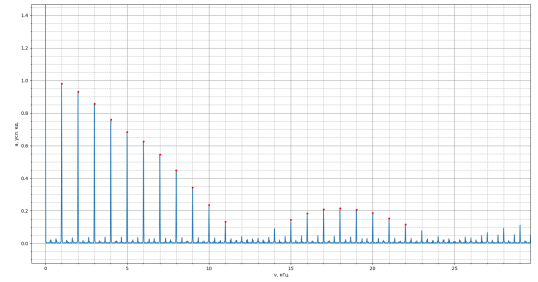
(a)  $\nu_{\text{повт}} = 1 \text{ кГц}$ ,  $\tau = 10 \text{ мкс}$ .



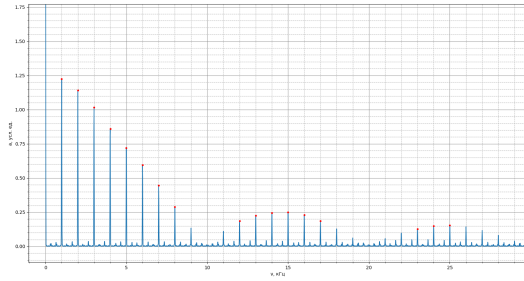
(b)  $\nu_{\text{повт}} = 1 \text{ кГц}$ ,  $\tau = 20 \text{ мкс}$ .



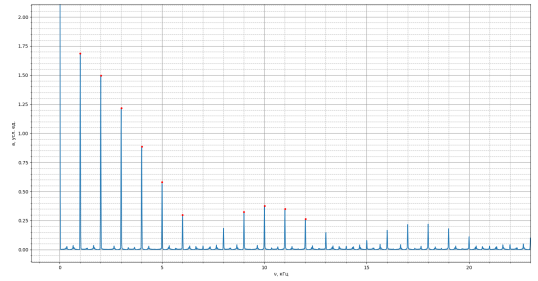
(c)  $\nu_{\text{повт}} = 1 \text{ кГц}$ ,  $\tau = 60 \text{ мкс}$ .



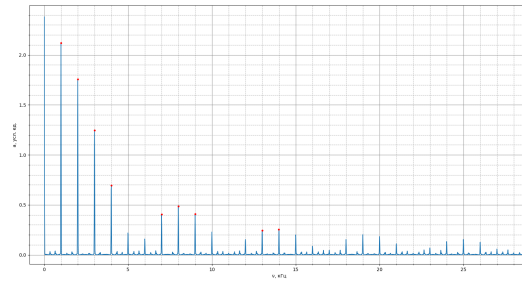
(d)  $\nu_{\text{повт}} = 1 \text{ кГц}$ ,  $\tau = 80 \text{ мкс}$ .



(e)  $\nu_{\text{повт}} = 1 \text{ кГц}$ ,  $\tau = 100 \text{ мкс}$ .



(f)  $\nu_{\text{повт}} = 1 \text{ кГц}$ ,  $\tau = 140 \text{ мкс}$ .



(g)  $\nu_{\text{повт}} = 1 \text{ кГц}$ ,  $\tau = 180 \text{ мкс}$ .

$\tau$ , мкс	50	75	100	125	150	175	200
$\Delta\nu$ , кГц	19.6	13.4	9.8	8.0	6.5	5.5	4.5
$1/\tau \cdot 10^3$ , с <sup>-1</sup>	20	13	10	8	7	6	5

$$\Delta\nu\tau \approx 1.000 \pm 0.018$$

В итоге получаем, что формула (6) довольно точно выполняется.

## Исследование спектра периодической последовательности цугов

Получаем на экране последовательность цугов с характерными параметрами:  $\nu_0 = 50$  кГц,  $T = 1$  мс, число периодов в одном импульсе  $N = 5$  (длительность импульса  $\tau = T/\nu_0 = 100$  мкс).