

**МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

---

**Ю.В. КУЗНЕЦОВ, А.Б. БАЕВ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ И  
ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ**

**Задание на расчетно-графическую работу  
по предмету «Радиотехнические цепи и сигналы»**

Москва, 2014 г.

## Часть I. Анализ импульсных сигналов

1. Для заданного сигнала выбрать численные значения параметров  $\alpha$ ,  $\sigma$ ,  $\Delta$  и  $A$ . Записать аналитическое выражение сигнала, построить его график.

Параметры, имеющие размерность времени ( $\Delta$ ), следует выбирать в диапазоне 0,1 мс – 5 мс; параметры, имеющие размерность частоты ( $\alpha$ ,  $\sigma$ ), – 1 кГц – 50 кГц; параметры, имеющие размерность напряжения выбирать в диапазоне 1–5 В.

2. Найти аналитическое выражение для энергии сигнала. Вычислить её для выбранных значений параметров.

3. С помощью свойств преобразования Фурье определите аналитическое выражение для спектральной плотности заданного импульсного сигнала. Построить графики спектральной плотности в следующих формах:

- действительная и мнимая части спектральной плотности;
- модуль и аргумент спектральной плотности.

4. Определить аналитическое выражение и построить энергетический спектр импульсного сигнала. Рассчитать энергию сигнала с помощью численного интегрирования по его энергетическому спектру.

5. Построить зависимость доли энергии сигнала, попадающей в полосу частот  $\Delta f$ , от ширины полосы  $\Delta f$ . По графику определить полосы частот, в которые попадает 75%, 95% и 99% энергии сигнала.

6. Восстановить импульсные сигналы из спектральной плотности, заключенной в каждой из полос частот, определённой в предыдущем пункте. Сопоставить эти сигналы между собой и с исходным импульсным сигналом.

Масштаб по горизонтальной оси в графиках восстановленных сигналов выбирать с учетом увеличения длительности сигналов.

7. \* *Определить аналитическое выражение и построить автокорреляционную функцию импульсного сигнала.*

8. Изменить (увеличить или уменьшить по выбору) длительность сигнала в 1,5-3 раза. Построить графики сигнала, спектральной плотности, энергетического спектра. Вычислить энергию сигнала.

9. Сделать выводы по анализу характеристик заданного импульсного сигнала. Выводы должны включать (но могут не ограничиваться только этим):

- сопоставление характерных параметров сигнала, определённых по его различным характеристикам. Например, свойство площади сигнала и спектра, теорема Парсеваля, теорема о значении АКФ в нуле;
- анализ изменения соответствующих характеристик исходного импульсного сигнала и сигнала, полученного при изменении его длительности в п. 8.

## **Часть II. Анализ периодических сигналов**

1. Выбрать численное значение периода сигнала  $T$ , равное 2–4 длительностям (или эффективным длительностям) импульсного сигнала. Записать аналитическое выражение и построить график периодического сигнала.

2. С использованием спектра импульсного сигнала, найденного в части 1, определить аналитические выражения и построить графики спектра периодического сигнала в трёх формах ряда Фурье:

- комплексной;
- амплитудно-фазовой;
- квадратурной (тригонометрической).

При построении графиков важно помнить, что коэффициенты ряда Фурье – это дискретные значения, заданные для целых порядковых номеров. Горизонтальную ось при этом можно разметить либо в порядковых номерах, либо в значениях частоты гармоник.

3. Определить аналитическое выражение и построить спектр мощности периодического сигнала.

4. Определить и построить график автокорреляционной функции периодического сигнала по известному спектру мощности сигнала.

5. Найти аналитическое выражение для средней мощности сигнала. Рассчитать среднюю мощность периодического сигнала непосредственно по сигналу, по его спектру мощности и АКФ.

6. Определить среднюю мощность сигнала, сосредоточенную в первых 3, 5 и 10 гармонических составляющих (без постоянной составляющей).

7. Восстановить периодический сигнал по 3, 5 и 10 гармоникам. Сравнить полученные графики между собой и с исходным периодическим сигналом.

8. Увеличить период сигнала в 1,5-3 раза и построить графики сигнала, спектра, спектра мощности и АКФ. Рассчитать среднюю мощность сигнала.

9. Сделать выводы по анализу заданного периодического сигнала, его характеристик и влияния периода сигнала на его параметры и характеристики.

## **Часть III. Формирование временных и частотных характеристик фильтров**

1. Для реального фильтра, заданного системной функцией, определить его параметры, построить диаграмму особых точек на  $p$ -плоскости, определить аналитические выражения и построить графики:

- частотной характеристики;
- импульсной характеристики.

2. Для идеального фильтра, заданного формой частотной характеристики, определить аналитические выражения и построить графики:

- частотной характеристики;
- импульсной характеристики.

3. Сравнить характеристики фильтров. Сделать выводы.

#### ***Часть IV. Прохождение импульсного сигнала через фильтры***

1. Найти и построить импульсный сигнал на выходе фильтра путём свёртки исходного сигнала с импульсной характеристикой фильтра.
2. Найти спектральную плотность импульсного сигнала на выходе фильтра по известной частотной характеристике фильтра и спектру исходного сигнала. По спектру сигнала на выходе фильтра восстановить сигнал.
3. Выполнить пункты 1 и 2 для другого фильтра.
4. Сравнить полученные сигналы и спектры, сделать выводы.

#### ***Часть V. Прохождение периодического сигнала через фильтры***

1. Найти и построить периодический сигнал на выходе фильтра путём свёртки исходного сигнала с импульсной характеристикой фильтра.
2. Найти спектр периодического сигнала на выходе фильтра по известной частотной характеристике фильтра и спектру входного сигнала. Восстановить сигнал на выходе фильтра по его спектру.
3. Выполнить пункты 1 и 2 для другого фильтра.
4. Сравнить полученные сигналы и спектры, сделать выводы.