**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

 **«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет» МАИ**

**Факультет Радиовтуз МАИ**

**Кафедра 44-3 «Аналоговые и цифровые радиоэлектронные системы»**

**Расчетно-графическая работа**

***«Исследование импульсных и периодических сигналов»***

по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы»

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант № |  |
|  |  |
| Выполнил: |  |
|  |  |
| Проверил: |  |

**Москва, 2016 г.**

***Часть 1: Анализ импульсных сигналов.***

1. Для заданного сигнала (приложение 1) выбрать численные значения параметров. Записать аналитическое выражение сигнала, построить его график.

Численные значения параметров выбрать из диапазонов, указанных в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Диапазон значений |
| Амплитуда А, [В] | 1 - 5 |
| Длительность сигнала τ, [мс] | 5 - 20 |
| Сдвиг импульса Δ, [мс] (если не задано) | (1...2)τ |

2. С помощью преобразования Фурье *определить аналитическое выражение* и построить график спектральной плотности заданного импульсного сигнала в следующих формах:

- действительная и мнимая части;

- модуль и аргумент спектральной плотности.

3. Определить аналитическое выражение и построить энергетический спектр импульсного сигнала.

4. Рассчитать энергию импульсного сигнала непосредственно по сигналу и по его энергетическому спектру.

5. Построить зависимость доли энергии сигнала, попадающей в полосу частот Δf, от ширины полосы Δf. По графику определить полосы частот, в которые попадают:

- 75% энергии сигналов;

- 95% энергии сигналов;

- 99% энергии сигналов.

6. Восстановить импульсные сигналы из части спектральной плотности, заключенной в каждой из полос частот, определенных в пункте 5. Сопоставить эти сигналы между собой и с исходным импульсным сигналом.

*7. Построить график автокорреляционной функции импульсного сигнала по известному энергетическому спектру.*

*8. Определить аналитическое выражение и построить автокорреляционную функцию импульсного сигнала.*

9. Увеличить длительность сигнала в 2-3 раза. Построить графики сигнала, спектральной плотности, энергетического спектра и *автокорреляционной функции*. Вычислить энергию сигнала.

10. Уменьшить длительность сигнала в 2-3 раза. Построить графики сигнала, спектральной плотности, энергетического спектра и *автокорреляционной функции*. Вычислить энергию сигнала.

11. Сделать выводы по анализу характеристик заданного импульсного сигнала и влияния длительности сигнала на его характеристики.

***Часть 2: Анализ периодических сигналов.***

1. Выбрать численное значение периода сигнала Т, равное 2-4 полным длительностям импульсного сигнала. Записать аналитическое выражение и построить график периодического сигнала с использованием выбранных параметров.

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

- комплексной;

- амплитудно-фазовой.

3. Определить и построить спектр мощности периодического сигнала.

*4.Определить численным интегрированием и построить график автокорреляционной функции периодического сигнала.*

5. Найти аналитическое выражение для средней мощности сигнала. Рассчитать среднюю мощность периодического сигнала непосредственно по сигналу, по его спектру мощности, \**по автокорреляционной функции*.

6. Построить график периодического сигнала с исключенной постоянной составляющей. Вычислите среднюю мощность этого сигнала.

7. Определить для периодического сигнала с исключенной постоянной составляющей долю мощности, заключенную в:

- 3 гармониках;

- 5 гармониках;

- 7 гармониках.

8. Восстановить (с учетом постоянной составляющей) периодические сигналы по 3, 5 и 7 гармоникам. Сопоставить эти сигналы между собой и с исходным периодическим сигналом.

9. Увеличить период сигнала в 2-3 раза. Построить для этого сигнала графики самого сигнала, спектра, спектра мощности и \**АКФ*. Вычислите среднюю мощность.

10. Сделать выводы по анализу заданного периодического сигнала и его характеристик.

***Часть 3: Формирование временных и частотных характеристик фильтров.***

1. Задаться граничным значением частоты $f\_{гр1}$. За граничную частоту фильтра $f\_{гр1}$ принять найденное в пункте 5 первой части значение частоты, соответствующее 75% энергии сигнала.

2. Рассчитать граничные частоты $f\_{гр2}$ и $f\_{гр3}$ соответственно как 0.5 и 1.5 от значения $f\_{гр1}$.

3. Для заданного фильтра (приложение 2) нижних частот при $f\_{гр1}$ построить графики:

- частотной характеристики;

- импульсной характеристики.

4. Изменить граничную частоту фильтра нижних частот на $f\_{гр2}$ и построить его характеристики.

5. Изменить граничную частоту фильтра нижних частот на $f\_{гр3}$ и построить его характеристики.

6. Повторить п.п. 3-5 для фильтра верхних частот.

***Часть 4: Прохождение импульсного сигнала через фильтры.***

1. Найти спектры импульсных сигналов на выходе фильтров по известной частотной характеристике фильтров и спектру исходного сигнала.

2. По спектру сигналов на выходе фильтров восстановить сигналы.

3. Найти и построить импульсные сигналы на выходе фильтров путем свертки исходного сигнала с импульсными характеристиками фильтров.

4. Сравнить исходный импульсный сигнал и полученные на выходе фильтров импульсные сигналы. Сделать выводы.

***Часть 5: Прохождение периодического сигнала через фильтры.***

1. Найти спектры периодических сигналов на выходе фильтров по известной частотной характеристике фильтров и спектру исходного сигнала.

2. По спектру сигналов на выходе фильтров восстановить сигналы.

3. Найти и построить периодические сигналы на выходе фильтров путем свертки исходного сигнала с импульсными характеристиками фильтров.

4. Сравнить исходный периодический сигнал и полученные на выходе фильтров периодические сигналы. Сделать выводы.

Приложение 1. Вариант задания формы исходного сигнала.

|  |
| --- |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Тип фильтра |
| Импульсная характеристика | Частотная характеристика |
| Граничная частота | $$f\_{гр1}$$$$f\_{гр2}=0,5∙f\_{гр1}$$$$f\_{гр3}=1,5∙f\_{гр1}$$ |
| Идеальный ФНЧ  | $$h\left(t\right)=2∙f\_{гр}∙sinc(2∙π∙f\_{гр}∙t)$$ | $$H\left(f\right)=\left\{\begin{array}{c}1, если -f\_{гр}\leq f\leq f\_{гр}\\0, если f<-f\_{гр}, f>f\_{гр}\end{array}\right.$$ |
| Идеальный ФВЧ  | $$h\left(t\right)=δ\left(t\right)-2∙f\_{гр}∙sinc(2∙π∙f\_{гр}∙t)$$ | $$H\left(f\right)=\left\{\begin{array}{c}0, если -f\_{гр}\leq f\leq f\_{гр}\\1, если f<-f\_{гр}, f>f\_{гр}\end{array}\right.$$ |

Приложение 2.Варианты фильтров