# ОТЧЕТ

о выполнении лабораторной работы № 1

по учебной дисциплине «Теория радиотехнических сигналов»

Вариант №9

Выполнил: Мазанько А.О.

Проверил: Извеков А.Ю.

Дата:

**МОСКВА 2024**

1. **Записать математическую модель сигнала *s*(*t*), изображенного на рисунке. Построить график импульса.**

**Значения варианта:** A = 1B, τи = 0.1c, T = 0.2c

Заданный сигнал можно описать следующим выражением:

s(t):=

Рис. 1: Осциллограмма импульсного сигнала

**2. Получить аналитическое выражение для спектральной плотности 𝑆(𝜔) импульса 𝑠(𝑡). Построить график модуля спектральной плотности.**

Воспользовавшись прямым преобразованием Фурье рассчитаем его спектральную плотность. В результате получим следующее выражение:

S(ω) = ωt)dt=

Приведенное выражение для спектральной плотности целесообразно переписать в следующем виде:

Рис. 2: График модуля спектральной плотности сигнала S(t)

Для построения графика нормированного модуля спектральной плотности нужно найти точку, в которой он принимает максимальное значение.

Определим вспомогательную функцию

F(ω) =

Воспользуемся функцией численного нахождения корней и найдем положение экстремума:

maxW = root(F(ω), ω, -1, 1)

maxW = 0

maxS = |S(maxW)|

maxS = 0.066

Теперь можно определить функцию для построения нормированного логарифмированного графика модуля спектральной плотности сигнала s(t):

Sdb(ω) = dB( )

Рис. 3: Нормированный логарифмированный график модуля спектральной плотности сигнала

**3-4. Периодический сигнал задан следующим образом:**

**𝑠период.(𝑡) = 𝑠(𝑡 + 𝑛 · 𝑇), 𝑛 ∈ Z, т.е. сформирован из одиночных импульсов 𝑠(𝑡), повторяющихся с периодом 𝑇.**

**Необходимо построить спектральную диаграмму для коэффициентов разложения 𝐶𝑛 периодической последовательности импульсов 𝑠период.(𝑡) в ряд Фурье в комплексной форме.**

**Построить спектральную диаграмму для коэффициентов разложения 𝐶𝑛 для периодической последовательности импульсов: 𝑠˜период.(𝑡) = 𝑠(𝑡 + 𝑛 · 10 · 𝑇), 𝑛 ∈ Z, т.е. взятый из таблицы период повторения требуется увеличить в 10 раз.**

Получим выражение для расчета коэффициентов разложения в ряд Фурье в комплексной форме. Для того, что бы одним выражением задать сигналы с разным периодом повторения , введем зависимость коэффициентов от основной частоты ряда. Также целесообразно задать коэффициенты разложения в ряд через спектральную плотность одного периода.

В результате получим следующее выражение:

Введем вспомогательное выражение:

ω1 = = 31.415926535897932385

ω2 = = 3.1415926535897932

Cdb(n, ω1) = dB( )

Cdb(n, ω2) = dB( )

где — значение нормировки для коэффициентов разложения в зависимости от основной частоты ряда. Оно определено следующим образом: Cmax(ω1) =

Cmax(ω2) =

Рис. 4: Нормированные спектральные диаграммы и спектральная плотность сигнала

5. Используя параметры, взятые из таблицы, записать выражение

полученной периодической последовательности в виде суммы гармонических колебаний с кратными частотами.

Построить график частичной суммы , включающей 10 первых членов с положительными индексами и соответствующие им слагаемые с отрицательными индексами.

Восстановим сигнал, разложенный в ряд Фурье в комплексной форме, используя первые 2*m* + 1 членов ряда, в предельном случае *m* = ∞. Для этого воспользуемся следующим выражением:

m =10

sa(t) =

Рис. 5: Аппроксимация сигнала и исходный импульс

**6. Рассчитать величину относительной ошибки ‖𝑠(𝑡)−𝑠апрокс.(𝑡)‖ / ‖𝑠(𝑡)‖ на одном периоде.**

Рассчитаем величину относительной ошибки при восстановлении аппроксимируемого сигнала.

s0 = = 0.376

**Выводы:**

1. Из нормированных спектральных диаграмм следует сделать следующий вывод: уменьшая основную частоту, повышается число отсчетов на графике.

2. Сравнив осциллограмму сигнала с аппроксимирующей его функцией, убеждаемся в большой точности совпадения (относительная ошибка одном периоде 37,6%).

3. Устремив количество слагаемых к бесконечности относительная ошибка будет устремлена в ноль, аппроксимирующая функция будет в точности повторять заданный сигнал.