

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)
Кафедра радиотехнических систем (РТС)

ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ СЛУЧАЙНЫХ И РЕГУЛЯРНЫХ СИГНАЛОВ
Отчет по лабораторной работе по дисциплине
«Общая теория связи»

Студент гр. 1А0

_____ Е.А. Тарасов

«__» _____ 2023 г.

Руководитель

Доцент каф. РТС

_____ В.А. Кологривов
оценка

«__» _____ 2023 г.

Томск 2023

Введение

Цель лабораторной работы подтвердить формулы связи мощности с основными параметрами генераторов и установить подобную связь для генератора Repeating Sequence, используя в качестве основного параметра амплитуду треугольного импульса.

1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В работе предлагается рассмотреть блоки генераторов:

Random Number – генератор псевдослучайной последовательности с Гауссовским распределением. Параметры: Mean – среднее, Variance – дисперсия, Initial seed – число, определяющее новую уникальную последовательность (рекомендую использовать простые числа), Sample time – шаг по времени.

Uniform Random Number – генератор псевдослучайной последовательности с равномерным распределением. Параметры: Minimum – минимальное значение амплитуды, Maximum – максимальное значение амплитуды, Initial seed – число, определяющее новую уникальную последовательность (рекомендую использовать простые числа), Sample time – шаг по времени.

Band-limited White Noise – генератор ограниченного по полосе белого шума. Параметры: Noise Power – шумовая мощность, Sample time – шаг по времени, Initial seed – число, определяющее новую уникальную последовательность (рекомендую использовать простые числа).

Sine Wave – генератор гармонического сигнала. Параметры: Amplitude – амплитуда, Bias – смещение, Frequency (rad/sec) – круговая частота (иногда удобно задавать кратным пи, чтобы укладывалось целое число колебаний в единицу времени), Phase (rad) – фаза в радианах, Sample time – шаг по времени (прорисовки).

Pulse Generator – униполярный генератор прямоугольных импульсов с заданным периодом повторения и скважностью. Параметры: Amplitude – амплитуда, Period(secs) – период в сек, Pulse Width (% of period) – величина обратная скважности (% от периода), Phase delay(secs) – фазовая задержка(сек).

Repeating Sequence – генератор повторяющейся последовательности. Параметры: Time values – массив временных точек, Output values – массив значений последовательности во временных точках.

Генераторы псевдослучайных последовательностей используются обычно для задания информационных последовательностей с некоторой энтропией, задания помех, например в модели канала распространения радиосигнала и т.д. Гармонические генераторы используются в основном в качестве опорных генераторов при модуляции/демодуляции. Генераторы прямоугольных импульсов обычно используются в качестве задания временных тактов. Генераторы повторяющейся последовательности используются в качестве генераторов нестандартной формы импульсов, коротких обучающих последовательностей и последовательностей синхроимпульсов.

2 ХОД РАБОТЫ

2.1 Подготовка

Собираем общую функциональную модель системы измерения мощности для разных блоков генераторов, которые перечислены в теоретических сведениях. Модель системы представлена на рис. 2.1:

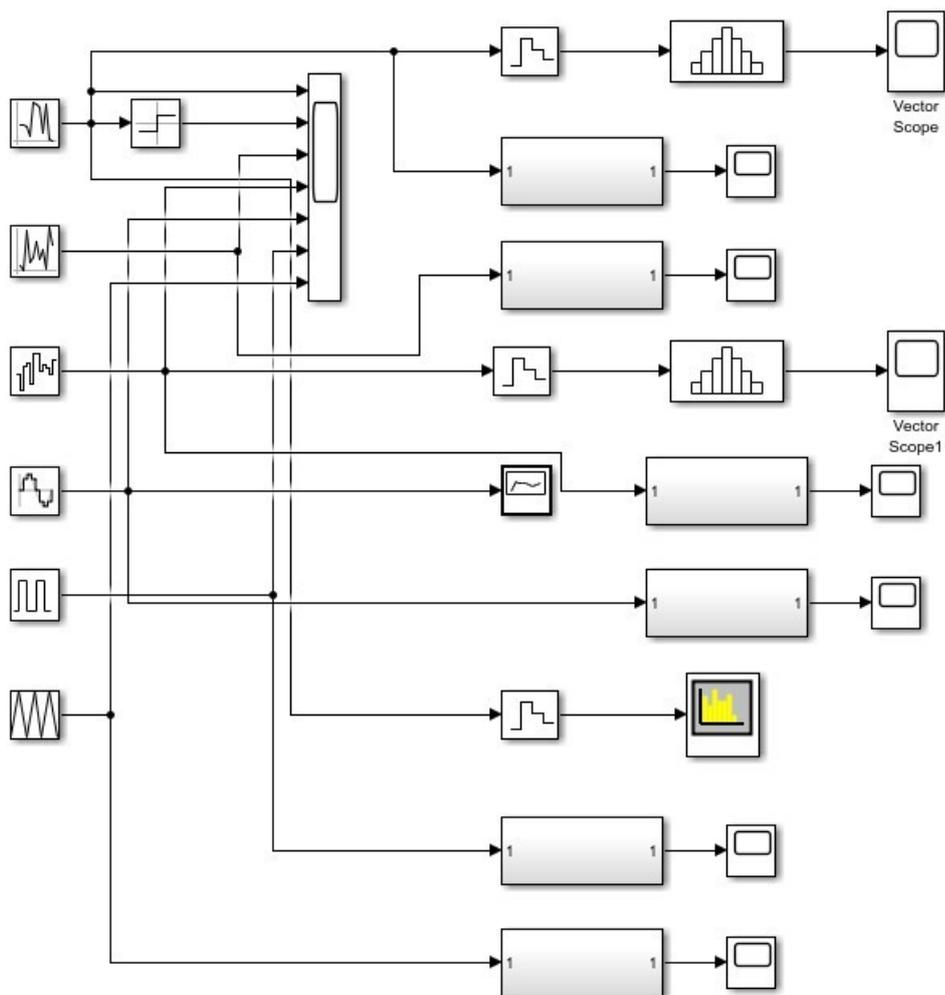


Рисунок 2.1 – Общая модель системы измерения мощности

Далее собираем функциональную модель подсистемы измерения мощности, которая позволяет измерить нам мощность каждого блока генератора. Модель подсистемы представлена на рис. 2.2:

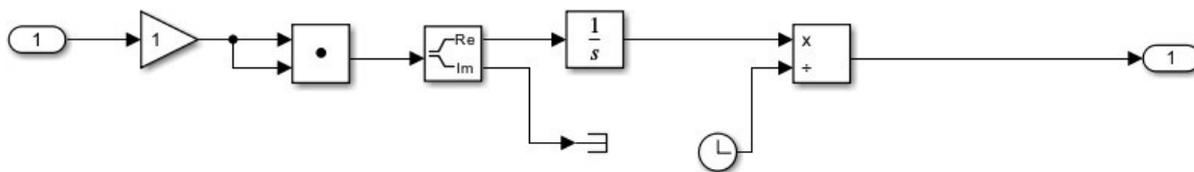


Рисунок 2.2 – Функциональная модель подсистемы измерения мощности

Для уменьшения размеров схемы объединяем функциональную модель подсистемы измерения мощности в один блок под названием Subsystem показанный на рис. 2.3:

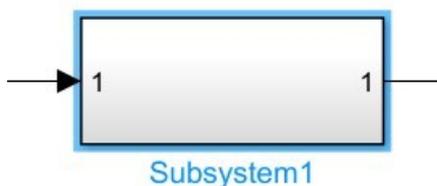


Рисунок. 2.3 – Блок модели подсистемы измерения мощности

2.2 Моделирование

Вторым этапом работы было моделирование системы. При подключении всех источников сигналов к одному осциллографу, происходит наложение сигналов друг на друга, поэтому настроим окно вывода и поместим каждый сигнал в отдельный блок, что показано на рис. 2.4:

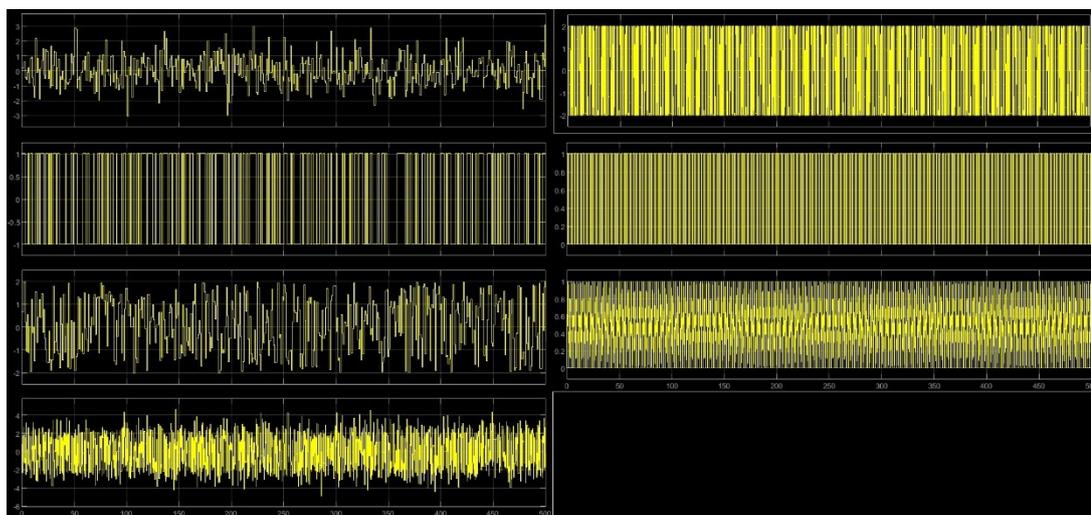


Рисунок 2.4 – Распределенная осциллограмма сигналов

Также в работе приведен блок отображающий гистограмму псевдослучайной последовательности на рис. 2.5:

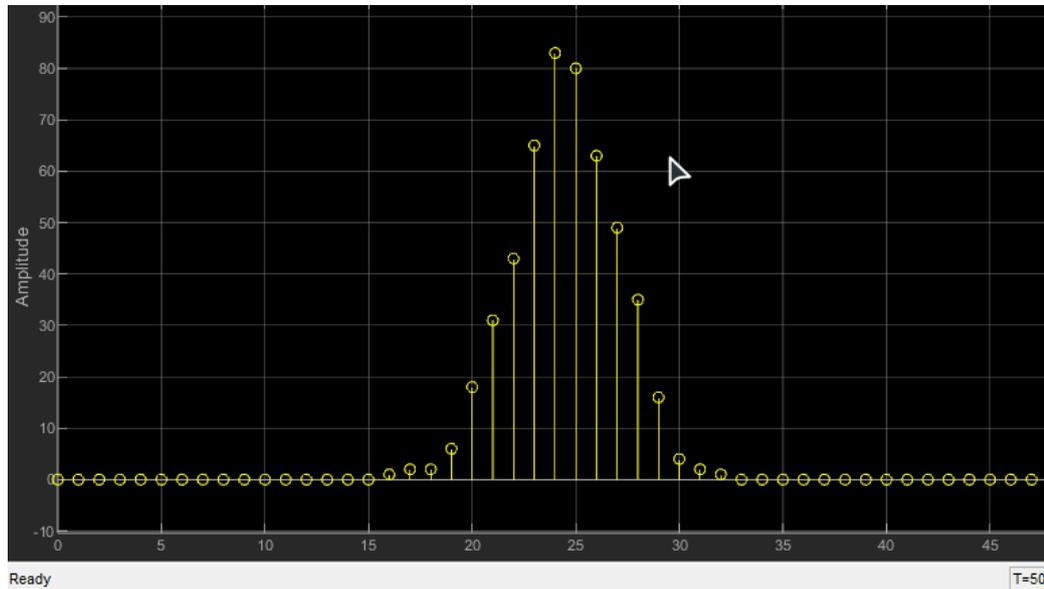


Рисунок 2.5 – Гистограмма

Гистограмма позволяет зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определенные, заранее установленные интервалы.

А блок Averaging Power Spectral Density – простой прибор отображения усреднённого спектра процесса. Его работа представлена на рис. 2.6:

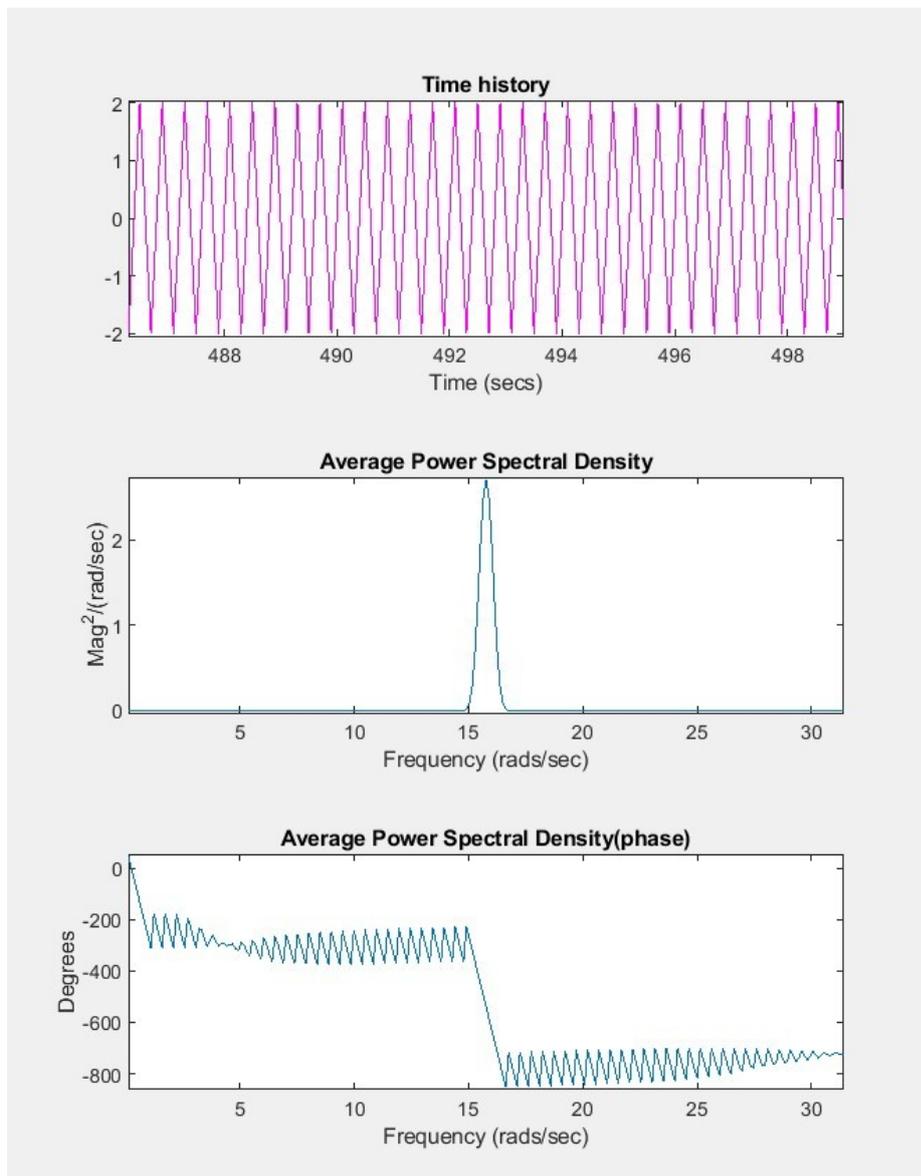


Рисунок 2.6 – Averaging Power Spectral Density

2.3 Обработка результатов

Цель лабораторной работы подтвердить формулы связи мощности с основными параметрами генераторов и установить подобную связь для генератора Repeating Sequence, используя в качестве основного параметра амплитуду треугольного импульса.

Каждый параметр источника сигнала нам известен и представлен в теоретических сведениях. Для первого определения мощностей параметры заданы.

Пример расчёта мощности для 2 сигнала по формуле 2.1:

$$P \frac{(Max - Min)^2}{12} = \frac{(2 - (-2))^2}{12} = \frac{16}{12} = 1,3 \text{ Вт.} \quad (2.1)$$

Формулы мощности и результаты для 5 источников сигналов нам известны и посчитаны, они представлены в таблице 2.1:

Таблица 2.1 – Представление данных и их обработка для 1 опыта

Источник	Параметры					Формула мощности	Результат, Вт
Random Number	0	1	1	1		$P \sim Var$ $P \sim \frac{(Max - Min)^2}{12}$	1
Uniform Random Number	-2	2	13	1			1,3
Band-limited White Noise	[0.2]	0.1	[17]				1,9
Sine Wave	2	0	5	0	0.05	$P \sim Np/St$	2
Pulse Generator	1	2	50	0		$P \sim \frac{A^2}{2}$	0,5
Repeating Sequence	[0 1 2]	[0 1 0]				$P \sim \frac{A^2}{2}$	0,3

Проверим работу нашего измерителя мощности и сравним значение мощности на Uniform Random Number источнике с рассчитанным. График представлен на рис. 2.7:

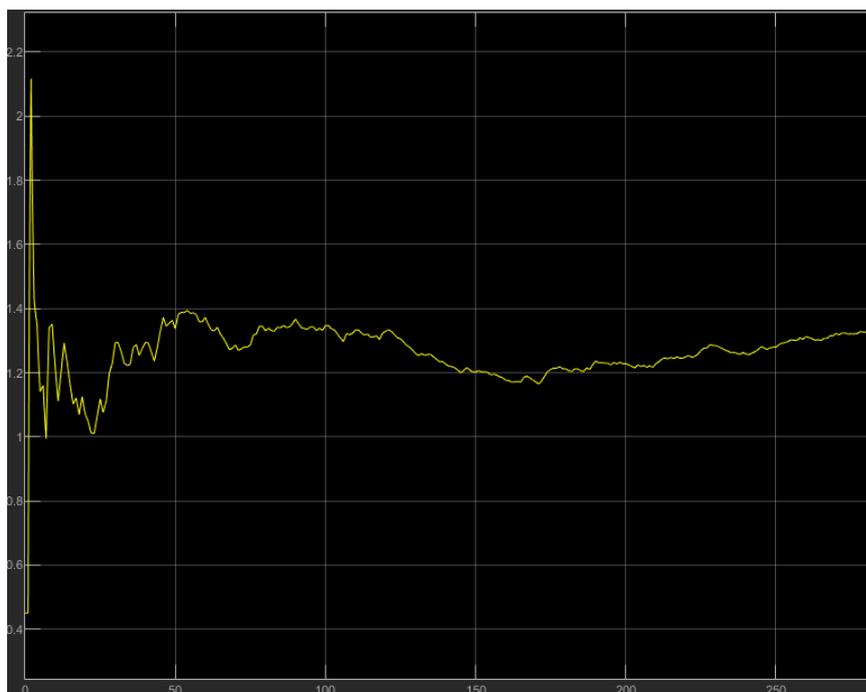


Рисунок 2.7 – Полный график мощности Uniform Random Number

Для более точных значений, расширим график представленный на рис.

2.8:

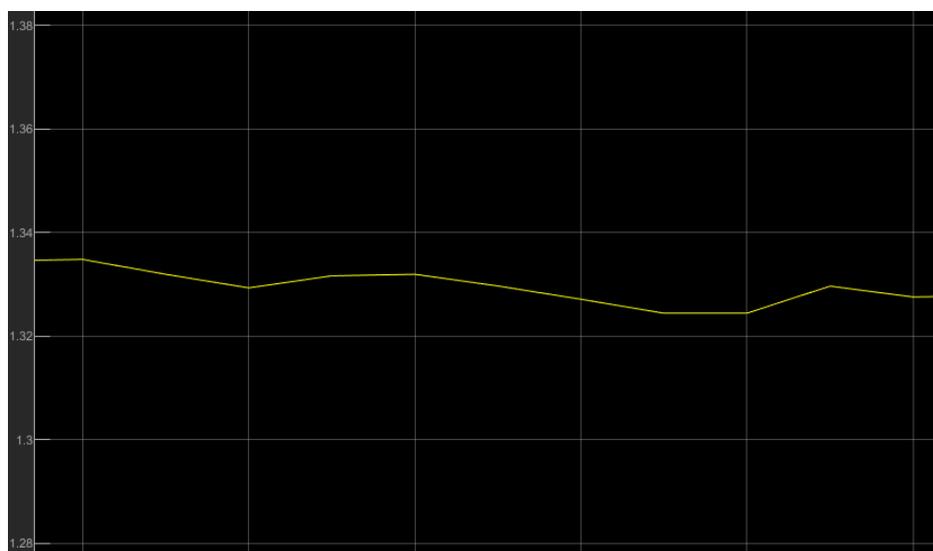


Рисунок 2.8 – Расширенный график мощности Uniform Random Number

Как видим из графика, рассчитанное значение приближенно равно 1,33, следовательно, можно полагать, что формула для расчёта мощности верна.

Изменим параметры наших сигналов для проверки корректности формул для определения мощности и сделаем расчет, результат представлен в таблице 2.2:

Таблица 2.2 – Представление данных и их обработка для 2 опыта

Источник	Параметры					Формула мощности	Результат, Вт
Random Number	0	3	1	1		$P \sim \frac{(Max - Min)^2}{12}$	3
Uniform Random Number	-3	5	10	2			5,3
Band-limited White Noise	[0.5]	0.1	[15]				4,81
Sine Wave	8	0	2	0	0.025	$P \sim Np/St$	32
Pulse Generator	3	1	50	1		$P \sim \frac{A^2}{2}$	4,5
Repeating Sequence	[0 1 2]	[0 2 0]				$P \sim \frac{A^2}{2}$	1,3

Расчёт мощности для 2 сигнала по формуле 2.1:

$$P \frac{(Max - Min)^2}{12} = \frac{(5 - (-3))^2}{12} = \frac{64}{12} = 5,3 \text{ Вт.}$$

Подтвердим рассчитанное значение из графика, который представлен на рис. 2.9:

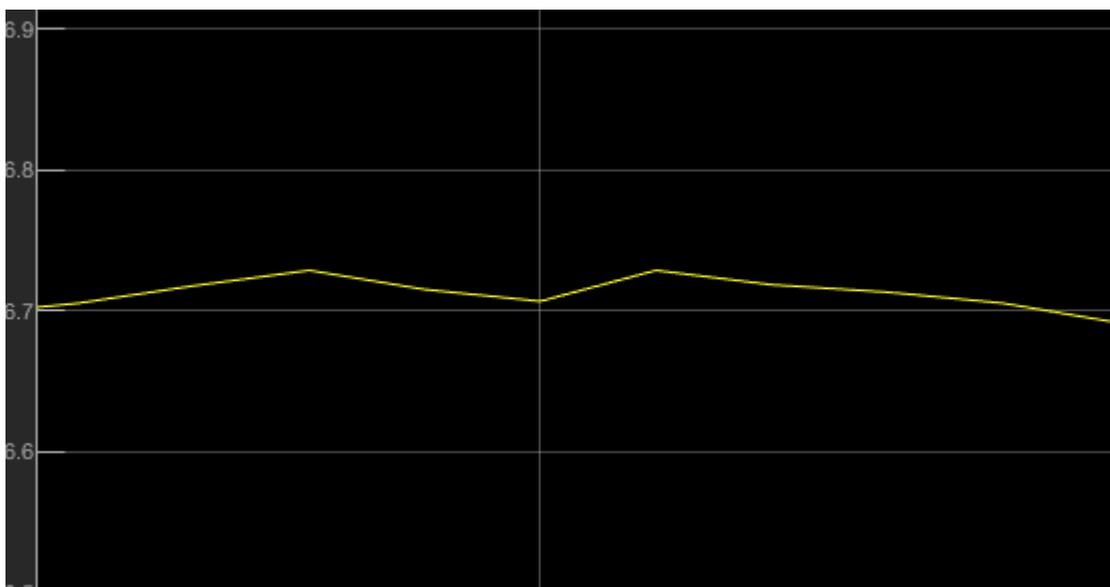


Рисунок 2.9 – Графическое представление мощности Uniform Random Number

Определение формулы мощности для Repeating Sequence, представлены на рис. 2.10 и рис. 2.11:

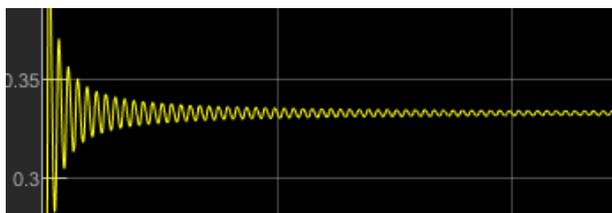


Рисунок 2.10 – Графическое представление мощности Repeating Sequence по первым параметрам

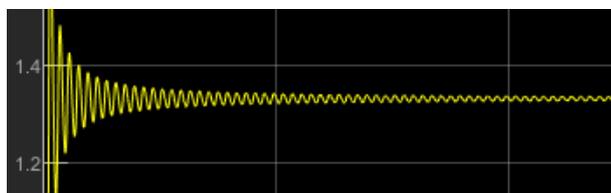


Рисунок 2.11 – Графическое представление мощности Repeating Sequence по вторым параметрам

Из рисунков видно, что дробная часть указывает на то, что в формуле происходит деление на 3, проверим формулу 2.2:

$$(2.2)$$

$$P = \frac{A^2}{3}.$$

Расчёт для первых параметров:

$$P = \frac{A^2}{3} = \frac{1^2}{3} = 0,33 \text{ Вт}.$$

Расчёт для вторых параметров:

$$P = \frac{A^2}{3} = \frac{2^2}{3} = \frac{4}{3} = 1,33 \text{ Вт}.$$

Подтвердим формулу последним расчётом и графиком, который представлен на рис. 2.12:

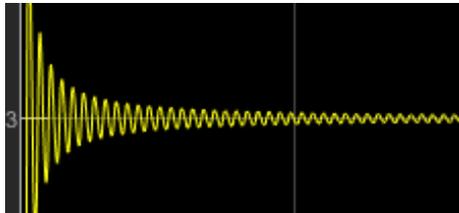


Рисунок 2.12 – Графическое представление мощности Repeating Sequence с амплитудой равной 3

Расчёт для вторых параметров:

$$P = \frac{A^2}{3} = \frac{3^2}{3} = \frac{9}{3} = 3 \text{ Вт}.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе лабораторной работы была изучена программа Matlab Simulink, основные виды сигналов, блоков отображения результатов, настройка окон отображения и прочего функционала программы. Подтверждены формулы мощности для основных видов сигналов, но была замечена большая погрешность на рис. 2.9 и результатов таблицы 2.2, графическое отображение показало мощность 6,7 Вт, а рассчитанное по формуле 5,3 Вт, следовательно, можно сделать вывод, что на результат мощности влияют не только параметры амплитуды. Кроме того, была выведена формула для Repeating Sequence: $P = \frac{A^2}{3}$.