

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

Кафедра Телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

**ПРАКТИКА АППАРАТУРНОГО АНАЛИЗА СИГНАЛОВ ВО  
ВРЕМЕННОЙ И ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТЯХ**

Отчет по лабораторной работе №1 по дисциплине  
«Сигналы электросвязи»

Выполнил:

Студент гр. 160 Варанкин В.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022

Проверил:

Доцент каф. ТОР

Богомолов С.И.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью работы «Практика аппаратного анализа сигналов во временной и частотной области» является изучение основных временных и спектральных характеристик сигналов.

Задачами лабораторного практикума являются:

- приобретение практических навыков аппаратного анализа сигналов;
- изучение радиотехнических цепей и приобретение практических навыков измерения основных характеристик цепей;
- изучение и практическое освоение экспериментальных методов анализа прохождения сигналов через радиотехнические цепи.

## **1 Описание методик измерения параметров и характеристик исследуемого устройства**

- 1) Средствами пакета QUCS собрать схему для исследования характеристик периодических сигналов. Амплитуду колебаний гармонического сигнала установили равной 1 В, частоту колебаний – 1 кГц.
- 2) Выполнили моделирование схемы. Результаты моделирования представить в графической форме в декартовой системе координат.
- 3) Исследовали спектральный состав сигнала.
- 4) Дополнили схему исследований вторым источником переменного напряжения  $V_2$  и повторили исследования по пунктам 2 и 3.
- 5) Добавили в схему исследований дополнительные источники переменного напряжения. Повторили исследования по пунктам 2-3.
- 6) Для исследования характеристик импульсных сигналов собрали схему с источником импульсного напряжения. Напряжение между импульсами установили равным нулю.
- 7) Выполнили моделирования схемы. Результаты моделирования представили в графической форме в декартовой системе координат.
- 8) Определили ширину полосы АЧХ спектра сигнала по пороговому критерию.
- 9) У источника импульсного сигнала установили длительности переднего и заднего фронтов, равными половине длительности импульса. Повторили исследования по пункту 7 и 8.

Дано:  $U = 40 \text{ В}$   
  $T = 110 \text{ мкс}$   
  $R = 50 \text{ Ом}$

$$U = 40 \text{ В}$$

$$T = 110 \text{ мкс}$$

$$R = 50 \text{ Ом}$$

$$R = 50 \text{ Ом}$$

$$A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

$$Q_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} E \cos \omega t dt = \frac{2}{T} \int_{-20 \cdot 10^{-6}}^{20 \cdot 10^{-6}} \cos n \omega t dt =$$

$$= \frac{2E}{T} \left[ \frac{1}{n\omega} \sin(n\omega t) \right]_{-20 \cdot 10^{-6}}^{20 \cdot 10^{-6}} = \frac{2E}{T n \omega} (\sin 20 \cdot 10^{-6} n \omega t +$$

$$+ \sin 20 \cdot 10^{-6} n \omega t) = \frac{2E}{T n \omega} (2 \sin \frac{40 \cdot 10^{-6}}{2} n \omega t - \cos t) =$$

$$= \frac{4E}{T n \omega} \sin \frac{40 \cdot 10^{-6} n \omega t}{2}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$Q_n = \frac{2E}{\pi n} \sin \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 2\pi n}{4T} = \frac{2E}{\pi n} \cdot \sin \frac{40 \cdot 10^{-6} \pi n}{2T}$$

$$b_n = \frac{2E}{\pi n} \sin \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 2\pi n}{4T} = \sin \pi = 0$$

$$A_n = |Q_n|$$

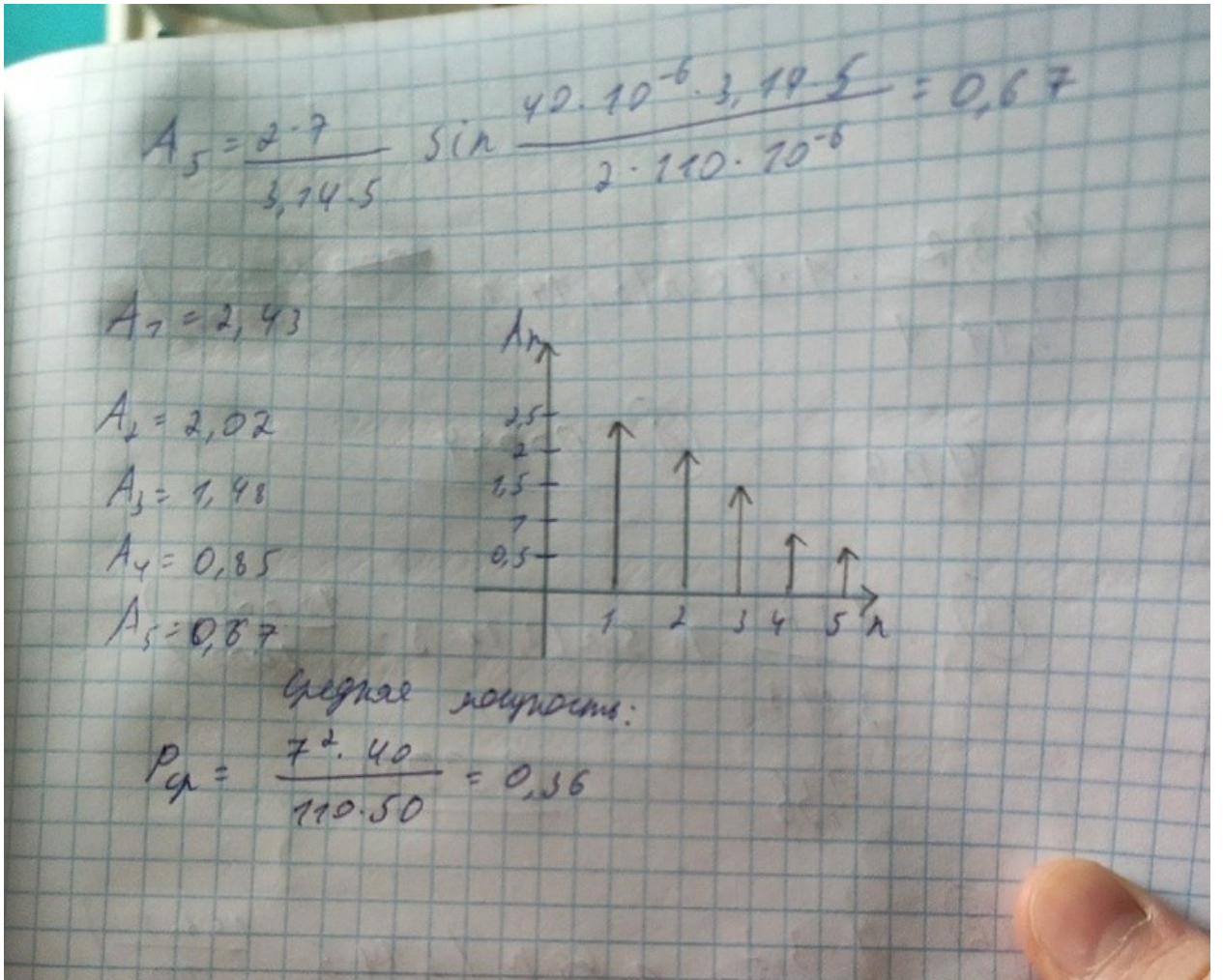
$$A_1 = \frac{2 \cdot 7}{3,14 \cdot 1} \cdot \sin \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 3,14 \cdot 1}{2 \cdot 110 \cdot 10^{-6}} = 2,43$$

$$A_2 = \frac{2 \cdot 7}{3,14 \cdot 2} \cdot \sin \frac{40 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 110 \cdot 10^{-6}} = 2,02$$

$$A_3 = \frac{2 \cdot 7}{3,14 \cdot 3} \cdot \sin \frac{40 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 110 \cdot 10^{-6}} = 1,98$$

$$A_4 = \frac{2 \cdot 7}{3,14 \cdot 4} \cdot \sin \frac{40 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 110 \cdot 10^{-6}} = 0,85$$





## 2 Выполнение лабораторной работы

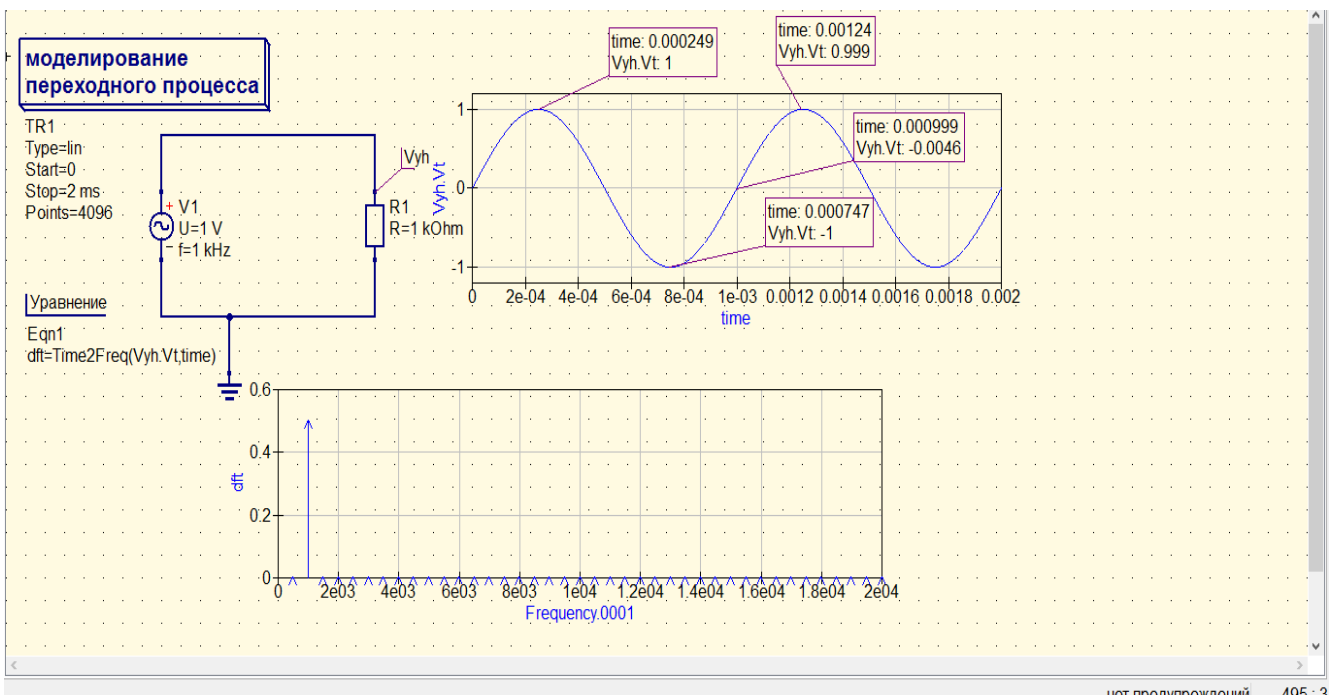


Рисунок 2.1 – Временное и спектральное представление гармонического сигнала

На рисунке 2.1 представлена только одна ненулевая составляющая ряда Фурье, что характерно для гармонического сигнала. Далее на рисунках мы увидим, что появляются новые ненулевые составляющие ряда Фурье, из чего мы можем сделать вывод, что при включении более одного генератора сигнал все больше будет отходить от понятия «гармонический».

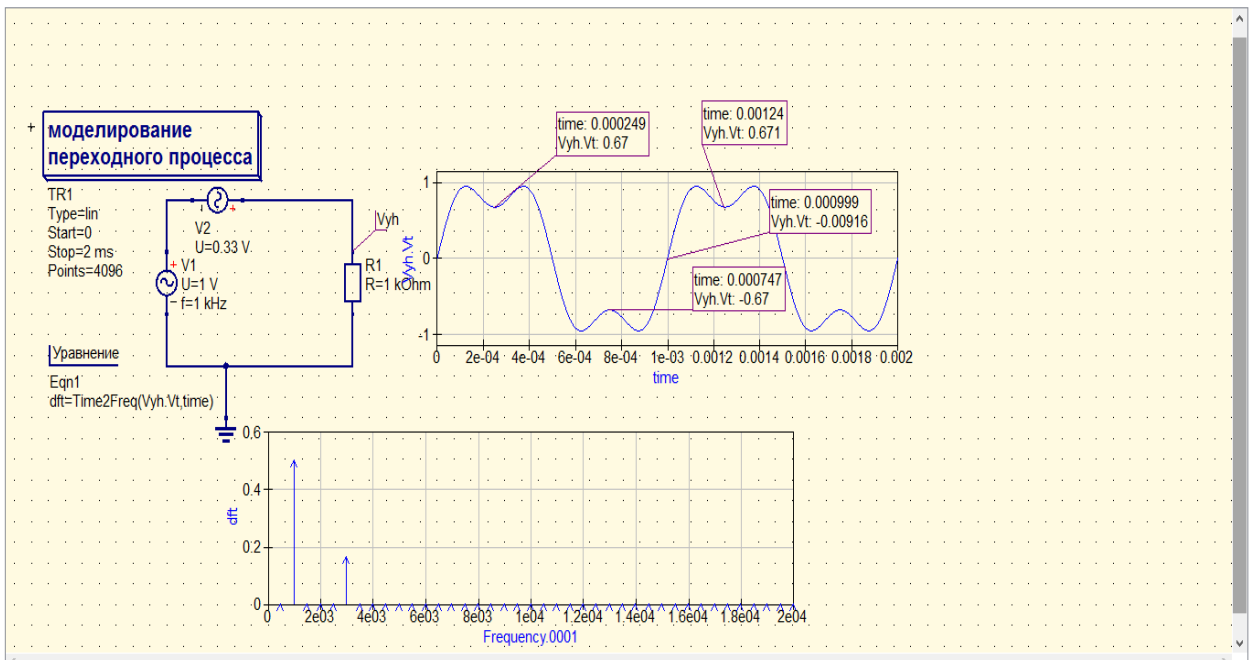


Рисунок 2.2 - Временное и спектральное представление суммы двух сигналов

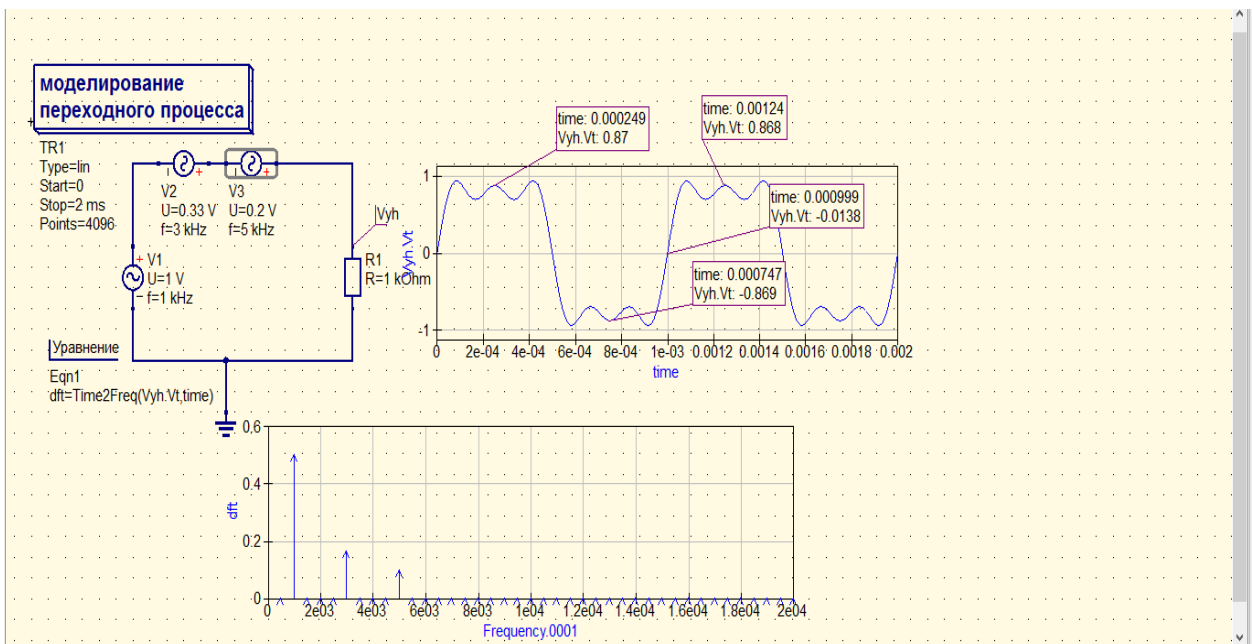


Рисунок 2.3 - Временное и спектральное представление суммы трёх сигналов

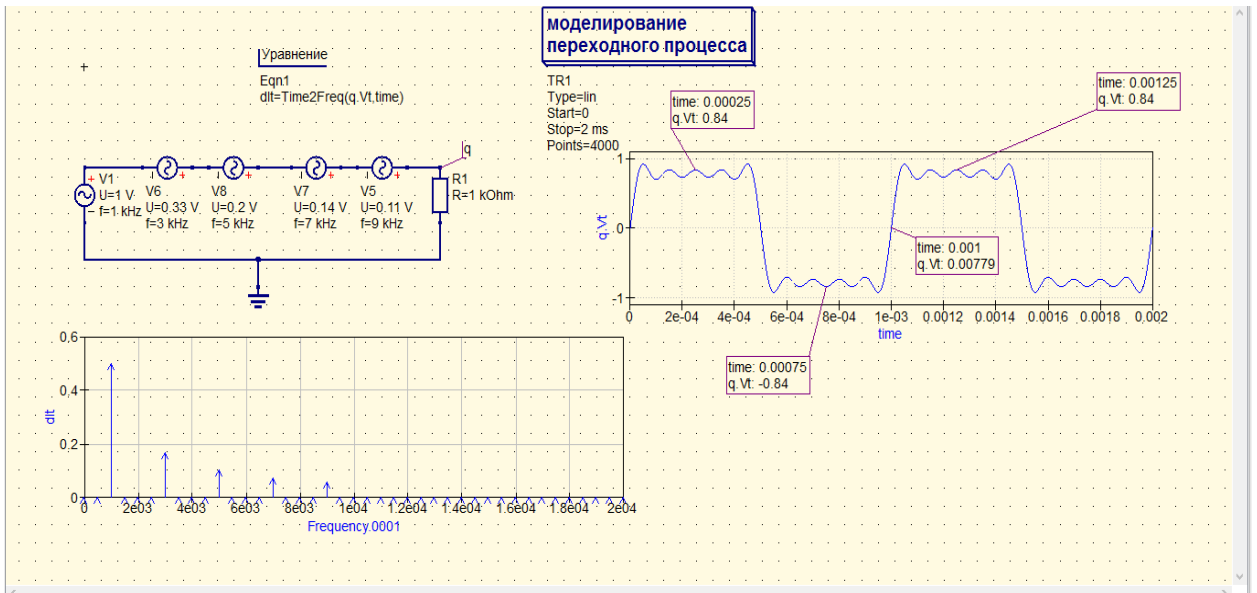


Рисунок 2.4 - Временное и спектральное представление суммы пяти сигналов

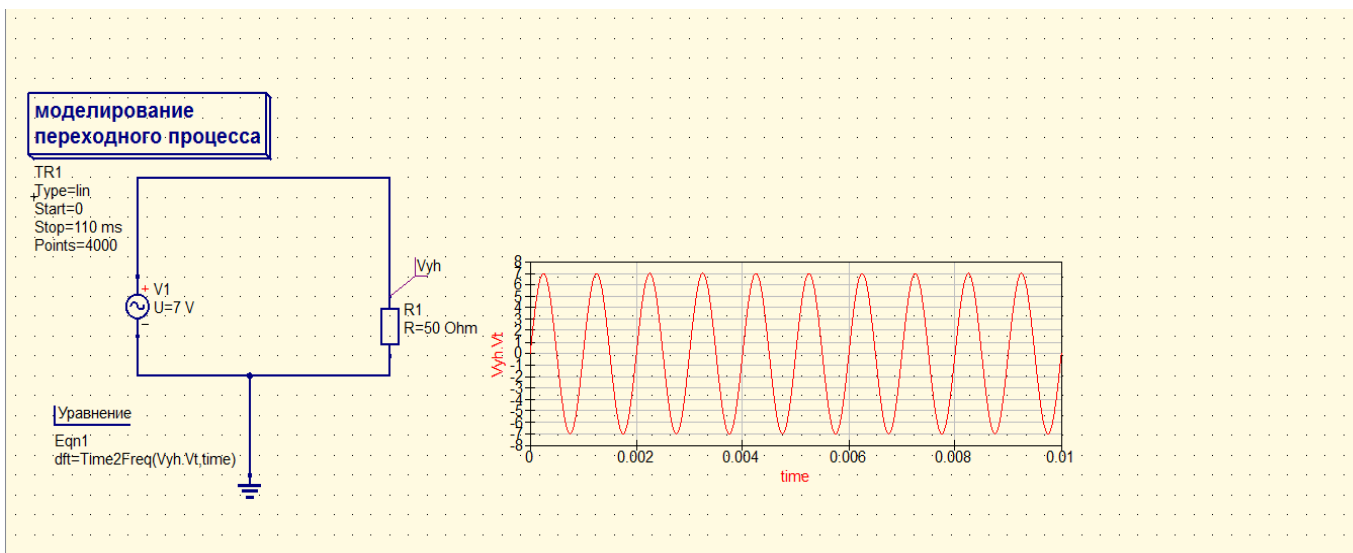


Рисунок 2.5 – Индивидуальная Схема и заданное моделирование

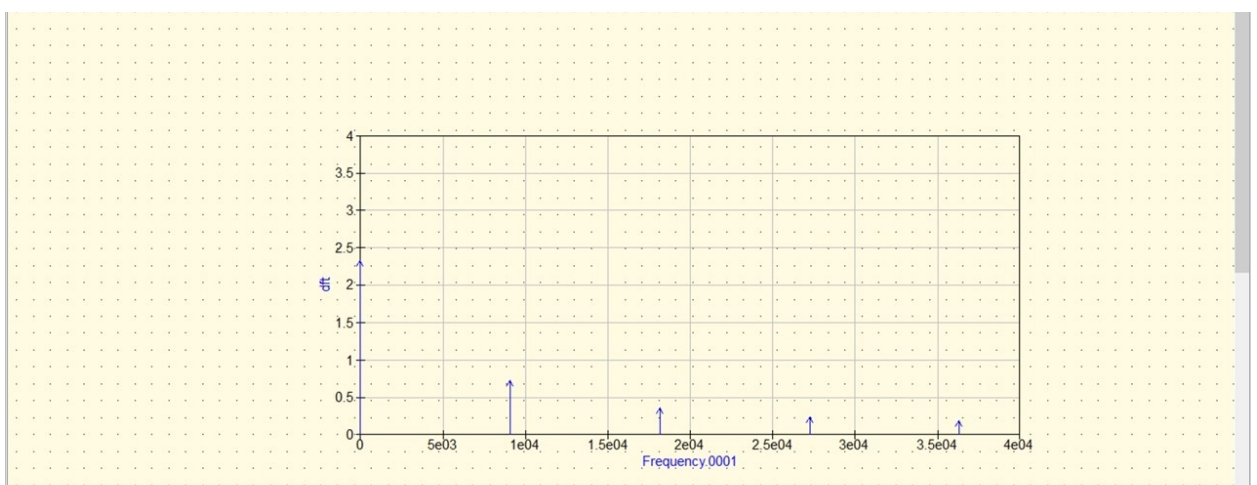


Рисунок 2.6 – Спектральное представление исследуемой цепи

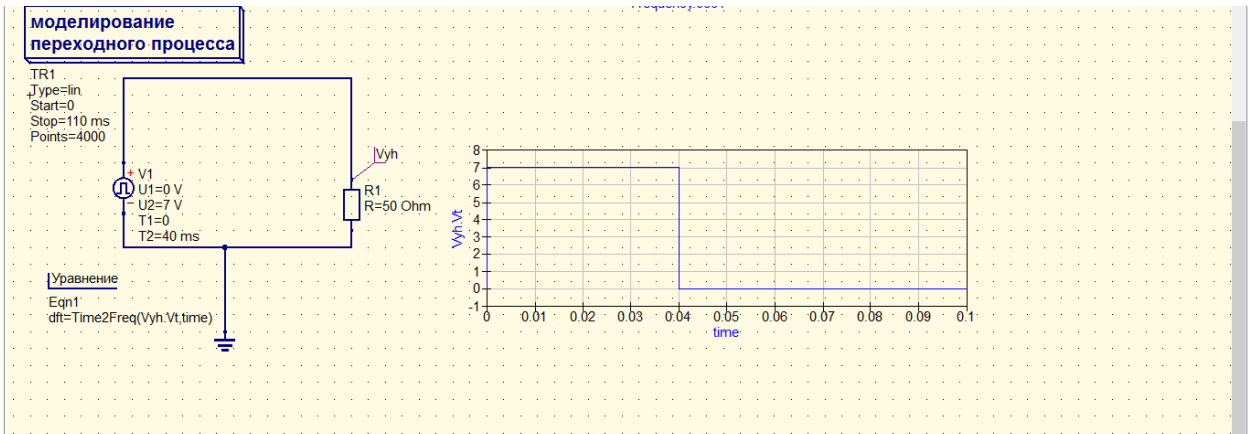


Рисунок 2.7– Индивидуальная Схема и заданное моделирование

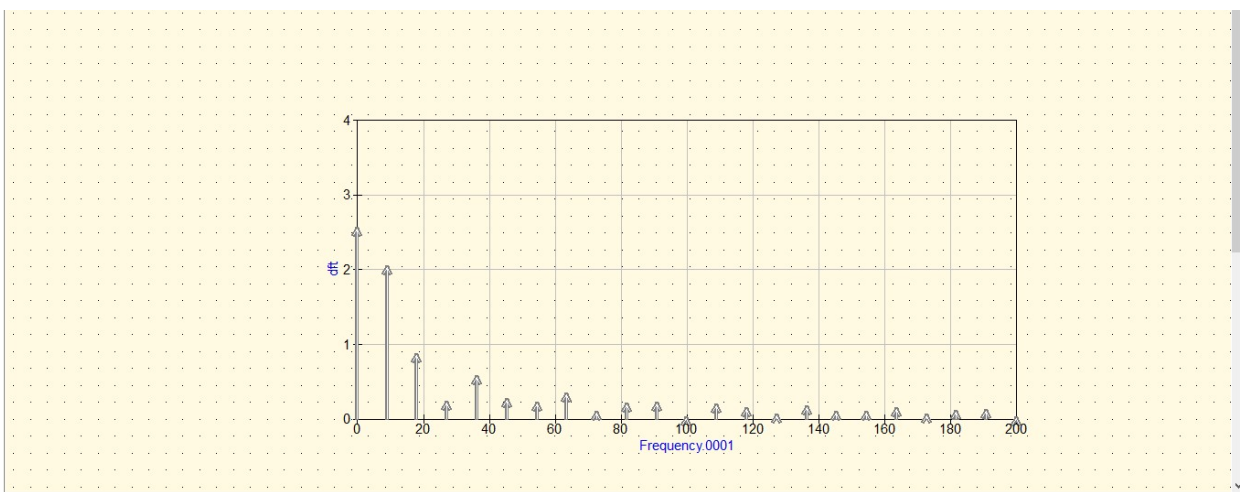


Рисунок 2.8 – Спектральное представление исследуемой цепи

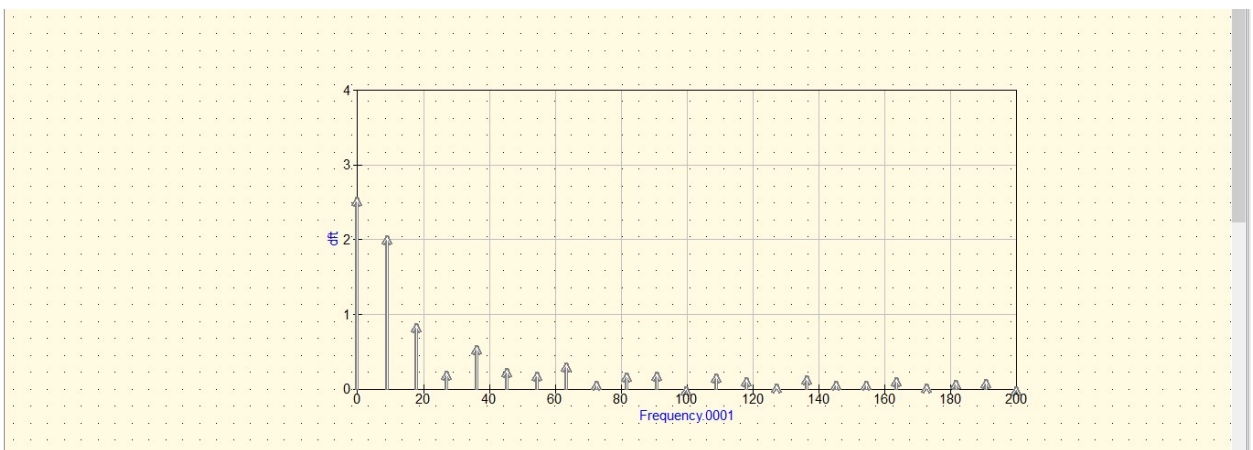


Рисунок 2.9 – Определение ширины полосы АЧХ спектра сигнала



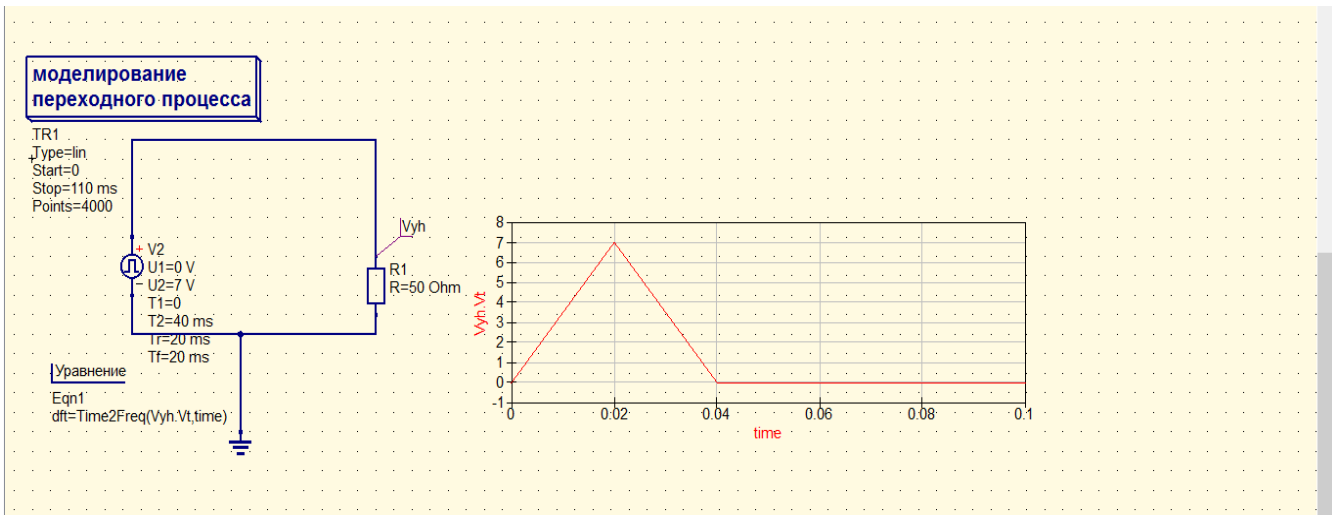


Рисунок 2.10 – Индивидуальная Схема и заданное моделирование

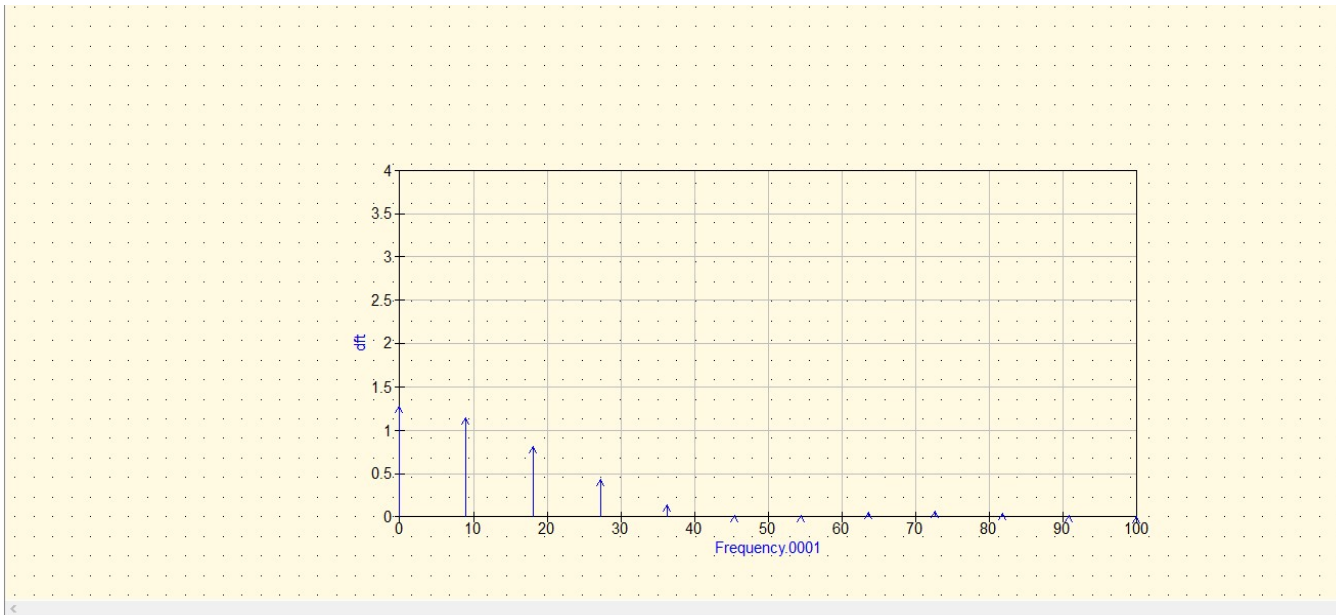


Рисунок 2.11 – Определение ширины полосы АЧХ спектра сигнала

## **Выводы**

В процессе выполнения работы мы познакомились с базовыми моделями сигналов и их основными характеристиками с помощью пакета схемотехнического моделирования Qucs. Приобрели практические навыки аппаратного анализа сигналов, были изучены радиотехнические цепи и также освоили экспериментальные методы анализа прохождения сигналов через радиотехнические цепи.