

УДК 621.375.4:004.942

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ УСИЛИТЕЛЕЙ РАДИОСИГНАЛОВ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ LABVIEW

Вунна Чжо, магистрант

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Курочкин А.Е. – канд. техн. наук,
доцент кафедры ИРТ

Аннотация. Представлены результаты экспериментального виртуального исследования, разработанного в программной среде LabVIEW лабораторного стенда для изучения усилителей радиосигналов.

Ключевые слова. Усилители, согласующие цепи, коэффициент включения, резонансные каскады, апериодические каскады, амплитудно-частотная характеристика (АЧХ), компьютерное моделирование.

В [1] представлены результаты разработки программного модуля на языке графического программирования высокого уровня LabVIEW. Целью данной статьи является демонстрация практического применения модуля для проведения практического эксперимента с целью изучения основных закономерностей функционирования резонансных и апериодических усилителей радиосигналов и проверка корректности функционирования виртуального прибора.

На рисунке 1 представлена лицевая панель разработанного виртуального прибора в режиме демонстрации принципиальной схемы.

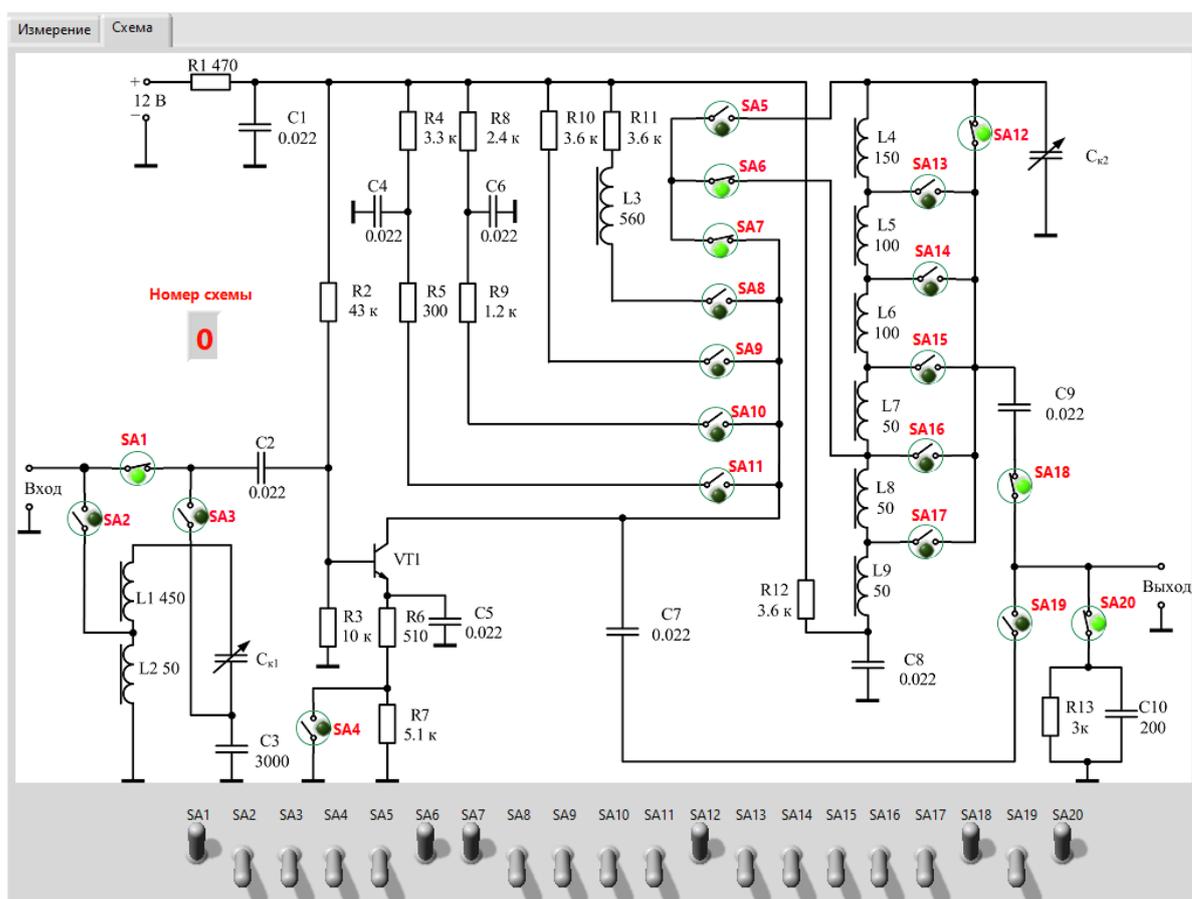


Рисунок 1 – Принципиальная схема виртуального стенда

Моделирование производим в режиме измерения АЧХ с помощью свип-генератора при выходном напряжении генератора сигнала $U_i=0,001$ В. Цель эксперимента – визуализация АЧХ в различных режимах работы резонансного и апериодического каскадов. Режимы работы стенда

устанавливаются с помощью реле SA1-SA20. Реле SA5 и SA6 изменяют коэффициент включения контура n_1 со стороны коллектора транзистора VT1, а реле SA12-SA17 изменяют коэффициент включения контура n_2 со стороны нагрузки, подключением которой управляют реле SA18-SA20.

Резонансный режим работы каскада обеспечивается включением реле SA7, аperiodический режим с различными коллекторными элементами – реле SA8-SA11. Подключение входной цепи к усилительному каскаду обеспечивают реле SA2 и SA3. Реле SA4 изменяет режим работы каскада по постоянному току.

Результаты измерения АЧХ в различных режимах представлены на рисунках 2-20.

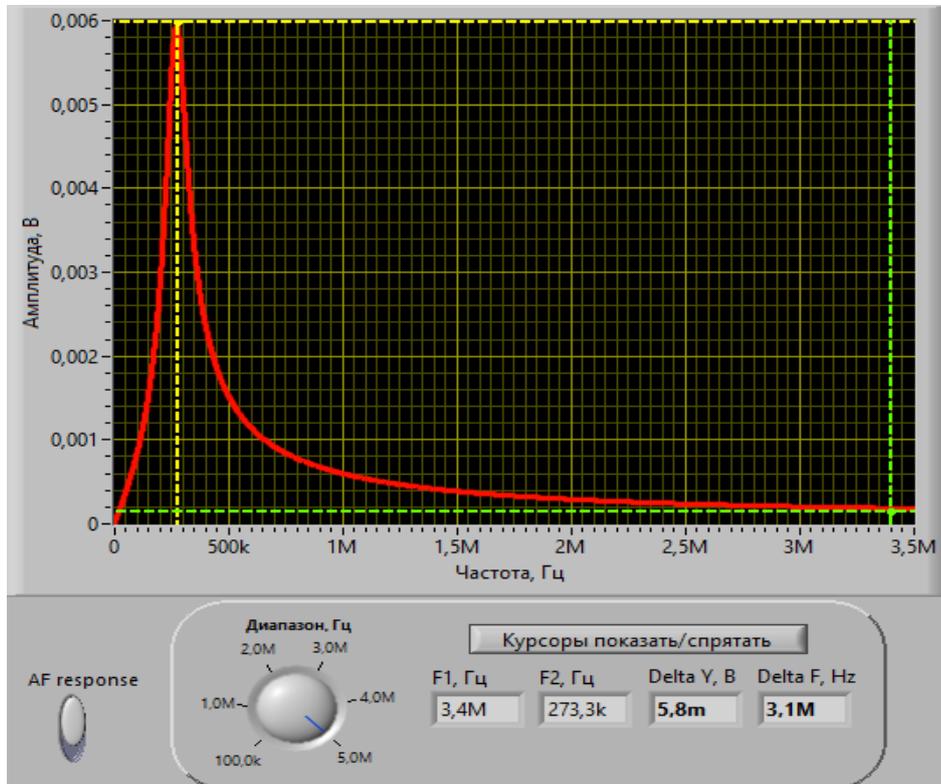


Рисунок 2 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA6="Вкл", SA7="Вкл", SA12="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

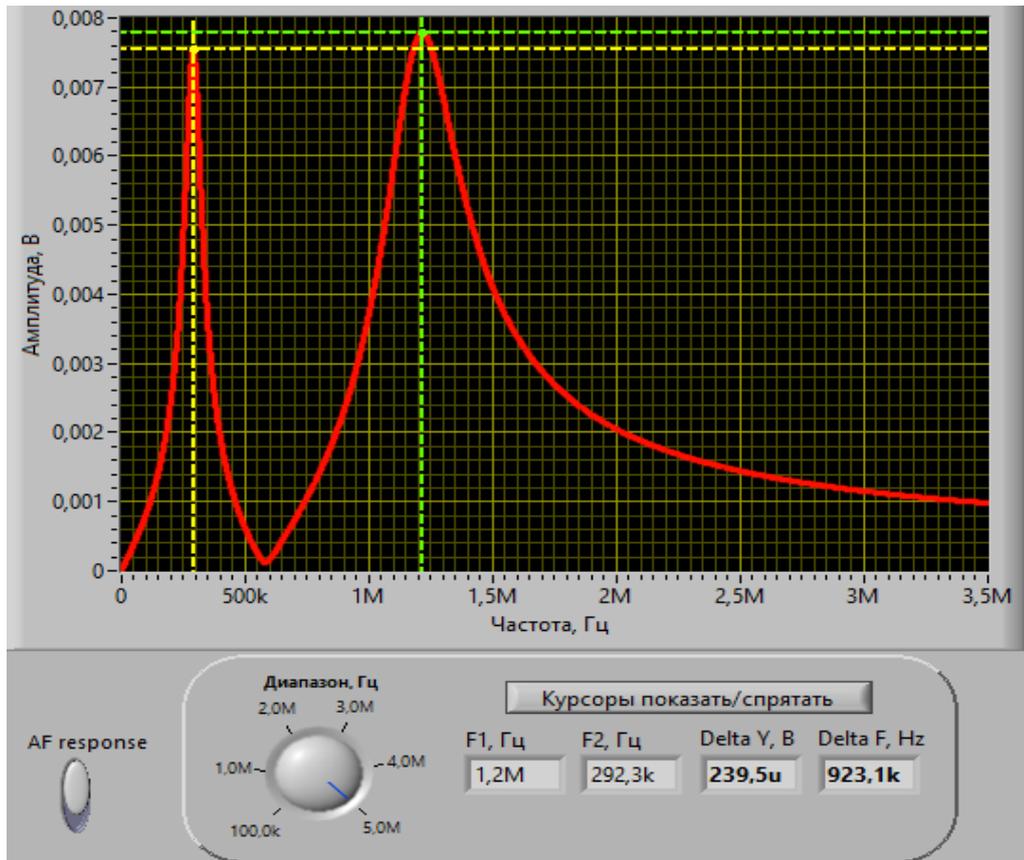


Рисунок 3 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA6="Вкл", SA7="Вкл", SA13="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

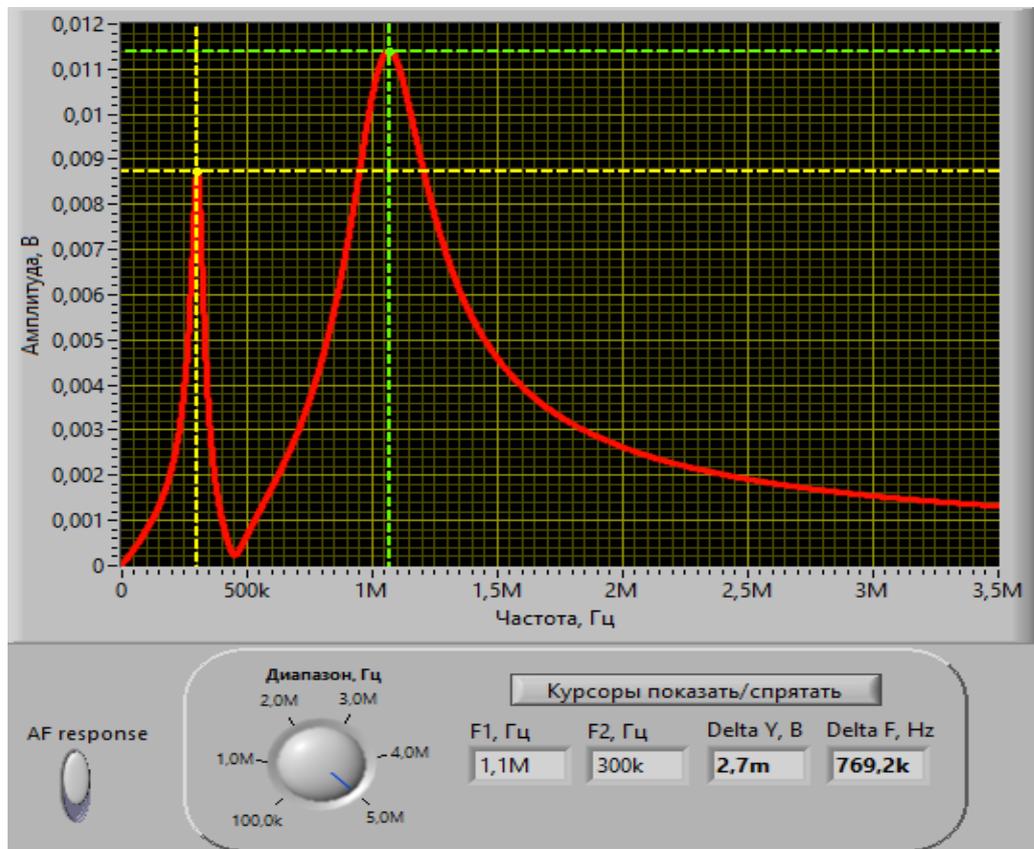


Рисунок 4 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA6="Вкл", SA7="Вкл", SA14="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

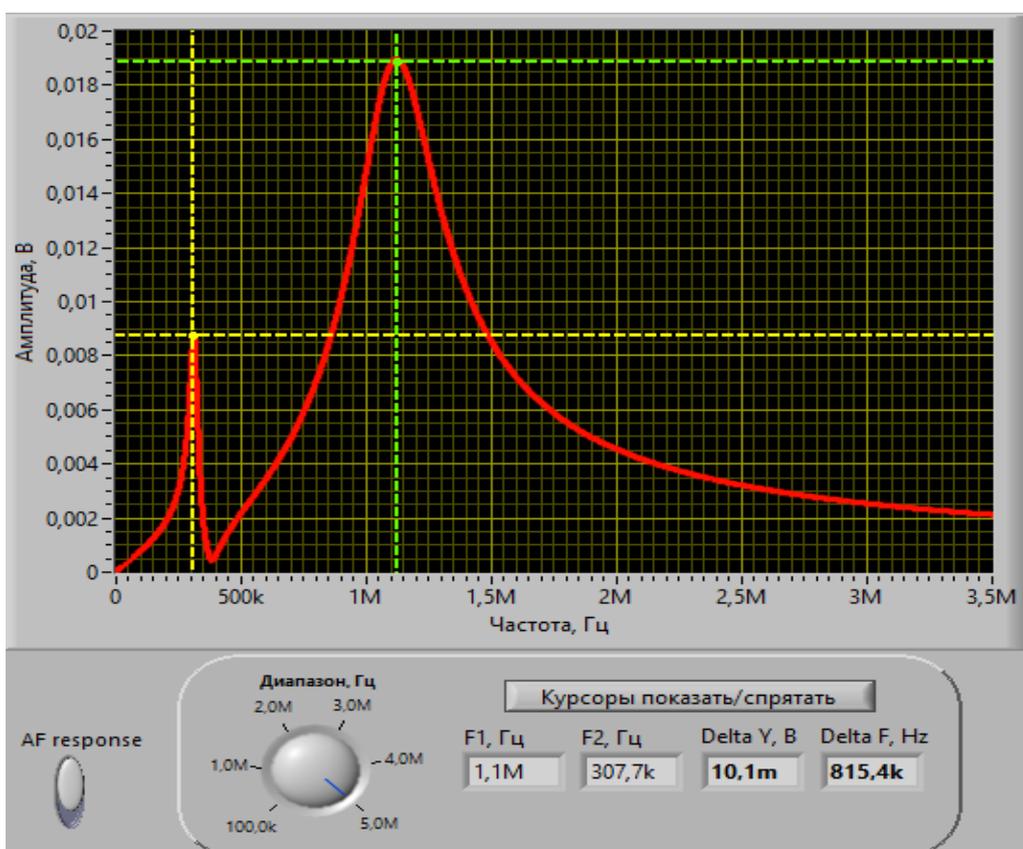


Рисунок 5 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA6="Вкл", SA7="Вкл", SA15="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

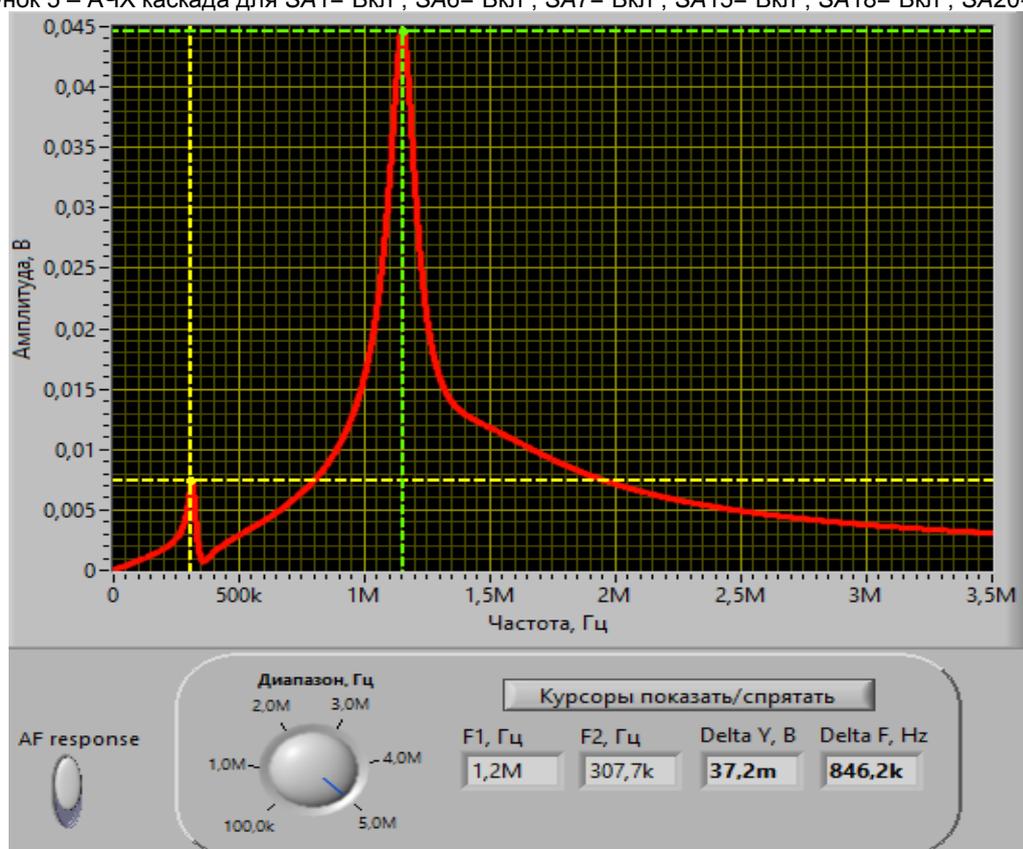


Рисунок 6 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA6="Вкл", SA7="Вкл", SA16="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

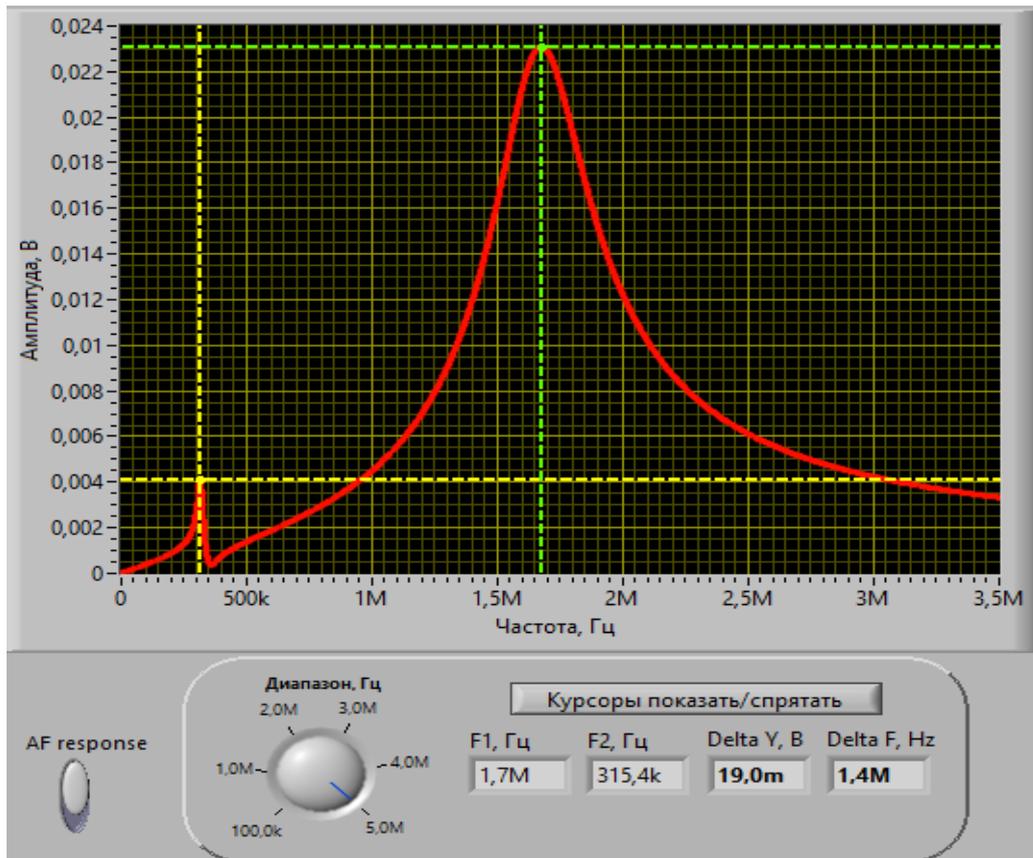


Рисунок 7 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA6="Вкл", SA7="Вкл", SA17="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

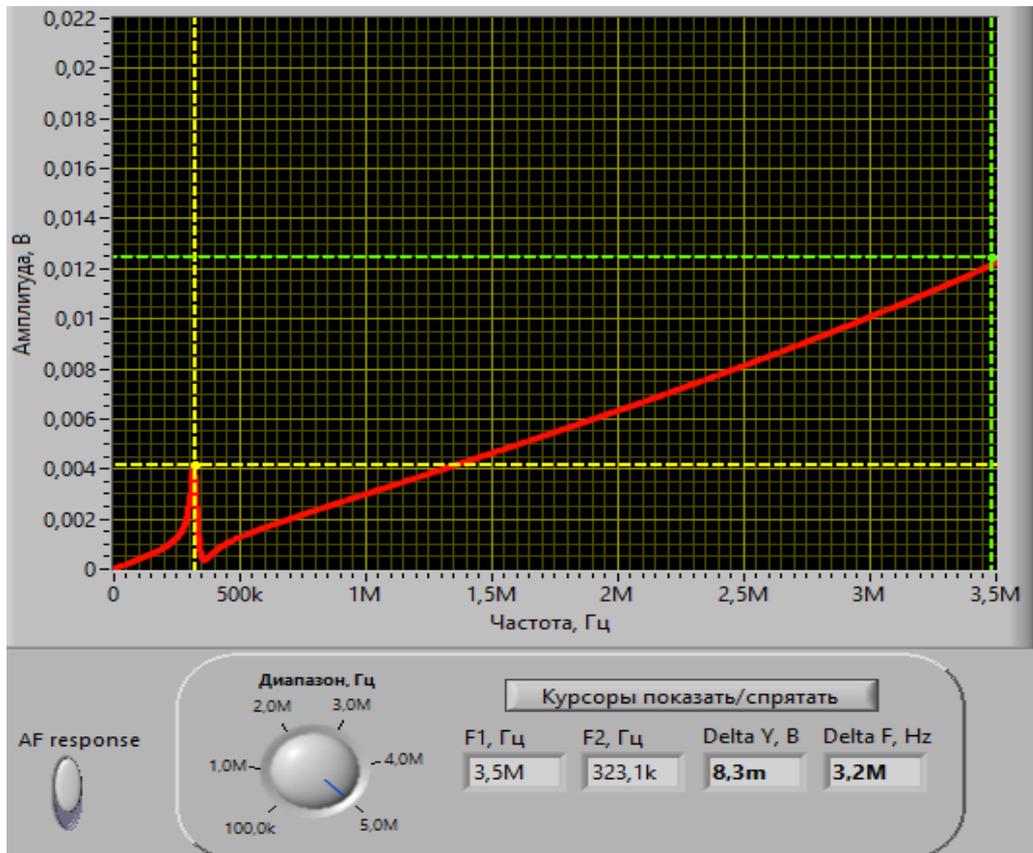


Рисунок 8 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA6="Вкл", SA7="Вкл", SA17="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Откл"

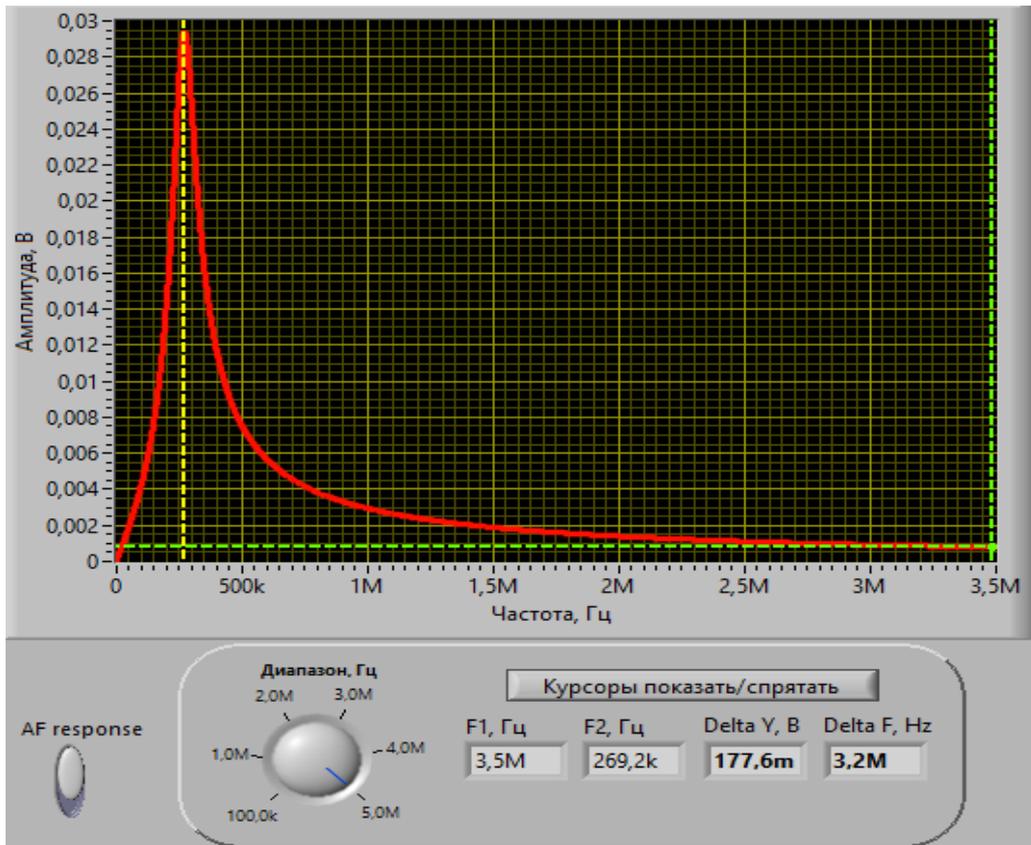


Рисунок 9 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA5="Вкл", SA7="Вкл", SA12="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

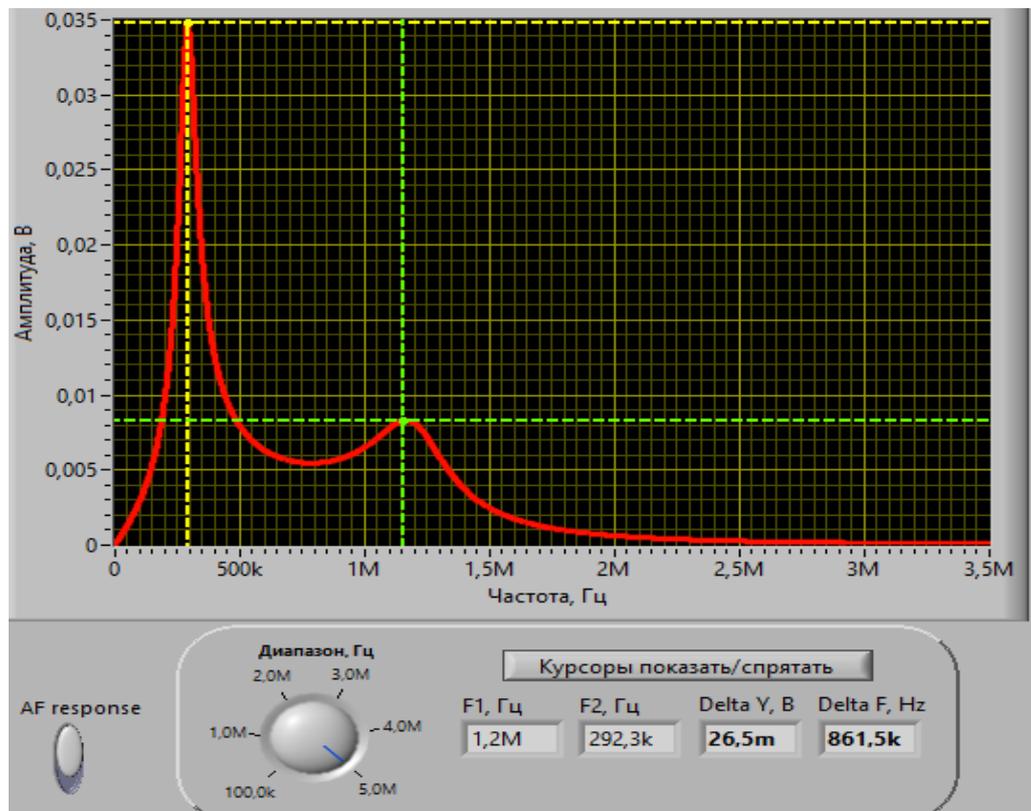


Рисунок 10 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA5="Вкл", SA7="Вкл", SA13="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

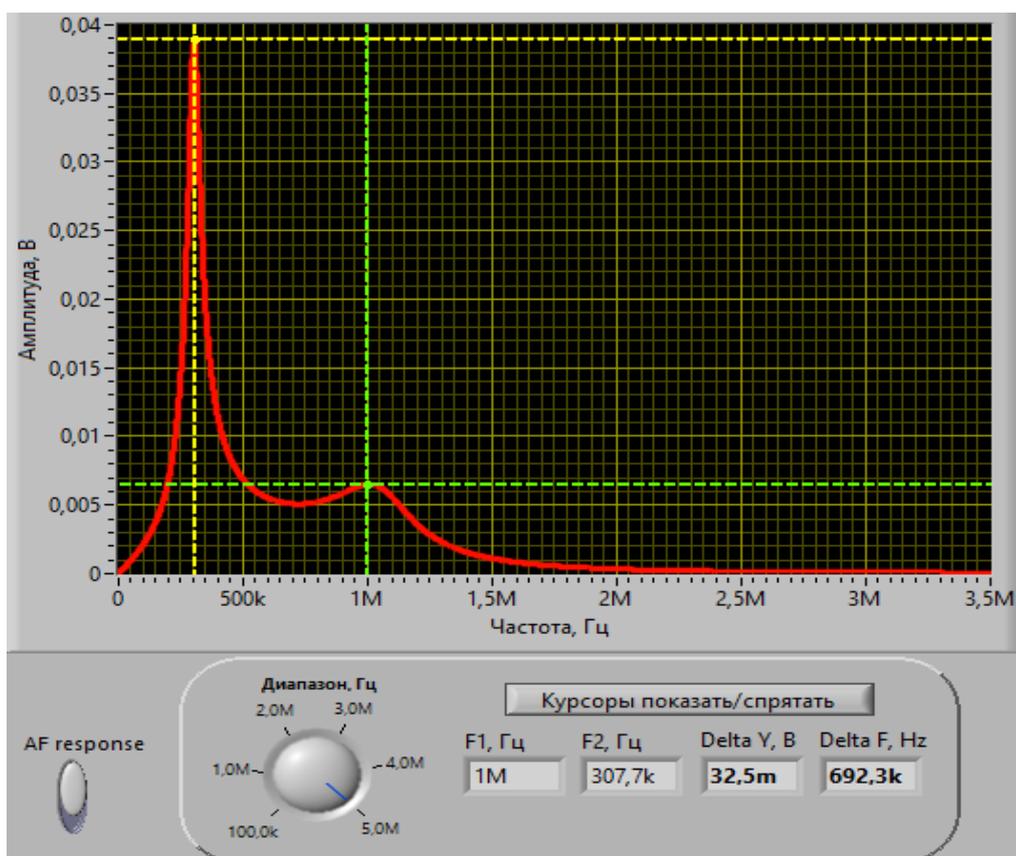


Рисунок 11 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA5="Вкл", SA7="Вкл", SA14="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

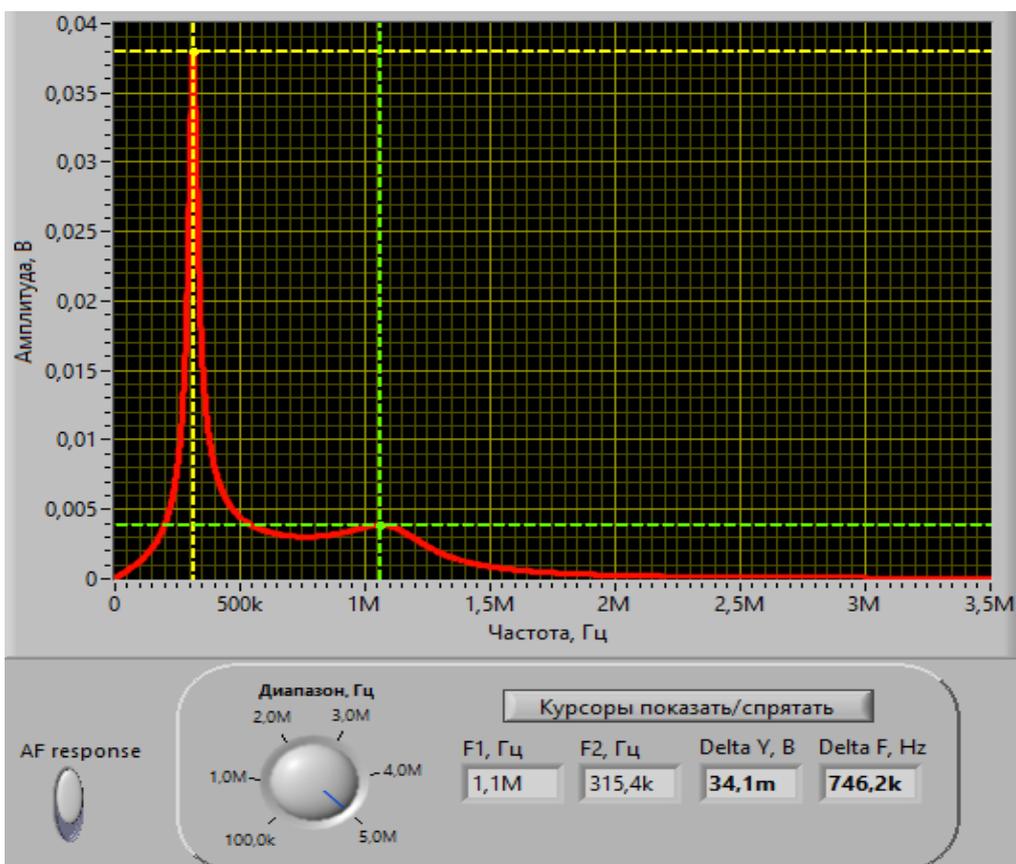


Рисунок 12 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA5="Вкл", SA7="Вкл", SA15="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

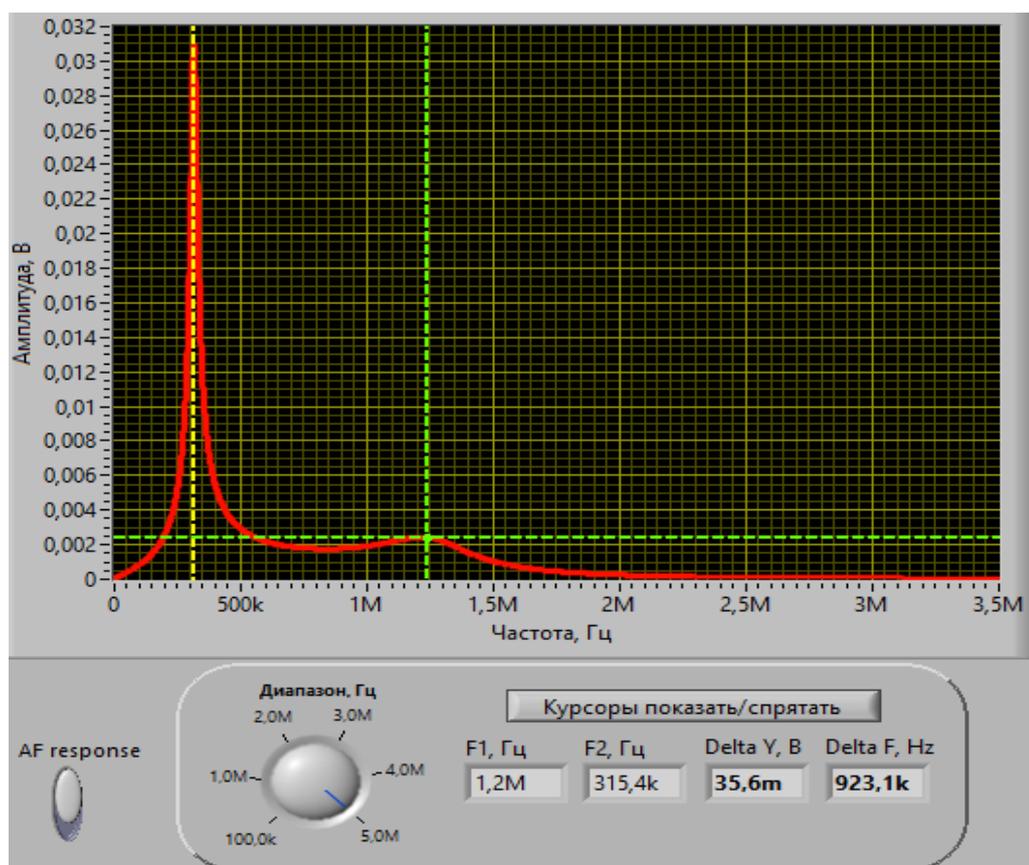


Рисунок 13 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA5="Вкл", SA7="Вкл", SA16="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

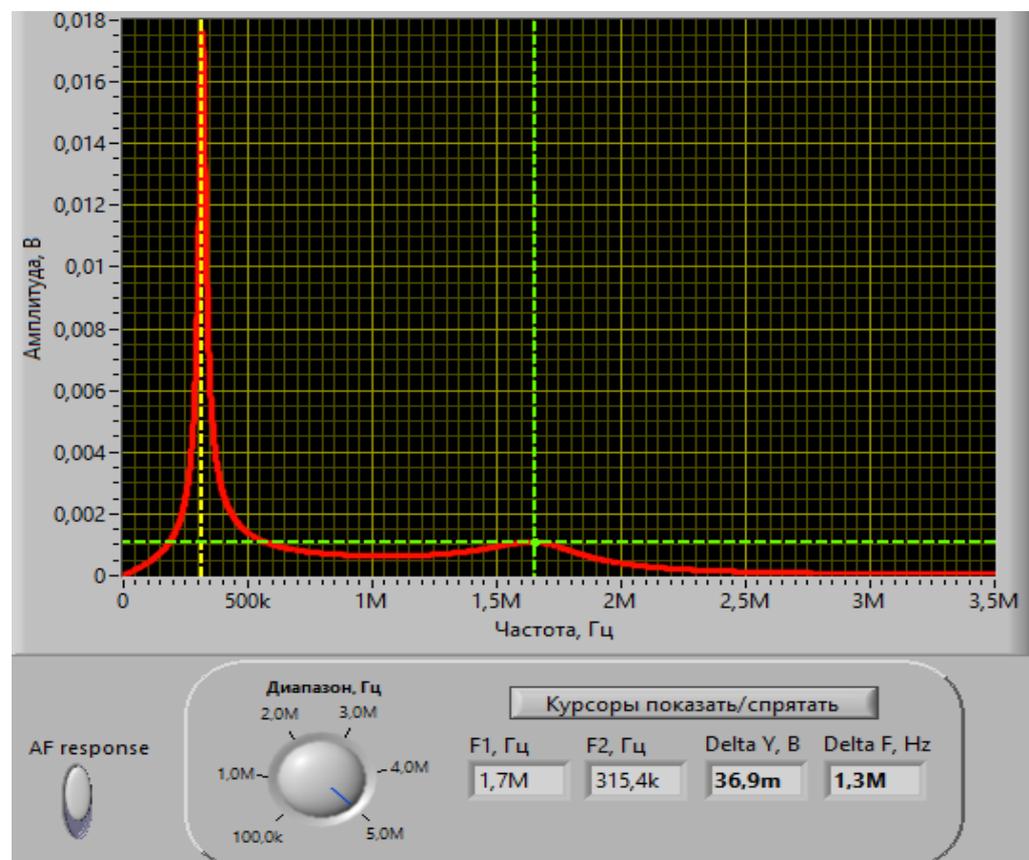


Рисунок 14 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA5="Вкл", SA7="Вкл", SA17="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл"

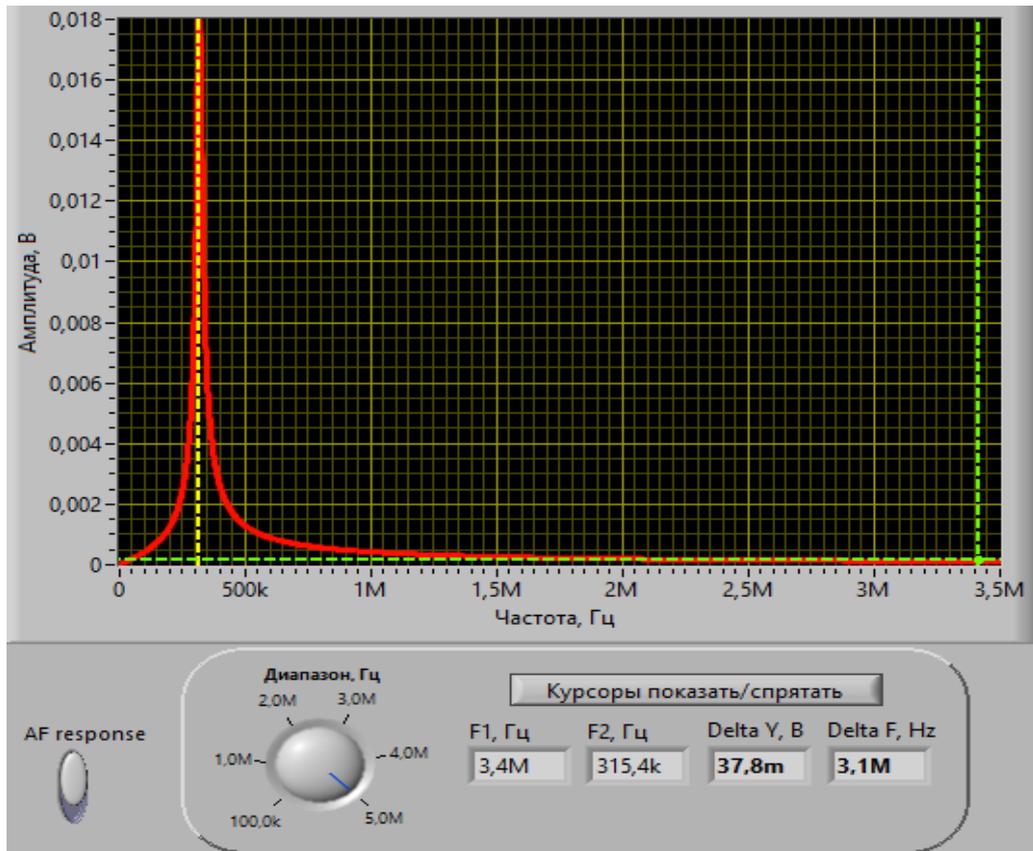


Рисунок 15 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA5="Вкл", SA7="Вкл", SA17="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Откл"

Для проверки корректности функционирования виртуального прибора было произведено выборочное моделирование аналогичного каскада в программе схемотехнического моделирования Multisim 10 (рисунок 16) для двух характерных режимов работы.

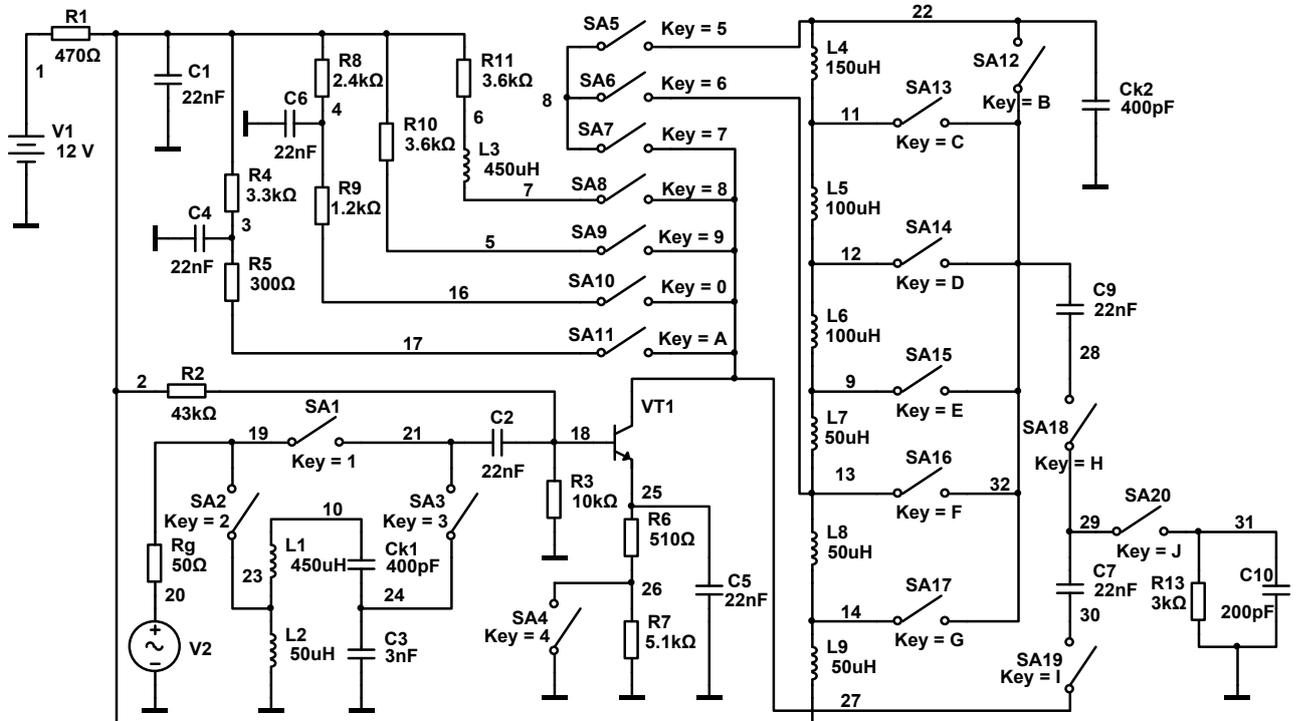


Рисунок 16 – Схема стенда в программе Multisim 10

На рисунке 17 представлена АЧХ резонансного каскада при моделировании в программе Multisim в режиме, соответствующем рисунку 5. На рисунке 18 представлена АЧХ резонансного каскада при моделировании в программе Multisim в режиме, соответствующем рисунку 8.

Как видно из сравнения рисунков разработанный виртуальный стенд гарантированно обеспечивает воспроизведение основных закономерностей в формировании АЧХ и может быть применён в учебном процессе.

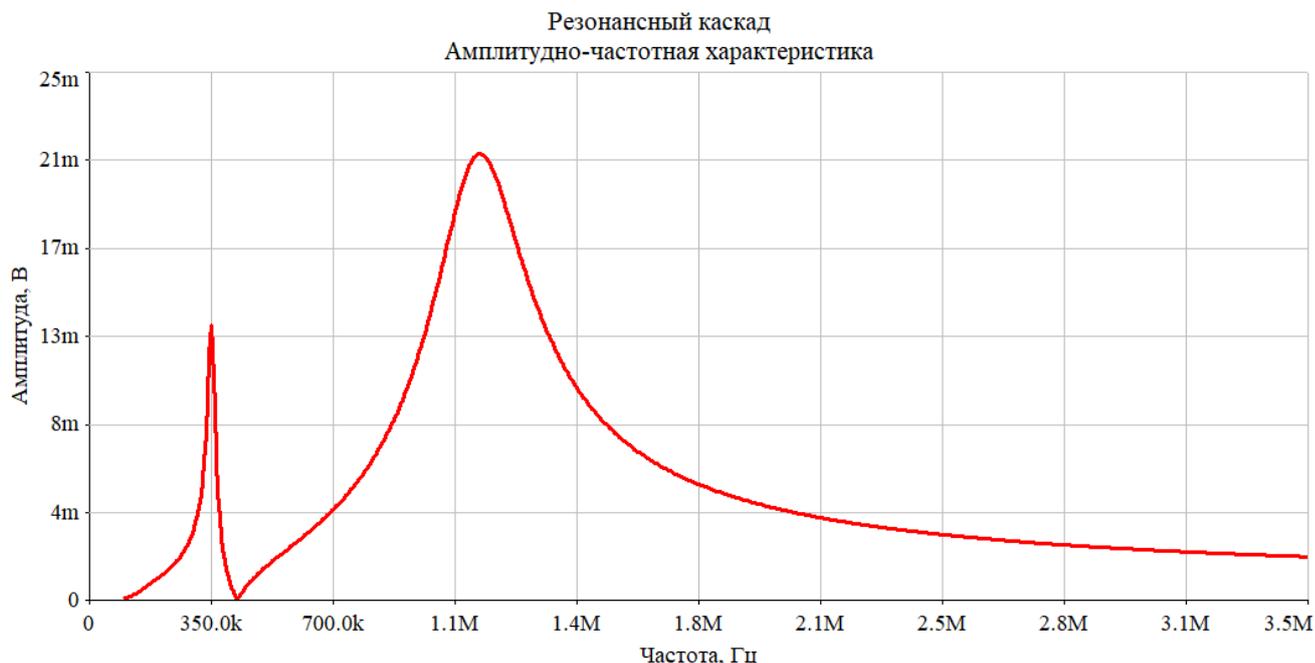


Рисунок 17 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA6="Вкл", SA7="Вкл", SA15="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Вкл" в программе Multisim 10

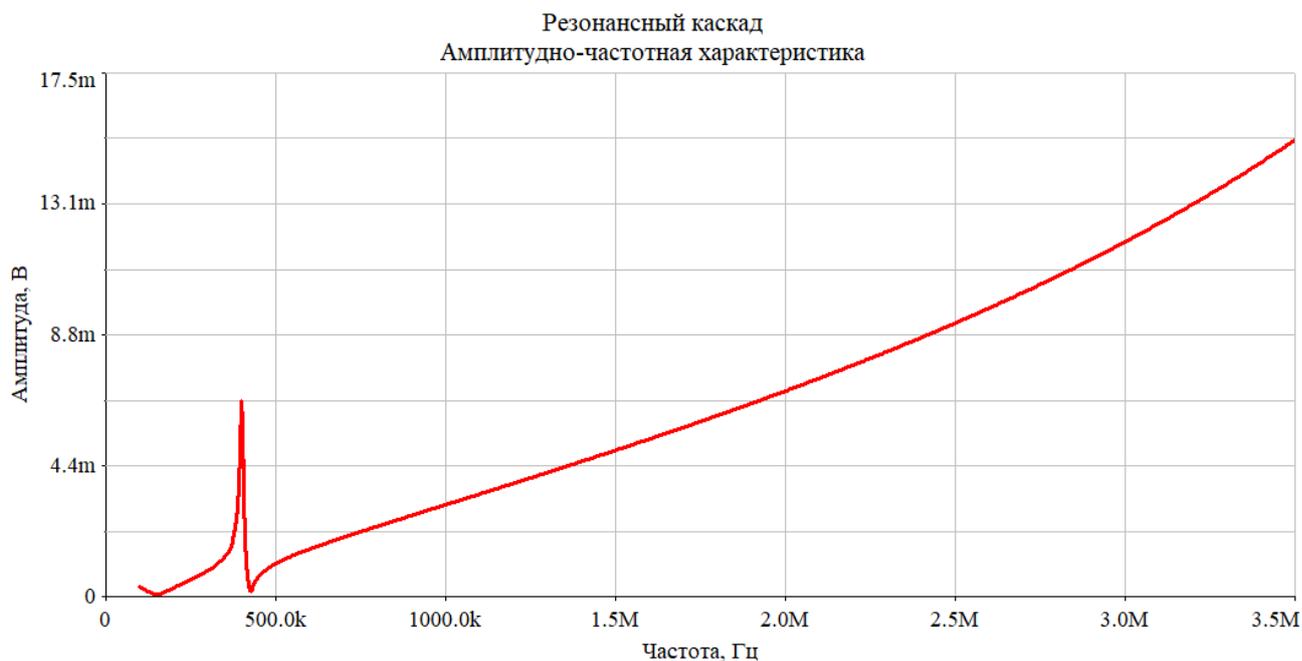


Рисунок 18 – АЧХ каскада для SA1="Вкл", SA6="Вкл", SA7="Вкл", SA17="Вкл", SA18="Вкл", SA20="Откл" в программе Multisim 10

Выводы

Проведен виртуальный эксперимент по исследованию характеристик лабораторного стенда, разработанного в программной среде LabVIEW. Путём сравнения полученных результатов с результатами моделирования АЧХ аналогичного каскада в программе схемотехнического проектирования Multisim подтверждена корректность его функционирования.

Список использованных источников:

1. Курочкин, А. Е. Виртуальный лабораторный модуль для исследования усилителей радиосигналов в программной среде LabVIEW / А. Е. Курочкин, Вунна Чжо // Информационные радиосистемы и радиотехнологии-2024 : материалы открытой республиканской научно-практической интернет-конференции, Минск, 21–22 ноября 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2024. – С. 191–195.
2. Multisim. - [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://labview.izmeril.ru/multisim> - Дата доступа: 10.04.2025.

UDC 621.375.4:004.942

EXPERIMENTAL STUDIES OF A VIRTUAL LABORATORY STAND FOR STUDYING RADIO SIGNAL AMPLIFIERS IN THE LABVIEW SOFTWARE ENVIRONMENT

Wunna Kyaw, Master's student

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

*Kurochkin A.E. – Ph.D. tech. sciences,
Associate Professor, Department of IRT*

Annotation. The results of an experimental virtual study of a laboratory stand for studying radio signal amplifiers, developed in the LabVIEW software environment, are presented.

Keywords. Amplifiers, matching circuits, switching factor, resonant cascades, aperiodic cascades, amplitude-frequency response (AFR), computer modeling.