

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА MULTISIM В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «РАДИОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА»

А.А. Зайцев, канд. физ.-мат. наук, доцент

И.Н. Зайцева, канд. пед. наук, доцент

С.С. Токарева, ассистент

Н.А. Ярлыкова, ассистент

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

(Россия, г. Елец)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-2-1-102-106

Аннотация. Рассматриваются некоторые вопросы построения и исследования виртуальных моделей основных функциональных узлов супергетеродинного радиоприёмника в программном пакете Multisim. Продемонстрирован пример исследования усилителя промежуточной частоты радиоприёмника в ПП Multisim.

Ключевые слова: радиоприемник, моделирование, ПП Multisim, виртуальная модель.

ПП Multisim – это система автоматизированного проектирования и моделирования электрических и электронных схем любой сложности. Программный пакет позволяет анализировать технические решения с использованием микропроцессоров, проводить тестирование схем, симуляцию, а после отладки схемотехнического решения предоставляет возможность по подготовке печатных плат.

В ПП Multisim реализовано большое количество функций для профессионального проектирования с улучшенной компонентной базой данных.

Кроме того, Multisim позволяет моделировать схемы различных электронных устройств, задание для которых подготовлено в формате SPICE, что обеспечивает совместимость с другими программами, такими как Micro-Cap и Pspice.

В образовательном процессе вуза широко используется ПП Multisim для фор-

мирования навыков в проектировании электронных схем, разводки печатных плат и моделировании микропроцессорных систем. Таким образом студенты могут самостоятельно пройти через все стадии: изучение теории, создание электрической принципиальной схемы, моделирование, разработка и создание реального электронного изделия, проведение тестовых испытаний.

Главным достоинством ПП Multisim является создание интерактивных электрических схем устройств и моделирование режимов их работы с применением виртуальных измерительных приборов.

Программа Multisim позволяет проводить анализ электрических и электронных схем во временной области, анализ рабочей точки электронного устройства, анализ передаточных функций по постоянному току, по переменному току, Фурье-анализ.

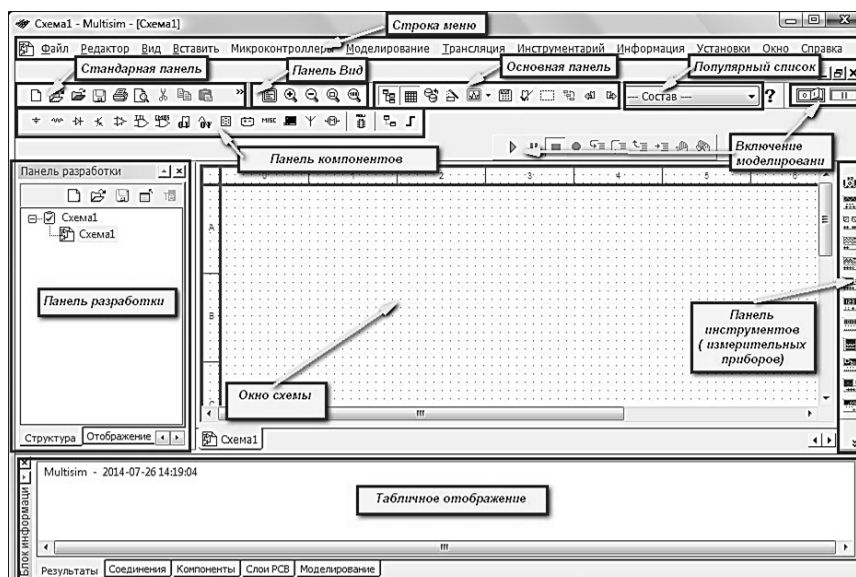


Рис. 1. Главное окно программы Multisim с обозначением функциональных панелей

Главное окно программы Multisim с обозначением функциональных панелей показано на рисунке 1.

Все группы компонентов расположены на верхней панели. Для выбора требуемого элемента необходимо нажать на группу, после чего открывается контекстное окно, в котором представлены имеющиеся элементы, объединенные по подгруппам.

Дисциплина «Радиоприемные устройства» безусловно является базисной в структуре подготовки специалистов в области радиотехники. Значимость указанного курса подтверждается объемом изучаемой дисциплины, наличием в его содержании значительного лабораторного практикума. Практическая подготовка в рамках данного предмета традиционно предполагает работу со стендовым оборудованием, а также с реальными радиоприемными устройствами бытового и/или специального назначения. В этом случае фактически формируются навыки работы с измерительной аппаратурой, способности проводить диагностику и поиск неисправности в радиотехнических устройствах. Одним из немногих недостатков такого построения лабораторного практикума яв-

ляется невозможность его быстрой модификации под изменяющиеся задачи, относительная дороговизна используемого стендового и радиоизмерительного оборудования.

В этой связи, в настоящее время сформировалась тенденция на перенос части содержания лабораторного практикума в компьютерные кабинеты. Применение прикладных программ для моделирования радиотехнических устройств позволяет существенно упростить решение задач обучения, удешевить исследовательский процесс, подготовить студента к конструкторско-технологической деятельности. Имеющие на рынке программные решения, в том числе, общедоступные, позволяют перенести часть практикума в разряд самостоятельной работы, убрав жесткую привязку к вузовской лаборатории.

Для исследования рассмотрим УКВ ЧМ приемник с автоматической подстройкой частоты и индикатором точной настройки предназначенный для приема радиопередач в УКВ вещательном диапазоне 88...108 МГц.

Основные функциональные узлы радиовещательного УКВ ЧМ радиоприемника (рис. 2).

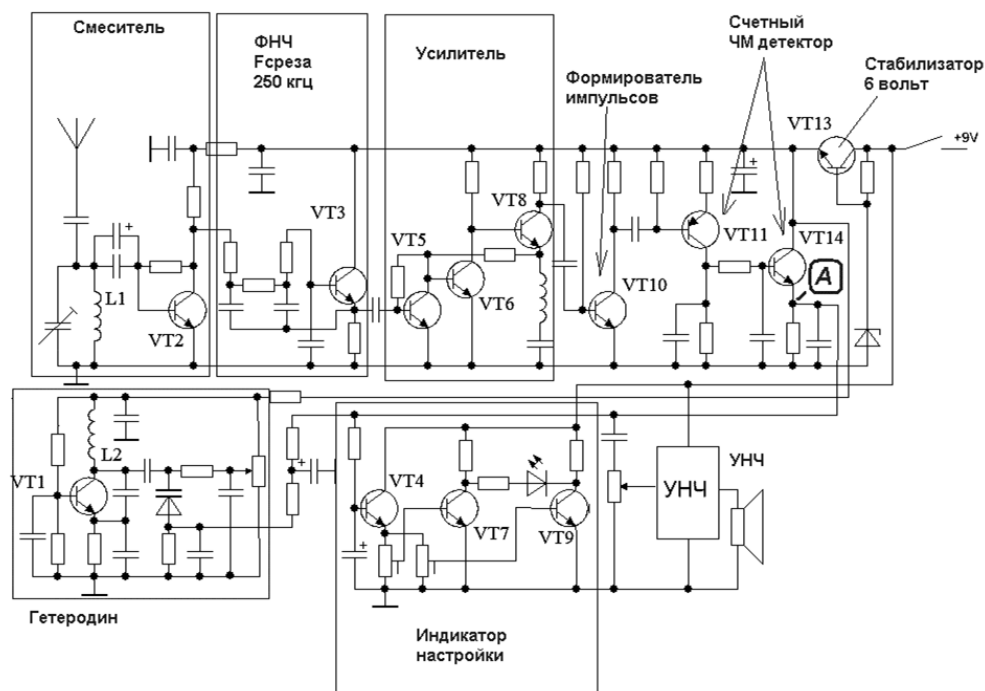


Рис. 2. Основные функциональные узлы радиовещательного УКВ ЧМ радиоприемника

Далее, в качестве примера, представим результаты исследования виртуальной модели усилителя промежуточной частоты радиовещательного УКВ ЧМ радиоприем-

ника.

Виртуальная модель в ПП Multisim 14.1 усилителя промежуточной частоты радиоприёмника представлена на рисунке 3.

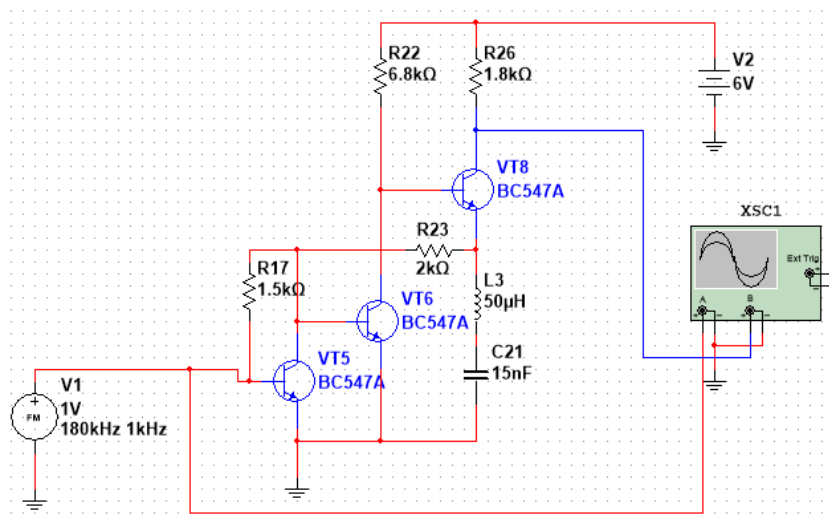


Рис. 3. Виртуальная модель УПЧ

На вход подаем частотно-модулированный сигнал с несущей равной промежуточной частоте 180 кГц, частотой модуля-

ции 1 кГц и амплитудой 1 В. Примерно такая амплитуда сигнала получается после усиления в смесителе (рис. 4).

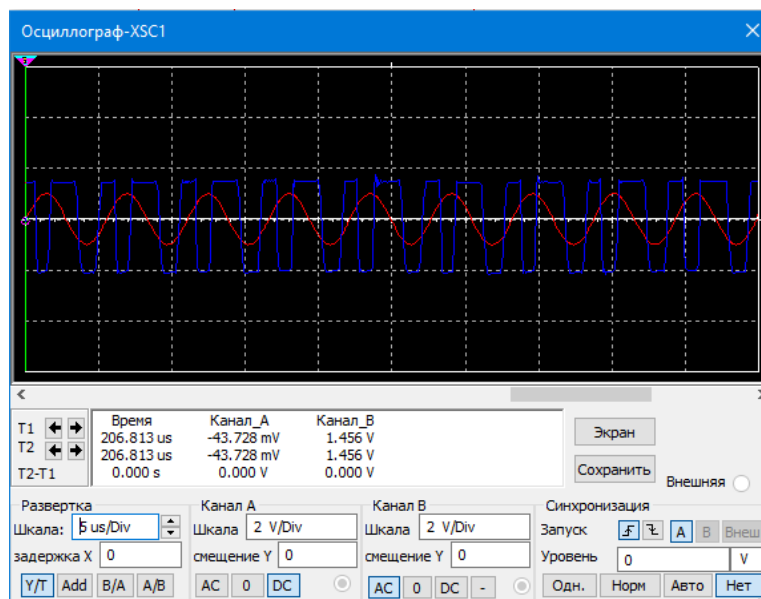


Рис. 4 Осциллограммы входного и выходного сигналов УПЧ

На выходе видим сигнал близкий к последовательности разно-полярных прямоугольных импульсов. Однако явно усматривается разная частота этих колебаний, то есть мы имеем частотно-модулированный сигнал.

Подключим к выходу усилителя промежуточной частоты Анализатор спектра и просмотрим составляющие с помощью графопостроителя (рис. 5).

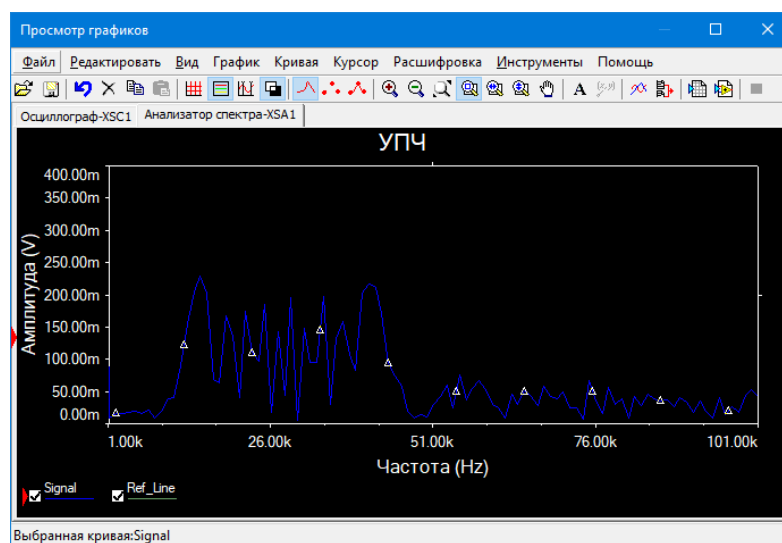


Рис. 5. Спектр выходного сигнала УПЧ

Проведем измерение частотных характеристик УПЧ, для этого воспользуемся инструментом «Анализ АС» (рис. 6).

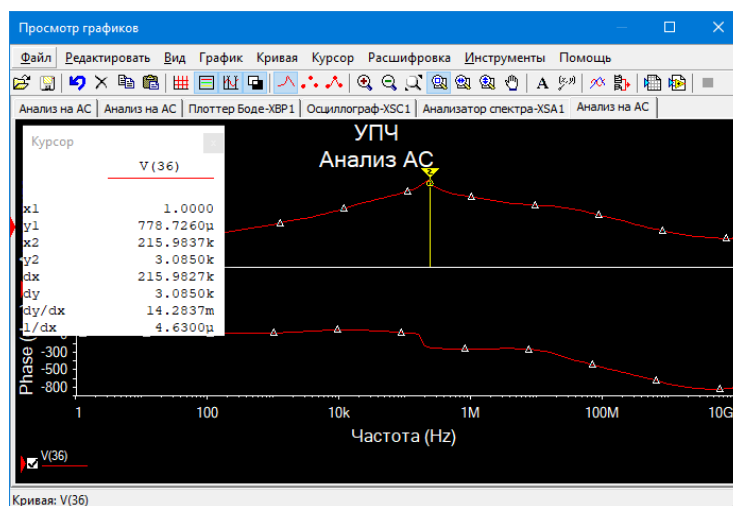


Рис. 6. АЧХ и ФЧХ усилителя

Как видим максимум амплитудной характеристики находится в районе 215 кГц, что близко к рабочей промежуточной частоте.

Необходимо отметить, что возможности программного пакета Multisim позволяют оперативно вносить изменения в номиналы элементов цепей, что, в свою очередь, позволяет персонализировать выдаваемые задания, а также варьировать содержание практикума по дисциплине «Радиоприемные устройства» в соответствии с уровнем подготовки студентов, количеством отво-

димого на лабораторные занятия аудиторного времени.

В то же время, ни один программный комплекс не позволит сформировать навыки применения реальной радиоизмерительной аппаратуры, развить инженерную интуицию, которая, на наш взгляд, неотделима от материализованных «в железе» устройств. Таким образом, предлагаемый компьютерный практикум [1] следует считать дополнением к традиционному лабораторному практикуму, а также средством повышения наглядности лекционного курса.

Библиографический список

1. Зайцева И.Н. Компьютерное моделирование радиоприемных устройств: учебное пособие / И.Н. Зайцева, А.А. Зайцев, Е.А. Арнаутов, А.Л. Золкин. – Елец, 2022. – 90 с.

APPLICATION OF THE MULTISIM SOFTWARE PACKAGE IN A LABORATORY WORKSHOP ON THE DISCIPLINE "RADIO RECEIVERS"

A.A. Zaitsev, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

I.N. Zaitseva, Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor

S.S. Tokareva, Assistant Professor

N.A. Yarlykova, Assistant Professor

Bunin Yelets State University

(Russia, Yelets)

Abstract. Some issues of construction and research of virtual models of the main functional nodes of a superheterodyne radio receiver in the Multisim software package are considered. An example of a study of an intermediate frequency amplifier of a radio receiver in a Multisim control unit is demonstrated.

Keywords: radio receiver, simulation, Multisim, virtual model.