

УДК 621.45.018.2

РАЗРАБОТКА АППАРАТНОГО ТРЕНАЖЁРА АНАЛОГОВОГО КАНАЛА СВЯЗИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО РАДИООБОРУДОВАНИЯ

Шошкин Алексей Андреевич¹, студент

e-mail: de-eclrctrik@yandex.ru

Мельников Михаил Алексеевич¹, аспирант

e-mail: mikh.melnickow1999@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Студенты обучающиеся на специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» должны обладать знаниями основ радиоэлектроники. Одним из объектов профессиональной деятельности является оборудование радиотехнического канала связи. На кафедре радиоэлектроники разрабатывается учебный стенд по изучению аналогового радиотехнического канала связи, на котором студенты смогут наглядно изучить его структуру, принцип функционирования, как отдельных элементов, так и всего приёмно-передающего оборудования в целом.

Ключевые слова: радиотехнический канал связи, лабораторный стенд, амплитудный модулятор, амплитудный детектор, супергетеродинный приёмник, освоение компетенций.

DEVELOPMENT OF AN ANALOG COMMUNICATION CHANNEL HARDWARE SIMULATOR FOR TRAINING SPECIALISTS IN THE TECHNICAL OPERATION OF TRANSPORT RADIO EQUIPMENT

Shoshkin Aleksey Andreevich¹, Student

e-mail: de-eclrctrik@yandex.ru

Melnikov Michail Alekseevich¹, Doctoral Student

e-mail: mikh.melnickow1999@yandex.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. Students studying in the specialty 25.05.03 «Technical operation of transport radio equipment» must have knowledge of the basics of radio electronics. One of the objects of professional activity is the equipment of the radio communication channel. The Department of Radio Electronics has developed a training stand for the study of an analog radio communication channel, where students will be able to visually study its structure, the principle of operation, both individual elements and the entire receiving and transmitting equipment as a whole.

Keywords: Radio engineering communication channel, laboratory stand, amplitude modulation, superheterodyne receiver, development of competencies.

В соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» выпускники должны обладать знаниями основ радиотехники, правил безопасности при работе, иметь представление о принципах работы радиооборудования, применять навыки в эксплуатации, настройке и регулировке, а также диагностике и ремонте объектов профессиональной деятельности. Одним из таких объектов является оборудование радиотехнического канала связи, поэтому было принято решение разработать учебный стенд по изучению аналогового канала связи, на котором студенты смогут наглядно изучить его структуру и принцип функционирования, как отдельных элементов, так и всего приёмо-передающего оборудования в целом.

Рассмотрим общую схему радиотехнического канала связи (рисунок 1).

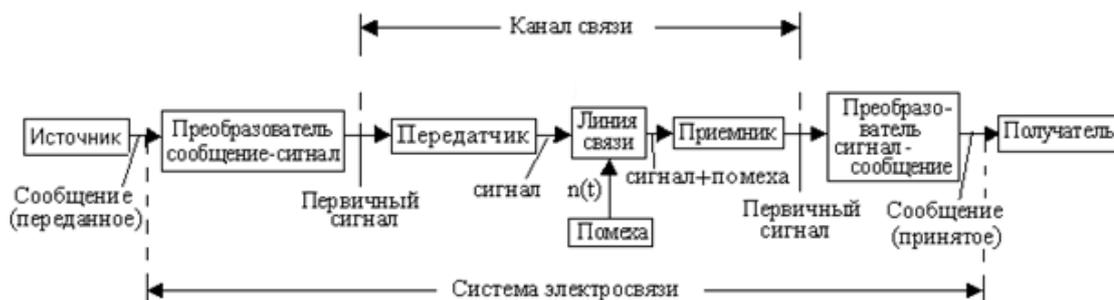


Рисунок 1 – Структурная схема радиотехнического канала связи

Радиотехнический канал связи — это канал, который используется для передачи информации при помощи радиосигналов. Основными функциями канала связи являются:

- передача данных: радиоканал связи может использоваться для передачи данных между различными устройствами, такими как компьютеры, мобильные телефоны, планшеты и т.д.;
- радионавигация: радиотехнический канал может использоваться для радионавигации, которая позволяет определить местоположение объекта с помощью радиосигналов. Это может быть полезно для навигации кораблей, самолётов и других транспортных средств;
- радиолокация: радиотехнический канал связи также может использоваться для радиолокации, которая позволяет обнаруживать и определять местоположение объектов с помощью радиоволн. Это может применяться в военных целях, а также для поиска и спасения людей в чрезвычайных ситуациях.

Более детальное и наглядное изучение процессов, протекающих в оборудовании канала связи возможно при проведении компьютерного моделирования [1, 2]. В данной работе представлена модель радиотехнического канала связи в программной среде Multisim, использующего амплитудную модуляцию, схема которой представлена на рисунке 2 [3 – 5].

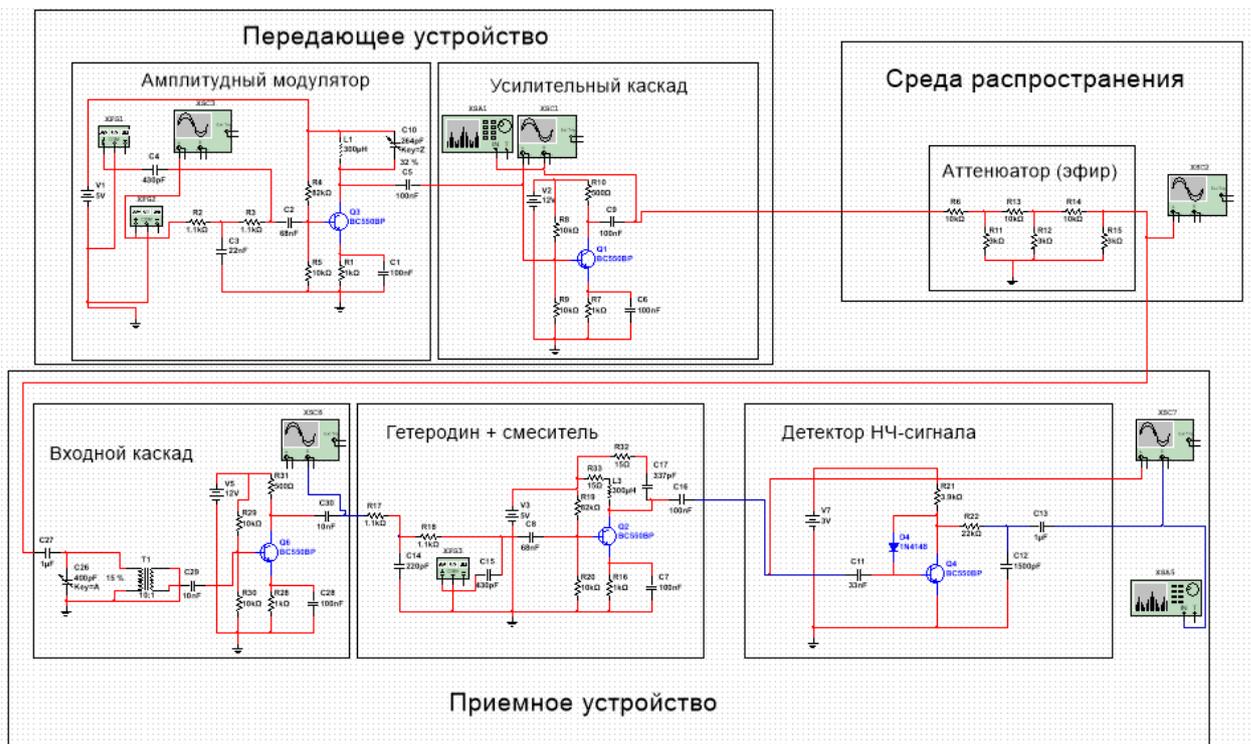


Рисунок 2 – Схема радиотехнического канала связи в Multisim

Рассмотрим основные структурные элементы схемы:

- источник сообщения: им может быть человек или устройство, формирующее информационное сообщение;
- передающее устройство предназначено для преобразования сигнала, поступающего от источника информации, в электромагнитные сигналы, которые могут быть переданы на большое расстояние;
- среда распространения: пространство, в котором распространяются электромагнитные сигналы;
- приемное устройство, позволяющее принять переданную информацию и предоставить её получателю;
- получатель сообщения: лицо или устройство, которому предназначается сообщение.

В данной модели лабораторного стенда передающее устройство состоит из амплитудного модулятора и усилительного каскада, без последнего сигнал не сможет быть передан на большие расстояния.

В качестве модели среды распространения используют декадный аттенуатор, который имитирует ослабление сигнала при его передаче.

Модель супергетеродинного приёмного устройства состоит из входных цепей, маломощного усилителя радиочастоты, гетеродина, смесителя, усилителя промежуточной частоты и детектора.

После проведения компьютерного моделирования аналогового канала связи было принято решение о создании лабораторного стенда по этой модели. Он позволит студентам проводить эксперименты и измерения параметров канала связи в реальных условиях, а также исследовать влияние различных факторов на качество передачи сигнала.

Создание лабораторного стенда аналогового канала связи — это процесс, который включает в себя разработку и настройку оборудования, а также проведение экспериментов и измерений для оценки характеристик канала связи, а также разработку методического

пособия, в котором содержатся теория по работе с оборудованием и варианты выполнения лабораторных работ.

В рамках разработки лабораторного стенда выполняются следующие виды работ:

1. разработка схем (в том числе электрической принципиальной, монтажной и др.) узлов стенда;
2. подбор компонентной базы, для реализации разработанных узлов;
3. подбор вспомогательного оборудования (кабелей связи, источников питания, контрольно-измерительного оборудования);
4. разработка конструкторской документации для последующего изготовления печатных узлов;
5. изготовление печатных узлов, их сборка и наладка;
6. измерение параметров полученного канала связи;
7. разработка методических указаний по работе с оборудованием.

В настоящее время проведено моделирование печатного узла в программной среде EASY EDA (рисунки 3 и 4), а также выполнена пайка передающего и приёмного устройств на макетах платы, проведено измерение осциллограмм и спектров сигнала на входах и выходах блоков оборудования аналогового канала связи. Фото рабочего стола приведено на рисунке 5.

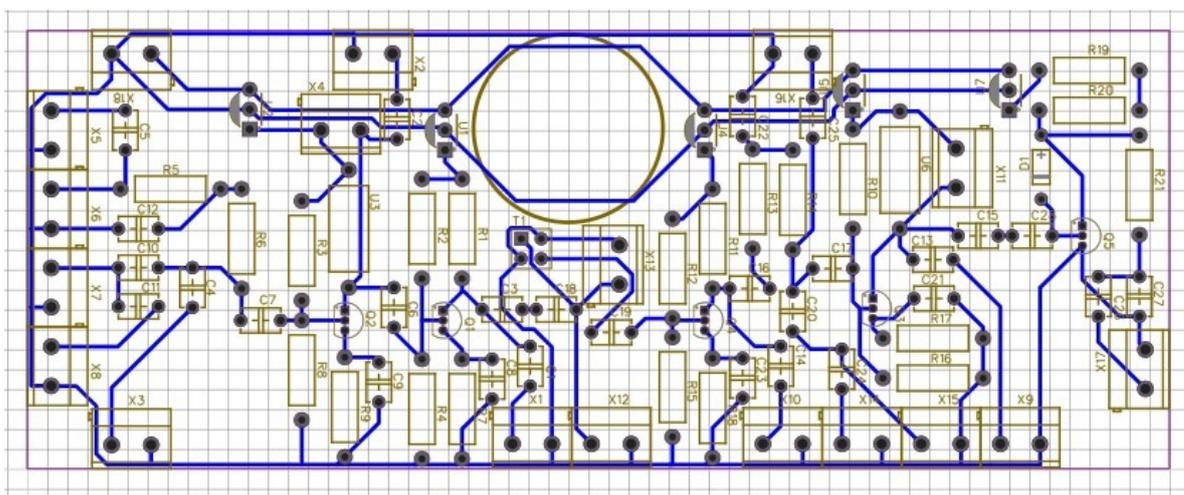


Рисунок 3 – Монтажная схема печатного узла стенда аналогового канала связи в программе EASY EDA

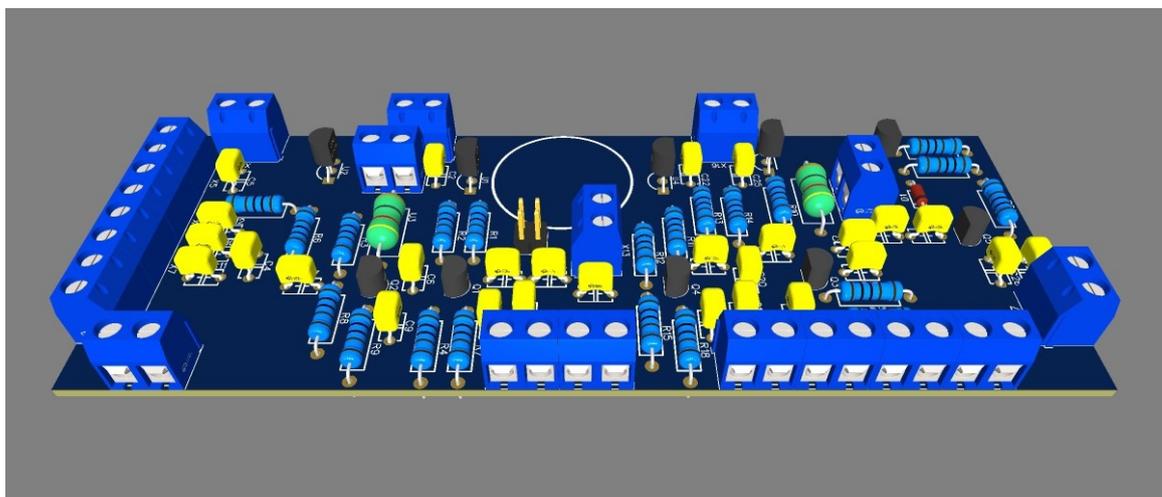


Рисунок 4 – Модель разработанного печатного узла в программном пакете EASY EDA



Рисунок 5 – Фото рабочего места сборки макета с подключенной измерительной аппаратурой

Из рисунка 6 видно, что в передатчике управляющий сигнал, например голос человека, и несущий сигнал, который поступает от генератора, складываются на нелинейном элементе, в спектре появляются комбинационные частоты и сигнал передается по закону передаваемого сообщения. В приемнике при помощи детектора выделяется управляющий сигнал.

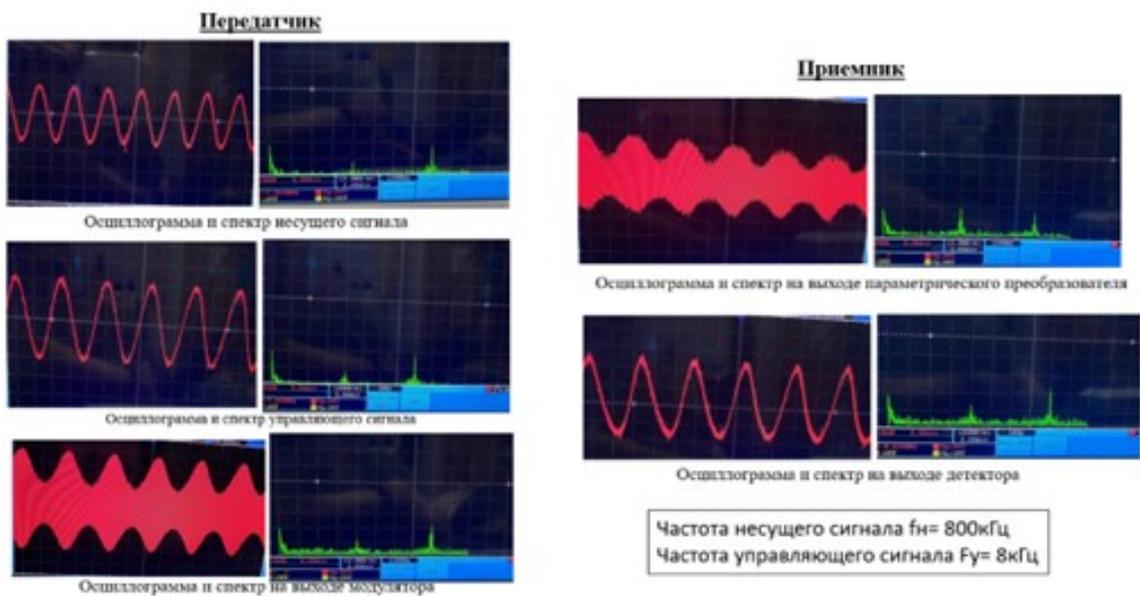


Рисунок 6 – Результаты эксперимента с макетом канала связи

В результате разработана конструкторская документация на лабораторный стенд (трассировка печатной платы и сборочный чертеж в соответствии со схемой электрической принципиальной приемно-передающих устройств), проведено тестирование аппаратной части стенда канала связи на макетах печатных плат.

Разработанная документация на макет оборудования радиотехнического канала связи в дальнейшем позволит изготовить лабораторный стенд, позволяющий студентам освоить

необходимые компетенции по работе с элементами аналогового радиотехнического канала связи с амплитудной модуляцией.

Список литературы:

1. Мельников, М.А. Исследование нелинейных аналоговых радиотехнических цепей (амплитудных модуляторов) в программном пакете mathcad / М.А. Мельников, Т.В. Гордяскина // Великие реки – 2020 : Труды 22-го международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 27 – 29 мая 2020 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2020. – С. 97. – EDN IVKKGX.

2. Мельников, М. А. Исследование нелинейных аналоговых радиотехнических цепей (амплитудных модуляторов) в программном пакете mathcad / М.А. Мельников, Т.В. Гордяскина // Великие реки – 2020 : Труды 22-го международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 27 – 29 мая 2020 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2020. – С. 97. – EDN IVKKGX.

3. Мартынов, Н.С. Исследование нелинейных аналоговых радиотехнических цепей (амплитудных модуляторов) в программном пакете Multisim / Н. С. Мартынов, Т. В. Гордяскина // Великие реки – 2019 : Труды 21-го международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 14 – 17 мая 2019 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2019. – С. 73. – EDN CBLBUS.

4. Панков, Е.А. Исследование нелинейных аналоговых радиотехнических цепей (амплитудных детекторов) в программном пакете Multisim / Е.А. Панков, Т.В. Гордяскина // Великие реки – 2019 : Труды 21-го международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 14–17 мая 2019 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2019. – С. 74. – EDN YBJFZY.

5. Мальцев, А.М. Моделирование блоков аналогового радиотехнического канала связи в программном пакете Multisim / А.М. Мальцев, А.А. Крит, Т.В. Гордяскина // Транспорт. Горизонты развития : Труды 2-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 7 – 9 июня 2022 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2022. – С. 45. – EDN UUOESQ.

