

конденсаторов КВИ-3-12кВ–6800 пФ на конденсаторы типа DHS (Murata, Япония) позволила увеличить надежность и сделать конструкцию более компактной.

Кроме того, входе проведенных исследований [3] были изучены диапазоны дозовой чувствительности для трех патогенных штаммов бактерий рода *Salmonella*. Результаты показали полное уничтожение штампа при ПД до 3-5 кГр при использовании только поверхностной дезинфекции яиц, что снимает проблему изменения свойств содержимого яйца при облучении и существенно удешевляет стоимость ускорителя из-за снижения требуемой энергии электронов.

1. Саушкина А.С. Применение радиационной деконтаминации (стерилизации) в технологии стоматологических лекарственных пленок / А.С. Сушкина // Экспериментальные исследования. – 2012. – №38. – С. 97-101.

2. Ю.А. Котов, С.Ю. Соковнин, М.Е. Балезин // Вакуумный диод для двухстороннего облучения / патент РФ № 2233564, класс 7Н 05 Н 5/00, приоритет от 02,07,2002

3. Соковнин С.Ю. Наносекундные ускорители электронов для радиационных технологий. – Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2017. – 42-46, 183-185 с.

## **РАЗРАБОТКА КВ ТРАНСИВЕРА ДЛЯ ГОЛОСОВОЙ СВЯЗИ И ПАКЕТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

Орлов А. В.<sup>1</sup>, Бардюг Д.Ю.<sup>1</sup>, Елимова Т.В.<sup>2</sup>, Ивашинюта Ю.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова

<sup>2</sup> Костромской государственный университет

E-mail: [a.orlov@narfu.ru](mailto:a.orlov@narfu.ru)

## **DEVELOPMENT OF HF TRANSCEIVER FOR VOICE COMMUNICATION AND PACKET DATA TRANSMISSION**

Orlov Aleksey Viktorovich<sup>1</sup>, Bardyug D.Y.<sup>1</sup>, Elimiva T.V.<sup>2</sup>, Ivashinyuta Y.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

<sup>2</sup> Kostroma State University

The paper considers the design of a compact, inexpensive and universal transceiver for operation in the HF band, provides a block diagram of the device and a description of the functional parts and principles of its design.

При работе экспедиций и автономного контрольно-измерительного оборудования имеется необходимость в обеспечении надежного канала связи. Одним из вариантов является использование радиосвязи в коротковолновом (КВ) диапазоне.

К недостаткам выпускаемых промышленностью современных трансиверов, предназначенных для работы в указанном диапазоне, можно отнести следующие недостатки: высокое энергопотребление, большие масса и габариты, высокая

цена и стоимость обслуживания, что затрудняет их использование в экспедиционной деятельности и в качестве автономных радио модемов для передачи телеметрии.

В связи с тем, что в стране взят курс на импортозамещение было принято решение спроектировать и построить коротковолновый трансивер, удовлетворяющий следующим требованиям:

- использование отечественной элементной базы;
- низкая себестоимость;
- чувствительность при соотношении сигнал/шум 3 дБ - не хуже 0,25 мкВ;
- подавление зеркального канала - не менее 70 дБ;
- селективность по соседнему каналу - не менее 60 дБ;
- динамический диапазон по входу - не менее 100 дБ;
- перекрытие по частотам от 1,8 до 30 МГц;
- поддержка следующих видов модуляции: LSB, USB, CW, AM, FM;
- работа с цифровыми видами связи (например, FT6/FT8, RTTY и т.д.);
- регулируемая выходная мощность передатчика до 100 Вт;
- высокая ремонтпригодность;
- простота настройки.

В результате была разработана схема трансивера, удовлетворяющего заявленным требованиям. Функциональная блок-схема трансивера представлена на рисунке 1.

В основу работы устройства положен принцип цифровой обработки сигналов (DSP) на нулевой частоте. В роли центрального процессора применен 32-х разрядный высокопроизводительный микроконтроллер K1901BЦ1Q1 производства АО «ПКК Миландр» (г. Зеленоград). Данный микроконтроллер имеет встроенный 16-и разрядный DSP сопроцессор, что позволяет производить формирование и декодирования.

Основным элементом аналоговой части трансивера является квадратурный модулятор-демодулятор, построенный на принципе фазового формирования SSB сигнала [1]. Модулятор-демодулятор выполнен на смесителях U1-U4 и фильтрах Z1-Z5.

В работе трансивера использовано тройное преобразование частоты. На первой промежуточной частоте (ПЧ), равной 10,7 МГц, происходит основная селекция, подавление несущей и ненужной боковой полос. Вторая ПЧ составляет 59,7 МГц. Использование высокой ПЧ позволяет обеспечить эффективное подавление зеркального канала во всем рабочем диапазоне. Выбор несущей частоты осуществляется с использованием перестраиваемого генератора G1.

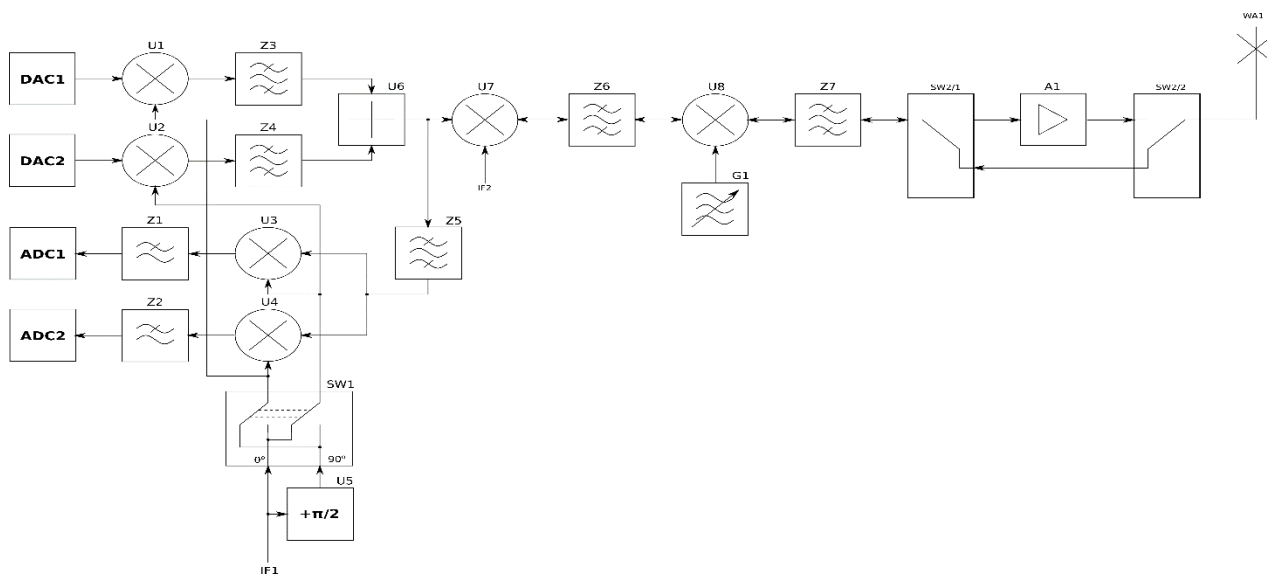


Рис. 1. Функциональная блок- схема трансивера

Все смесители и фильтры, примененные в трансивере, являются двунаправленными, что позволяет использовать основные функциональные узлы, как для передатчика, так и для приемника. Тип используемой модуляции выбирается программным способом путем формирования сигнала в DSP-ядре микроконтроллера.

Созданный трансивер удовлетворяет всем требованиям и отличается низкой себестоимостью.

1. Поляков В.Т Радиолюбителям о технике прямого преобразования .-Москва "Патриот" с. 54-60(1990)