



ОТКРЫТАЯ НАУКА  
издательство

Международный журнал информационных технологий и  
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 621.376.3

## ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА ЗВУКА И ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧМ МОДУЛЯЦИИ

<sup>1</sup> Латыпов И. Р., <sup>2</sup> Владимиров А.Е.

*МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Россия (119454 г. Москва, проспект Вернадского, д. 78), e-mail: <sup>1</sup> latipov.ildar2015@yandex.ru, <sup>2</sup> leha.vladimirov.99@mail.ru*

Данная статья иллюстрирует процесс разработки ЧМ передатчика изображения и звука в программном инструментарии Matlab. Важная цель работы – разработать устройство параллельного приёма и передачи в среде Simulink программы Matlab.

Ключевые слова: Matlab; Simulink; программно определяемое радио.

## PARALLEL SOUND AND IMAGE TRANSMISSION USING FM MODULATION

<sup>1</sup> Latypov I.R., <sup>2</sup> Vladimirov A.E.

*MIREA - Russian Technological University, Moscow, Russia 119454 Moscow, Vernadsky Avenue, 78, e-mail: <sup>1</sup> latipov.ildar2015@yandex.ru, <sup>2</sup> leha.vladimirov.99@mail.ru*

This article illustrates the process of developing an FM image and sound transmitter in the Matlab software toolkit. An important goal of the work is to develop a device for parallel reception and transmission in the Simulink environment of the Matlab program.

Keywords: Matlab; Simulink; software-defined radio.

### Введение

В настоящее время существует необходимость в создании современной системы информационного обслуживания, основанной на современной технологической основе и современных информационно-коммуникационных технологиях. Какую бы сферу жизнедеятельности человека мы не взяли: биологию, медицину, архитектуру, машиностроение, образование – без применения компьютерных технологий нигде в современном мире не обходится. Для каждой из этих областей разрабатываются соответствующие программы. И радиотехника не является исключением, на сегодняшний день вопрос об интеграции программирования и радиоэлектронной аппаратуры стал очень актуальным.

Рассматриваемым объектом исследования данной статьи является применение использование программно определяемого радио в решении радиотехнических задач, а именно разработка программно-конфигурируемого QPSK-приемника телеизображений.

Используемое оборудование

В ходе составления статьи в качестве передатчика автор выбрал программно определяемое радиоустройство USRP-2901 – настраиваемый ВЧ приемопередатчик с полным дуплексом и многоканальным вводом выводом (MIMO). Он обеспечивает связь и питание по шине USB 3.0 или USB 2.0. В качестве приёмника использовалось программно определяемое радиоустройство RTL-SDR 2832 U – радиосканер на базе однокристалльного тюнера RTL2832 [1]. В качестве приёмной и передающей антенн были использованы две всенаправленные антенны на магнитной основе.

### Используемое программное обеспечение

Для построения функциональной схемы устройства использовалась среда визуального ориентированного программирования Simulink, которая является средой графического программирования на основе MATLAB для моделирования и анализа динамических систем. Его основной интерфейс представляет собой среду визуально-ориентированного программирования для построения блок-схем и настраиваемая библиотека блоков и инструментов для разработки. Он предлагает тесную интеграцию со средой программирования MATLAB и может либо управлять ею, либо работать с заранее прописанным в нем сценарии. Simulink широко используется в автоматическом управлении и цифровой обработке сигналов для моделирования и проектирования различных моделей. В сочетании с другими своими продуктами Simulink может автоматически генерировать исходный код на языке C для реализации систем в режиме реального времени[4].

### Функциональные схемы в Simulink

В процессе разработки были разработаны функциональные схемы приёмника и формирования общего сигнала для передачи звука и изображения в среде SIMULINK. Разберем принцип работы схемы преобразования, выполненного в среде визуального ориентированного программирования, приведённого на рисунке 1.

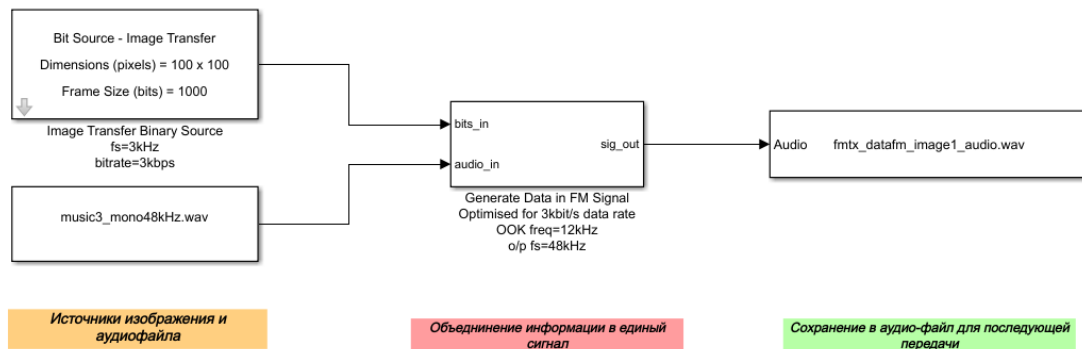


Рисунок 1 – Схема преобразования изображения и аудиофайла в единый сигнал.

В начале через блоки источника бинарного кода и источника аудиофайла задаются изображение и звук которые в дальнейшем будут объединены в единый сигнал. Далее идёт блок генерации единого битового потока, внутри которого изображение, преобразованное в бинарный код, примешивается к звуку, также преобразованному в бинарный код. В результате данных операций мы получаем аудиофайл, внутри которого помимо звука также хранится информация о изображении. Далее по средствам стандартной схемы передатчика сигнал передается на частоте 100 МГц [2].

После передачи сигнал принимается с помощью схемы приемника, также реализованной в среде визуально ориентированного программирования Simulink программы Matlab. Давайте поподробнее разберем принцип работы данной схемы, представленной на рисунке 2.

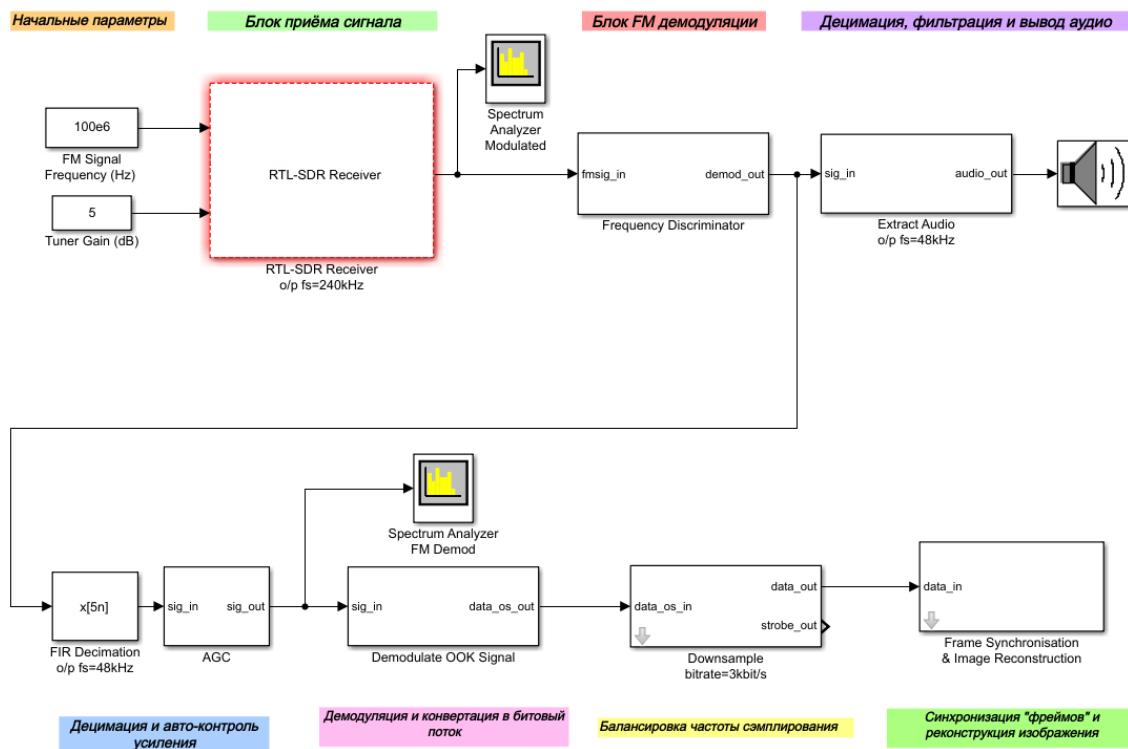


Рисунок 2 – Схема приёма и обработки сигнала.

В начале идут блоки задания начальных параметров сигнала, частоты на которой будет осуществляться приём и усиления в децибелах. Далее идёт блок программно определяемого приёмника с заданной частотой семплирования 240 кГц, после этого сигнал разветвляется на блок анализатор спектра и на блок FM демодуляции [3]. После этого сигнал разветвляется на блок децимации, фильтрации и дальнейшего вывода аудио с частотой семплирования 48 кГц, а также на цепочку блоков децимации и автоматического контроля усиления [4]. Далее сигнал попадает на блок анализатора спектра и на блок демодуляции и конвертации сигнала в битовый поток для дальнейшей обработки. После этого сигнал попадает на блок балансировки частоты семплирования, далее обработанный сигнал попадает на блок синхронизации «фреймов» и реконструирования изображения. В ходе проведения модуляции была проверена стабильность работы разработанной схемы, и получены определенные результаты.

### Полученные результаты.

В ходе проведения модуляции была получена спектрограмма сигнала до FM демодуляции представленная на рисунке 3.

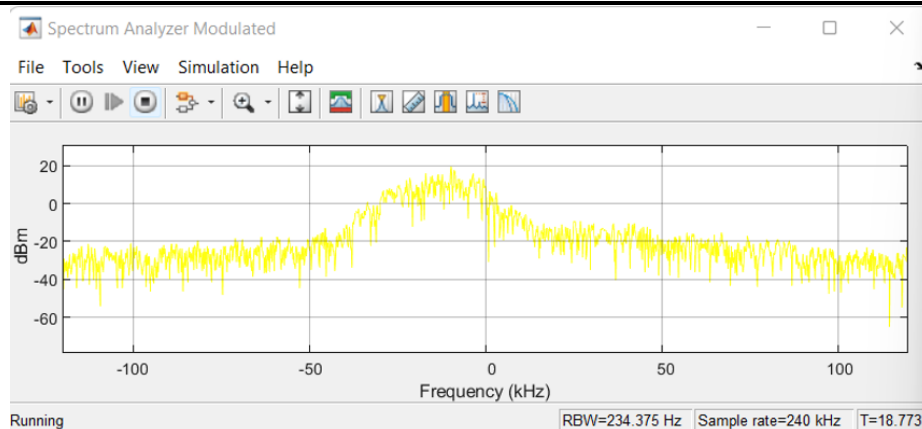


Рисунок 3 – Спектрограмма сигнала до FM демодуляции.

А также спектрограмма сигнала после FM демодуляции представленная на рисунке 4.

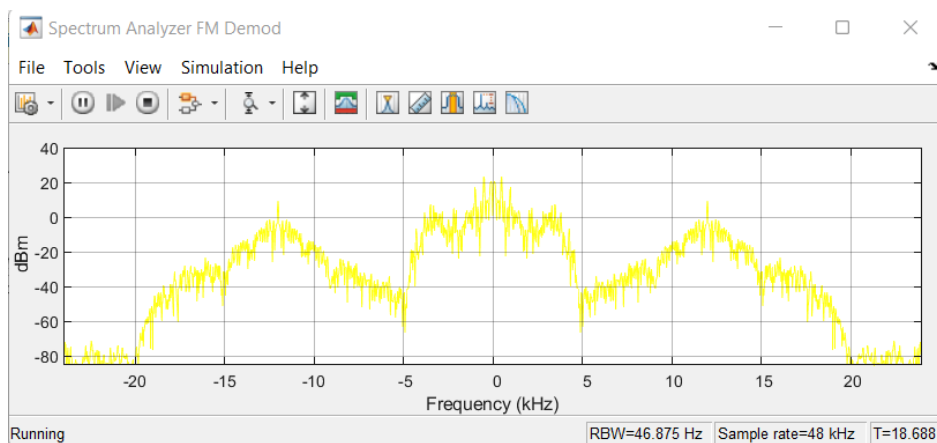


Рисунок 4 – Спектрограмма сигнала после FM демодуляции.

Было получено реконструированное изображение, представленное на рисунке 5.

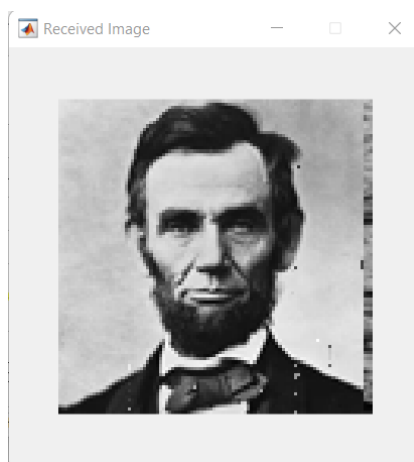


Рисунок 5 – Принятое и реконструированное изображение.

### **Список литературы**

1. Костин М.С., Ярлыков А.Д. Архитектурно-конфигурируемые SDR-технологии радиомониторинга и телеметрии: учебное пособие. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 148 с.
2. Хемминг Р.В. «Цифровые фильтры» Пер. с англ./Под ред. А.М.Трахтмана. -М.: Сов.радио,1980. – 224 с.
3. Бессалов Анатолий, Основы теории информации и кодирования / Анатолий Бессалов. - М.: Palmarium Academic Publishing, 2014. -280 с.
4. Скляр, Бернард. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: пер. с англ. / Бернард Скляр. - Изд. 2-2, испр. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 1104 с.

### **References**

1. Kostin M.S., Yarlykov A.D. Architecturally configurable SDR technologies for radio monitoring and telemetry: a tutorial. - Moscow; Vologda: Infra-Engineering, 2021. - 148 p.
2. Hemming R.V. "Digital filters" Per. from English / Ed. A.M. Trakhtman. -M.: Sov.radio, 1980. – 224 p.
3. Bessalov Anatoly, Fundamentals of information theory and coding / Anatoly Bessalov. - M.: Palmarium Academic Publishing, 2014. -280 p.
4. Sklyar, Bernard. Digital communication. Theoretical foundations and practical application: Per. from English. / Bernard Sklyar. - Ed. 2-2, rev. - M.: Williams Publishing House, 2003. - 1104 p..