

Научная статья
УДК 621.396

ПРИЕМ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SDR-ПРИЕМНИКОВ

Анастасия Игоревна Морозова¹, Александр Витальевич Лубенцов²

^{1, 2} Воронежский институт ФСИН России, Воронеж, Россия

¹ vlasova.anastelsha@yandex.ru

² lubensov@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрен принцип работы SDR-устройства. С помощью программы SDRSharp осуществлялась обработка сигналов на разных частотах. Модуляция полосы радиоволн позволяет правильно определить тип и характеристики сигналов.

Ключевые слова: амплитудная и частотная модуляция, программно-управляемые средства обработки, SDR-приемник, сферы применения

Для цитирования: Морозова А. И., Лубенцов А. В. Прием сигналов с использованием SDR-приемников // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 588–593.

Original article

RECEIVING SIGNALS USING SDR RECEIVERS

Anastasia I. Morozova¹, Alexander V. Lubentsov²

^{1, 2} Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia,
Voronezh, Russia

¹ vlasova.anastelsha@yandex.ru

² lubensov@mail.ru

Abstract. The article considers the principle of operation of the SDR device. The SDRSharp program was used to process signals at different frequencies. Modulation of the radio wave band allows you to correctly determine the type and characteristics of the signals.

Keywords: amplitude and frequency modulation, software-controlled processing tools, SDR receiver, fields of application

For citation: Morozova A. I., Lubentsov A. V. (2025) Priem signalov s ispol'zovaniem SDR-priemnikov [Receiving signals using SDR receivers]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 588–593. (In Russ).

Развитие новых технологий происходит все время, и с каждым днем мы не можем обойтись без применения персональных устройств. Ранее, для использования компьютерной техники в сфере радиосистем было необходимо вести учетные журналы, управлять трансивером по RIG-интерфейсу, обрабатывать сигналы в цифровых связях. Сейчас, с помощью компьютера возможно оцифровывать необходимые полосы, фильтровать и обрабатывать без дополнительных устройств и техники.

Software Defined Radio – приемопередающее устройство, принцип работы которого заключается в программном обеспечении, а не в аппаратной настройке. Данная система имеет гибкую архитектуру, в которой способ модуляции сигналов передатчика управляется микроконтроллером, с помощью его настройки через специальное программное обеспечение на персональном компьютере [1].

Основное преимущество данного метода заключается в разработке собственного программного средства обработки информации при получении сигнала с помощью модуля и антенн. Форма модулированного сигнала назначается в программном обеспечении. Эти системы настолько гибкие, что позволяют пользователю настроить личный диапазон частот под собственные запросы. При использовании других устройств, если изменятся стандарты связи и используемые частоты, придется заменить оборудование, которое является дорогим. С помощью микросхемы происходит оцифровка сигнала, а фильтрация и выделение полезного сигнала происходит с помощью персонального компьютера. Возможность подключения АЦП-модулей увеличивает производительность, активность устройства. Так как диапазон сетевых беспроводных каналов очень обширный, возникает необходимость их обнаружения [2].

Примеры различных устройств, которые активно используются в различных целях:

1. HackRF one – периферийное программно-определяемое радио с открытым кодом, работающее в диапазоне от 1 МГц до 6 ГГц.
2. RTL SDR-приемник – устройство с прямой дискретизацией, работающее в диапазоне от 100 кГц до 1776 МГц.

3. USRP – когнитивная радиоплатформа, диапазон частот от 70 МГц до 6 ГГц.

При помощи SDR-приемника возможно исследование эфира систем воздушных судов, летательных аппаратов, морских судов. Разработка и программирование осуществляется на различных операционных системах, что позволяет гибко и оперативно ее настроить. Использование систем радиосвязи с интеграцией с другим оборудованием становится реальным при технологии программируемого Software-Defined Radio [3]. На данный момент используется множество программ, которые позволяют реализовать конфигурацию, и настроить характеристики для принятия сигнала. Например, SDR# или SDRSharp, которые содержат модули для обработки принятых сигналов. SDR-радио- программное обеспечение для приемников и передатчиков, оно поддерживает большинство популярных устройств.

На рис. 1 и 2 представлены спектры излучения, которые поступили на антенну в диапазоне от 2,400 ГГц до 2,410 ГГц, и от 5,7 ГГц до 5,8 ГГц.

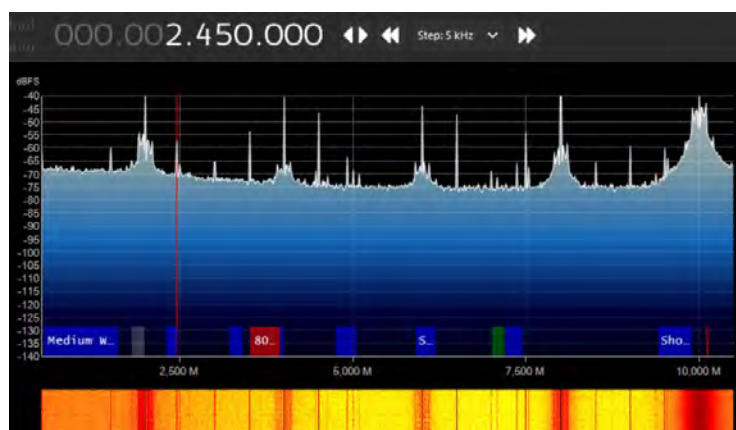


Рис. 1. Сигнал, принятый на частоте 2,4 ГГц

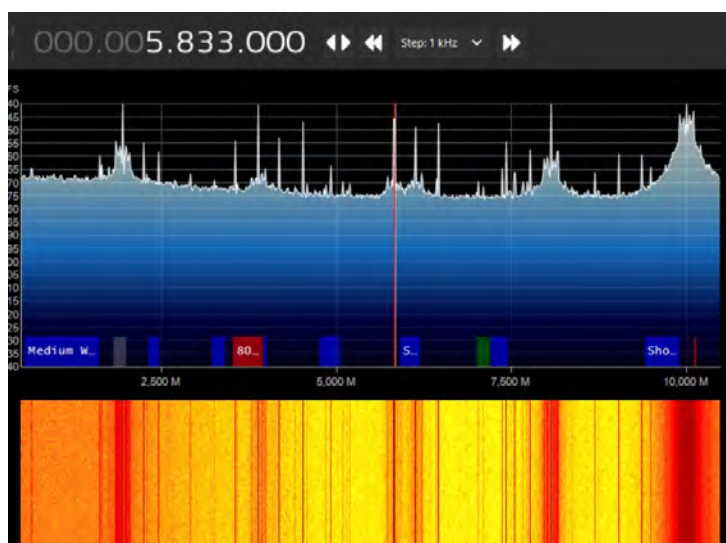


Рис. 2. Сигнал, принятый на частоте 5,8 ГГц

GQRX – программно-определяемый радиоприемник, работает на базе открытого исходного кода, настраиваемого графического интерфейса. Включают в себя моно- и стерео демодуляторы. С помощью программы SDRSharp был сформирован тракт обработки сигналов в виде графической схемы, разложенного спектра. Данная программа позволяет демодулировать сигнал FM-радиостанции и вывести звук через звуковую карту.

В таблице представлены принимаемые частоты, которые возможно принимать с помощью программы SDRSharp.

Частоты, определяемые с помощью программы SDRSharp

NFM	Узкополосная частотная модуляция, для диапазонов VHF и UHF.	136–174 МГц 400–512 МГц
WFM	Широкополосная частотная модуляция для FM станций	87,5–108 МГц
AM	Амплитудная модуляция для коротковолновых радиостанций и авиационных радиостанций	0,530–1,700 МГц
LSB	Амплитудная модуляция с нижней боковой полосой	3,5 – 3,8 МГц
USB	Амплитудная модуляция с верхней боковой частотой (военная и морская радиосвязь)	3,5–4 МГц
CW	Амплитудная модуляция для радиотелеграфа	1,8–30 МГц
DSB	Амплитудная модуляция с двумя боковыми полосами и отсутствующей несущей частотой	530–1700 кГц
RAW	Сигнал с неопределенной модуляцией	Варьируемые частоты

Сферы применения SDR-приемников:

1. **Обнаружение дронов.** Так как использование беспилотных летательных аппаратов в запрещенных целях растет с каждым днем, разработка методов борьбы и обнаружения активно возросла. Устройство позволяет не только обнаружить сигнал, но и подавить его.

2. **Обнаружение сотовых телефонов.** Отследить местоположение, и активность устройства из-за излучения им различных частот возможно с помощью программно-определяемого радио.

3. **Отслеживание АИС.** Автоматическая идентификация системы применяется для отслеживания положения морских судов с последующим отображением их на карте.

4. **Обнаружение глобальных навигационных спутниковых систем.** С помощью устройства HackRF можно принимать и декодировать сигналы навигационных спутниковых систем.

Существует множество программных приложений и инструментов для персонализированной настройки в различных областях и сферах нашей деятельности. С помощью приложения GNU Radio на операционной системе Linux возможно разработать собственные блоки обработки сигналов для SDR-приемника.

Устройство является не особо дорогим, за счет чего другие объемные системы уходят на второй план. Микросхемы, расположенные на платах SDR, выполняют ряд функций, тем самым обработка сигналов различных стандартов в системе происходит намного быстрее и мобильнее. Также с помощью данных модулей возможна разработка собственных систем цифровой связи с ее иллюстрированием. Выполняются различные задачи по обеспечению безопасности, выявлению несанкционированного использования устройств, цифровой обработке сигналов.

Список источников

1. SDR-технологии и новые принципы приема сообщений в симплексных радиолиниях / П. А. Будко, Е. С. Жолдасов, Г. А. Жуков, Н. П. Будко // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2013. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sdr-tehnologii-i-novye-printsipy-priema-soobscheniy-v-simpleksnyh-radioliniyah> (дата обращения: 19.10.2024).

2. Авдонин Д. В., Рындык А. Г. Интеллектуальные радиосистемы: когнитивное радио // Информационные технологии. Системы, средства связи и управления : Информационно-аналитический сборник ; под ред. С. В. ИONOва ; Воронеж : ОАО «Концерн «Созвездие», 2012. № 1. С. 115–117.

3. Власова А. И., Лубенцов А. В. Системный анализ применения технологий средств подавления сигналов сотовой связи в системе УИС // Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы деятельности подразделений уголовно-исполнительной системы. Воронеж : Научная книга, 2023. Т. 1. С. 262–265.

4. Лубенцов А. В., Власова А. И. Системный анализ синтеза модели мониторинга и подавления сигнала сотовой связи // Карбышевские чтения. Наше дело правое – победа будет за нами! : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. RUS, 2023. С. 229–236.

5. Лубенцов А. В., Власова А. И. Построение модели автоматической системы противодействия несанкционированной передаче информации по каналам связи // III Международная научно-практическая конференция «Научные междисциплинарные исследования в экономике, праве и управлении» ; Университет права и социально-информационных технологий», сборник трудов. Могилев, 2023. С. 439–443.