

УДК 621.396.96

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SDR В МЕТОДАХ ПАСИВНОЇ РАДІОЛОКАЦІЇ ТА РАДІОРОЗВІДКИ

Білик О.С.

Науковий керівник - к.т.н., доц. Мартинчук О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІКІ,
м. Харків, Україна

тел. +38(095) 737-22-99

The current development of radar and radio surveillance systems requires the implementation of new technologies, capable of increasing efficiency and functionality. One of these technologies is SDR (Software-Defined Radio), which allows to increase velocity of setting, flexibility and adaptability of radio receivers and radio transmitters. In this work was considered the use of SDR technology in the methods of radar and radio surveillance, as well as the advantages and possibilities for improving the system.

SDR (Software-Defined Radio) - це технологія, яка дозволяє програмно налаштовувати та керувати радіообладнанням з використанням звичайних комп'ютерів. Використання SDR для пасивної радіолокації може забезпечити високу гнучкість та точність вимірювань, оскільки може бути здійснене програмне налаштування параметрів радіоприймача та передача, автоматичного аналізу отриманих сигналів за допомогою розподілених обчислювальних систем.

Було розглянуто один з найдешевших і доступніших SDR - HackRF One. Він являє собою відкритий проект, вихідний код його доступний. Апаратні характеристики: 1 MHz to 6 GHz operating frequency, half-duplex transceiver, up to 20 million samples per second, 8-bit quadrature samples (8-bit I and 8-bit Q), compatible with GNU Radio, SDR#, software-configurable RX and TX gain and baseband filter, software-controlled antenna port power (50 mA at 3.3 V), SMA female antenna connector, SMA female clock input and output for synchronization, convenient buttons for programming, internal pin headers for expansion, USB-powered, open source hardware.

Через USB кабель модуль підключається до ПК, через який отримує живлення та виконується передача даних. В HackRF One має мікроконтроллер LPC4320FBD144 с ARM Cortex-M4 ядром, стоїть CPLD XC2C64A-7VQG100C, з'єднана з мікросхемою MAX5864, яка представляє собою два АЦП та два ЦАП в одному корпусі. Разрядність АЦП = 8 біт, разрядність ЦАП = 10 біт. Характеристики саме цих АЦП и ЦАП достатньо слабкі. Відповідно до теореми Котельникова, їх максимальна тактова частота складає 22 МГц. Для збільшення широти полоси передатчика можна замінити мікросхему АЦП-ЦАП на іншу, більш швидкісну та передавати дані напряму з CPLD, в обхід мікроконтроллеру, але наступним слабким місцем буде максимально припустима ширина перелаштовуемого фільтру (30 МГц), розташованого в мікросхемі передавача MAX2837 (інтегрований

напівдуплексний РЧ передавач, виконаний за архітектурою прямого перетворення з нульовою проміжною частотою).

Якщо розглядати більш потужні SDR, то їх робота можлива на частотах до 6 ГГц. В пристроях з більш високими робочими частотами проблема високоякісного оцифрування ВЧ сигналів вирішується їх перенесенням на більш низьку частоту. Для цього використовуються змішувач і опорний генератор.

Для пасивної радіолокації з використанням SDR можуть бути використані різні методи та алгоритми, такі як методи обробки сигналів, фільтрації та аналізу, а також методи машинного навчання та штучного інтелекту. Відповідні програмні пакети дозволяють використовувати ці методи для знаходження та визначення місцеперебування об'єктів на основі аналізу відбитих сигналів.

Таким чином, використання SDR для пасивної радіолокації може забезпечити високу точність та гнучкість вимірювань, а також дозволяє використовувати різні методи та алгоритми для досягнення потрібної точності та надійності вимірювань. Використання технології SDR в методах пасивної радіолокації та радіорозвідки стало дуже актуальним завдяки його гнучкості та адаптивності. SDR дозволяє замінити апаратні компоненти радіосистем та радарів програмним забезпеченням, що в свою чергу дозволяє прискорити внесення змін, знижує вартість розробки та реалізації нових систем радіолокації та радіорозвідки.

Для роботи з SDR було розглянуто вільне і відкрите програмне забезпечення GNURadio. Воно забезпечує можливості програмного радіомовлення, його можна використовувати для створення додатків, отримання даних з цифрових потоків або передавати дані в цифрові потоки. GnuRadio має фільтри, каналні кодери, елементи синхронізації, еквалайзери, демодулятори, вокодер, декодери має можливість передачі даних від одного блоку до іншого. При створенні програмних симуляторів, для розробки можливо використовувати бібліотеки, написані на мовах C ++ і Python.

Список використаних джерел:

1. RTL – SDR приймач <https://habr.com/ru/post/373465/>
2. HackRF One <https://habr.com/en/articles/499376/>
3. Software Defined Radio <https://habr.com/ru/post/451674/>