

**ВИКОРИСТАННЯ SDR ТРАНСИВЕРА
BLADERFx40 ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СИГНАЛІВ ЦИФРОВОГО
ТЕЛЕБАЧЕННЯ СТАНДАРТІВ DVB-S ТА DVB-S2**

Літвінов Є.А., Авдєєнко Г.Л.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: litvinov_yevhenii@ukr.net

**Bladerfx40 SDR transceivers application for digital
TV DVB-S and DVB-S2 standards signals generation**

The current state of telecommunication development is characterized by the usage of Software-Defined Radio (SDR). Currently, the most used SDRs are RTL2832U, HackRF, Airspy, BladeRF, SDRPlay RSP. The easiest way to study SDR programming is to use the GNURadio program. In this thesis, the generation of DVB-S and DVB-S2 signals in GNURadio is considered. This thesis will be useful for radio amateurs and developers of television equipment.

Сучасний стан розвитку телекомунікацій характеризується використанням програмно конфігурованого радіо (SDR). На даний момент найбільш використовувані SDR є RTL2832U, HackRF, Airspy, BladeRF, SDRPlay RSP. Найбільш простим способом засвоїти програмування SDR є використання програми GNURadio. В даному тезисі розглядається формування сигналів DVB-S та DVB-S2 за допомогою трансиверу BladeRFx40 та програмного пакету GNURadio.

Принцип роботи SDR пристроїв базується на оцифруванні прийнятого радіосигналу і наступній його обробці у цифровому сигнальному процесорі або ПЛІС, керування роботою яких забезпечується від персонального комп'ютеру, до якого підключається пристрій. При цьому технологія прямого цифрового перетворення і прямого цифрового синтезу з діапазонними фільтрами дозволяє отримати максимально високі характеристики передавально-приймального тракту. Перевага технології SDR полягає в тому, що для його адаптації під інший стандарт зв'язку не потрібно змінювати апаратну частину, а необхідно змінити тільки програмну частину.

SDR трансивер BladeRFx40 цікавий тим, що він може формувати модульовані радіосигнали з шириною спектру до 27 МГц на будь-якій несній частоті в діапазоні 0,3...3,8 ГГц. Це дозволяє експериментувати з передовими безпроводовими технологіями у сфері зв'язку та телебачення (від FM-радіо до Wi-Fi і LTE).

Для роботи з SDR трансивером BladeRFx40 необхідний мінімальний набір програмного забезпечення, в першу чергу бібліотека gr-osmosdr [1], що дозволяє забезпечити керування трансивером в програмному середовищі GNURadio.

Відомо, що сигнал супутникового телебачення передається в Ku-(10,7...12,75ГГц) та Ka-(18...20 ГГц) діапазонах, причому у малошумливому

конверторі відбувається перенесення частоти в діапазон 950...2150 МГц, який є стандартним діапазоном усіх супутникових приймачів.

Для апаратно-програмної реалізації модулятора обрано стандарт DVB-S2, причому вихідна частота модулятора рівна 1,28 ГГц, модуляція 8-PSK, символна швидкість 5 Мсимв/с, швидкість кодування LDPC кодом 9/10 .

Для приймання сигналу цифрового телебачення стандарту DVB-S2 було підключено вихід трансиверу BladeRFx40 до ресивера через коаксіальний атенюатор (АТТ) та фільтр верхньої частоти (ФВЧ), що призначений для придушення напруги живлення, яка подається з виходу супутникового ресиверу (СП. ТВ) (рис.1).

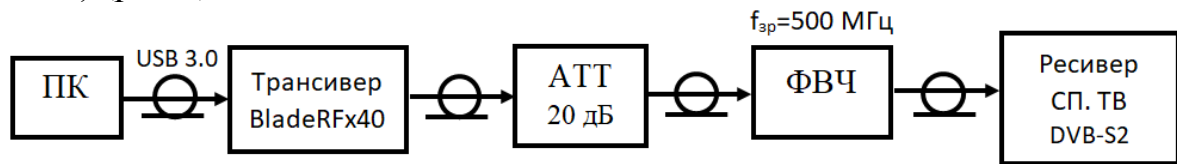


Рис. 1. – Блок схема дослідження модулятора.

Для програмування трансиверу BladeRFx40 з метою формування сигналів цифрового телебачення використовується програмний модуль GNURadio DTV (gr-dtv), який завантажується з інтернету з репозиторія GitHub [2]. Бібліотеки модулю GNURadio DTV забезпечують передачу і/або прийом для багатьох стандартів цифрового телебачення, таких як ATSC, CATV, DVB-T, DVB-T2, DVB-S і DVB-S2 з численними конфігураціями типу модуляції та кодування.

На рис.2 зображено структурну схему модулятора стандарту DVB-S2 у вигляді потокової діаграми, яка знаходилась в файлі dvbs2_tx.grc, що входить в бібліотеку gr-dtv.

Програмний модулятор стандарту DVB-S2 в GNURadio, що зображений на рис.2 вимагає введення вхідного транспортного телевізійного потоку стандарту стиснення MPEG-2 або H.264, який попередньо був записаний у вигляді файлу на жорсткий диск ПК при демодуляції сигналу супутникового телебачення, що був прийнятий від супутника Astra 4A. Відповідно до рис.2 модулятор складається з наступних блоків: блоку вхідних даних, в якому вказується шлях до файлу з записаним транспортним потоком (File Source), формувача заголовка ВВ (baseband) фреймів, скремблера ВВ фреймів (BBscrambler), BCH-енкодера (BCH Encoder), LDPC-енкодера (LDPC Encoder), перемежувача (Interleaver), блока модулятора сімейства DVB-S2X (DVB-S2X Modulator), формувача фреймів фізичного рівня (Physical Layer Framer), фільтра швидкого перетворення Фур'є (FFT Filter), графічного віджета відображення спектра сигналу (WX GUI FFT Sink), блоку керування параметрами передавального тракту трансиверу BladeRFx40 (osmoscom Sink). Також на рис.2 показано допоміжні блоки, у яких встановлюється символна швидкість вихідного потоку (symbol_rate), частота дискретизації (samp_rate), вихідна частота трансиверу

(frequency), коефіцієнт скруглення (rolloff), кількість відводів лінії затримки (taps), тип графічної оболонки (Options) .

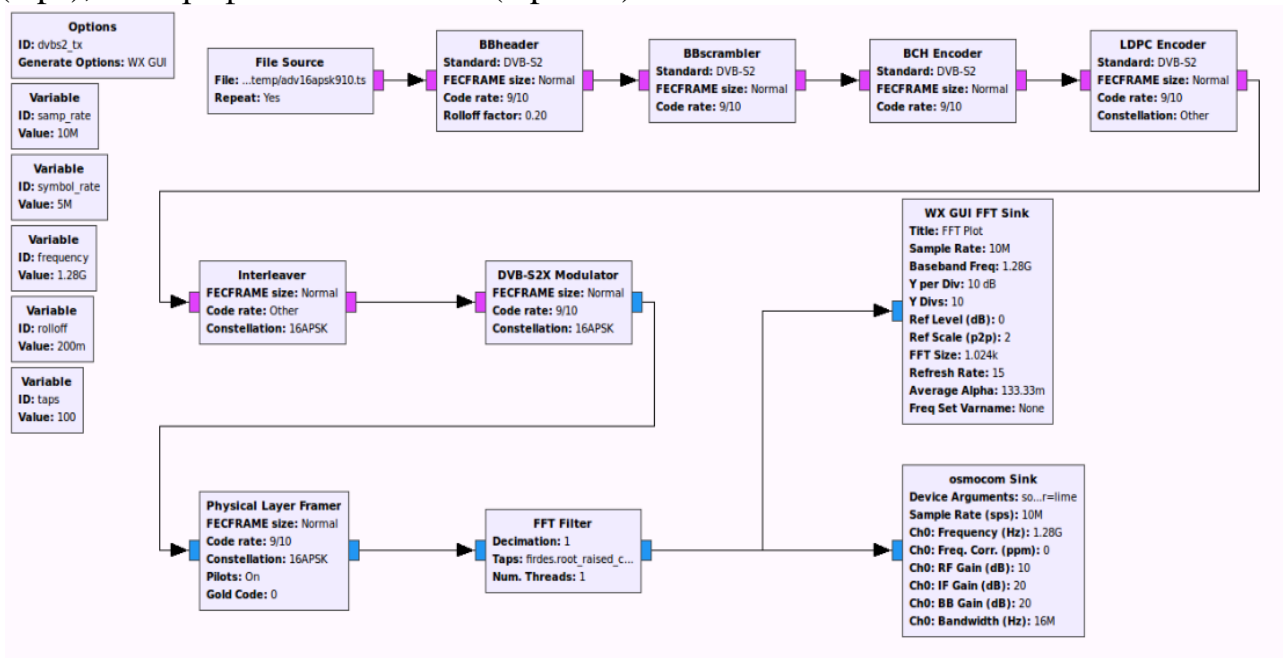


Рис. 2. Схема формування сигналів цифрового телебачення стандарту DVB-S2.

Запустивши поточний графік модулятора DVB-S2 в GNURadio, на дисплеї WX GUI отримали спектр сигналу (рис.3).

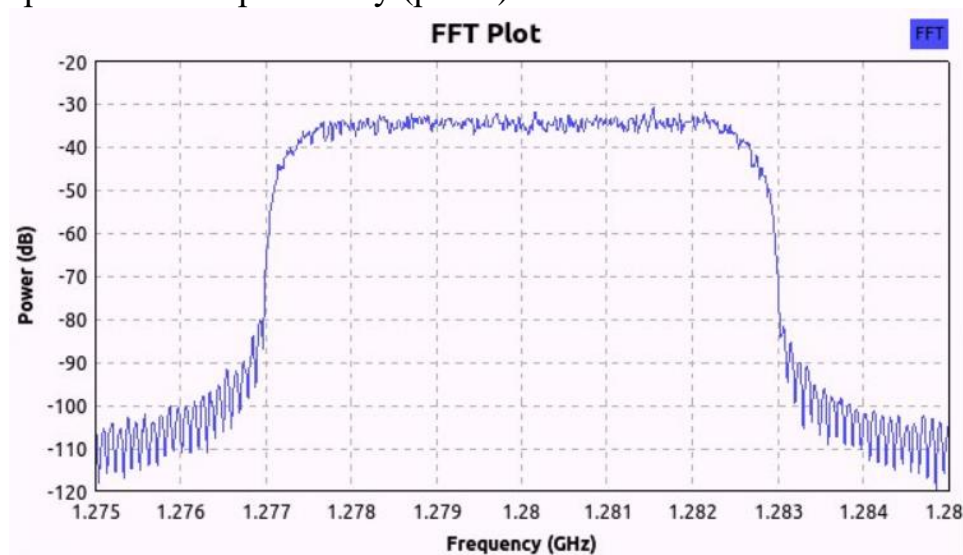


Рис. 3.– Спектр сигналу DVB-S2.

Результати проведеної роботи підтверджують працездатність апаратно-програмної реалізації стандарту DVB-S2 в середовищі GNURadio.

Література

1. Бібліотека gr-osmosdr B210 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://packages.debian.org/ru/sid/gr-osmosdr>.
2. Модуль GNURadio DTV [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://github.com/gnuradio/gnuradio/tree/master/gr-dtv>.