

## МОДЕЛЬ ДОСЛІДЖЕННЯ СИГНАЛІВ ОПТИЧНОГО ТРАКТУ З ВИКОРИСТАННЯМ SDR ТРАНСІВЕРА ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ GNURADIO

**Літвінов Є.А., Романов О.І.**

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*E-mail: litvinov\_yevhenii@ukr.net*

### **Optical path signal research model using an SDR transceiver and GNURadio software**

The current trend in wireless communications with an ever-increasing demand for higher bandwidth and ubiquitous coverage is creating a high demand for the use of the radio frequency spectrum. This direction requires alternative ways to look for additional communication options in the future. One of the solutions to these problems is the technology of signal transmission in visible light.

Сучасна тенденція бездротового зв'язку з постійно зростаючим попитом на більш високу пропускну здатність та повсюдне покриття, створюють високий попит на використання спектру радіочастотної зв'язку. Цей напрямок вимагає альтернативних засобів для пошуку додаткових можливостей зв'язку в майбутньому. Одним з варіантів вирішення цих проблем є технологія передачі сигналів по видимому світлу.

Інтерес бездротового зв'язку у видимому світлі (VLC-visible light communication) зріс одночасно з розробкою і використанням світлодіодних технологій. Багато авторів почали мати справу з різними аспектами які характеризують зв'язок у видимому світлі, особливо в відношенні модуляції і затемнення. Це призвело до першої стандартизації фізичного рівня і рівня MAC, ратифікованого IEEE (802.15.7) і включеної до Бездротові персональні мережі [1].

Видима частина спектру охоплює від 380 Нм до 780 Нм довжини хвилі, а частота  $4,3 \times 10^{14}$  Гц. і  $7,5 \times 10^{14}$  Гц. У технології VLC використовуються світлодіоди, оскільки їх інтенсивність струмів легко модулюється відносно їх аналогів. [2].

Даний тезис надає інструкції для реалізації випробувального стенду VLC за допомогою програмно конфігурованого радіо (SDR) який кепується за допомогою програмного забезпечення GNURadio.

Принцип роботи SDR пристроїв базується на цифровій обробці 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 передавальна-приймального тракту [3,4].

GNURadio є вільним і відкритим джерелом програмного забезпечення, що розширює інструментарій та забезпечує можливості програмного радіомовлення. Він використовується в основному в якості програми

управління SDR пристроєм, яка готує дані для обробки сигналу. Операція обробки сигналу закінчується пізніше спеціалізованим модулем. GNURadio пропонує легко перелаштовуємо радіосистему, що дозволяє користувачам створювати різні пристрої без необхідності покупки декількох дорогих радіостанцій. Його можна використовувати для створення додатків, отримання даних з цифрових потоків або передавати дані в цифрові потоки. Потім ці потоки передаються з використанням апаратних засобів.

GNURadio має фільтри, каналні кодери, елементи синхронізації, еквалайзери, демодулятори, вокодер, декодери і багато інших елементів (блоків). Також GnuRadio включає в себе спосіб підключення цих блоків і управління передачею даних від одного блоку до іншого.

Для дослідження передачі сигналів в оптичному тракті необхідно підключити персональний комп'ютер TX через USB під'єднати SDR трансивер, вихід якого через коаксіальний кабель під'єднаний до інжектору постійного струму (Bias-T) на який подається напруга 0,2V та до виходу якого під'єднана LED лампа з драйверами.

Для приймання оптичних сигналів необхідно підключити фотодетектор через коаксіальний кабель до SDR трансивер, який через USB роз'єм підключається до комп'ютера RX.

Блок схема передавача та приймача VLC представлені на рис.1.

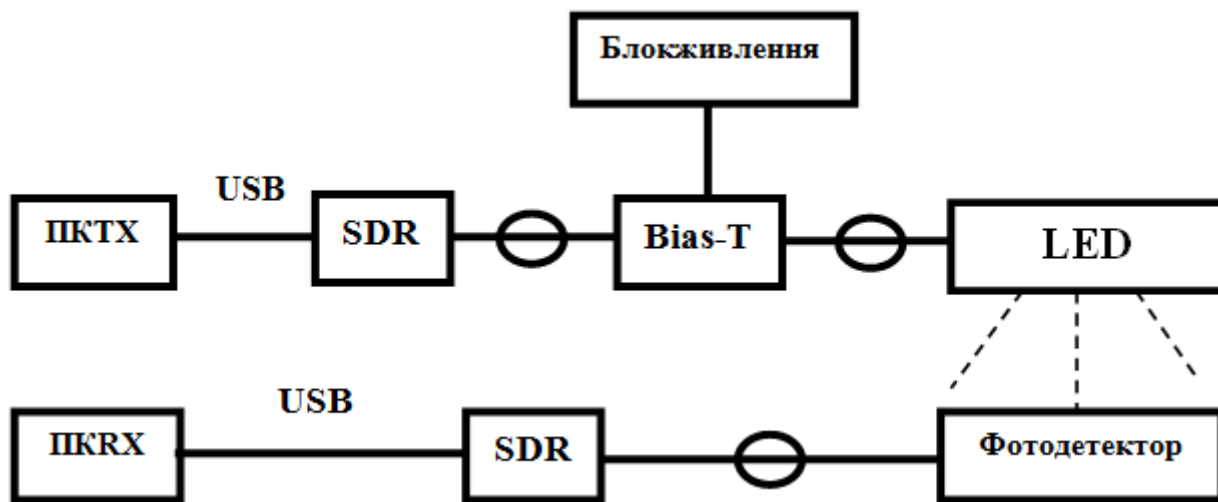


Рисунок 1. Блок схема дослідження передачі сигналів в оптичному тракті.

Для програмування SDR трансивера використовуємо програмне забезпечення GNURadio в якому за допомогою блоків збираємо схему передавача (рис. 2) та приймача (рис. 3).

Схема передавача складається з наступних блоків: блоку вхідних даних в якому вказується шлях до файлу який будемо передавати (File Source), пакетний кодер (Packet Encoder), Частотна модуляція Гауса з мінімальним зрушенням (GMSK Mod), блок керування трансивером, в даному випадку використовується трансивер USRP (USRP2 Sink), а також допоміжні блоки у яких встановлюється частота дискретизації (samp\_rate), тип графічної оболонки (Options).

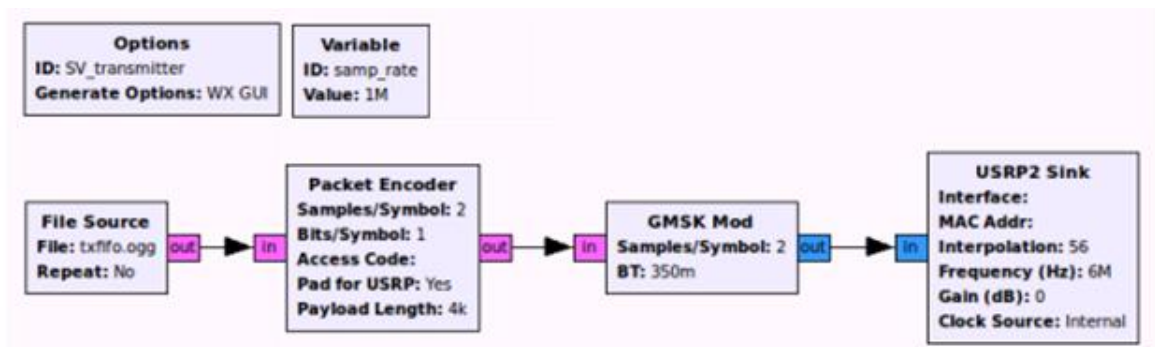


Рисунок 2. Блок схема передавача.

Схема приймача складається з наступних блоків: блок вхідних даних які приймаються на трансивер (USRP2 source), фільтр низьких частот (LowPassFilter), Частотна демодуляція Гауса з мінімальним зрушенням (GMSK Demod), пакетний декодер (PacketDecoder), блок запису вихідних даних в якому вказується шлях куди буде записаний файл.

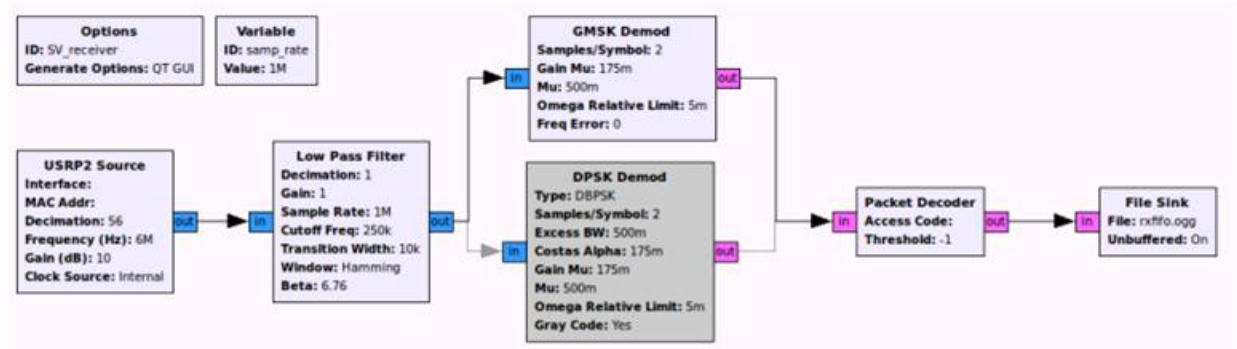


Рисунок 3. Блок схема приймача.

Системи SDR дають чудову можливість для подальших можливостей досліджень аналізу та навчання систем зв'язку, зокрема VLC. Також змінюючи блок схему в програмному забезпеченні GNURadio можливо проводити дослідження та порівняння різних типів модуляції та завадостійкого кодування.

### Література

1. S. Rajagopal, R.D. Roberts, and L. Sang-Kyu, "IEEE 802.15.7 VisibleLightCommunication: ModulationSchemesandDimmingSupport," IEEE Commun. Mag., vol. 50, no. 3, pp. 72–82, 2012.
2. R.J. Drost and B. M. Sadler IEEE TransactionsonCommunications, vol. 62, pp. 1995–2005, 2014.
3. Літвінов Є.А., Авдєєнко Г.Л. «Використання SDR трансивера bladerfx40 для формування сигналів цифрового телебачення стандартів DVB-S та DVB-S2». Матеріали 13-ої МНТК конференції «Перспективи розвитку інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем» Київ, 2019р.С186-188.
4. O.I. Romanov, Y.S. Hordashnyk, T.T. Dong. Method for calculating the energy loss of a light signal in a telecommunication Li-Fi system. International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo), 2017, p: 1 – 7.