



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**77-ї НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ ПРОФЕСОРІВ,
ВИКЛАДАЧІВ, НАУКОВИХ ПРАЦІВНИКІВ,
АСПІРАНТІВ ТА СТУДЕНТІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

16 травня – 22 травня 2025 р.

ОБРОБКА СИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНО-КЕРОВАНОВОГО РАДІО ТА ПЛАТФОРМИ GNU RADIO

Програмно-кероване радіо (SDR, англ. software-defined radio), — це технологія зв'язку, яка замість апаратних компонентів використовує програми для обробки радіосигналів. Такий підхід забезпечує гнучкість, адаптивність і можливість оновлення без необхідності фізичних змін у апаратному забезпеченні [1].

Прикладом програмно-керованого радіо є **Pluto SDR** (ADALM-PLUTO) — компактний USB-живлений трансивер на базі SoC Xilinx Zynq-7010 із радіочастотним чипом ADI AD9363 (1 Rx / 1 Tx, дуплекс). Пристрій охоплює діапазон 325–3800 МГц із робочою смугою до 20 МГц, підтримує 12-бітне перетворення із частотою дискретизації до 61,44 MSPS. Забезпечує два інтерфейси зв'язку:

- USB 2.0 OTG — живлення та передавання даних;
- Ethernet-over-USB — доступ по IP-адресі 192.168.2.1 (бібліотека libiiio).

Відкрита прошивка Pluto SDR дозволяє проводити різноманітні експерименти з приймання й передавання радіосигналів [2].

Взаємодіяти з Pluto SDR можна через платформи цифрової обробки сигналів на кшталт GNU Radio. **GNU Radio** — це модульна відкрита бібліотека цифрової обробки сигналів та графічний інструментарій *GNU Radio Companion* (GRC), у якому радіосистеми описуються як *flowgraph* зі зв'язних DSP-блоків [3]. Для виконання своїх функцій GNU Radio використовує мову програмування Python. Зокрема проекти виконані у GRC завжди складаються з 2 файлів: *.py* та *.grc*. Також, GRC підтримує створення користувацьких блоків на мові Python.

Для демонстрації роботи GNU Radio та Pluto SDR було створено програму, що «перетворює» Pluto SDR у FM радіо. На рисунку 1 можна побачити схему цієї програми складену у GNU Radio Companion.

На цій схемі допоміжні блоки *QT GUI Range* використовуються для відображення слайдерів для змінних *snr* та *volume*, а *QT GUI Chooser* дозволяє перемикається між трьома FM-станціями [4]. *Flowgraph* починається з блоку *PlutoSDR Source*, який повертає I/Q семпли отримані з ефіру.

Далі блок *Rational Resampler* із коефіцієнтом 1/5 зменшує пропускну здатність до 384 кГц, знижуючи навантаження на ЦОС. Блок *Simple Squelch* придушує шуми, після чого *FM Demod* демодулює сигнал для того щоб отримати 48-кГц аудіопотік. *Multiply Const* масштабує амплітуду

аудіосигналу згідно зі значенням змінної *volume*, а *Audio Sink* виводить звук використовуючи звукову карту комп'ютера [4].

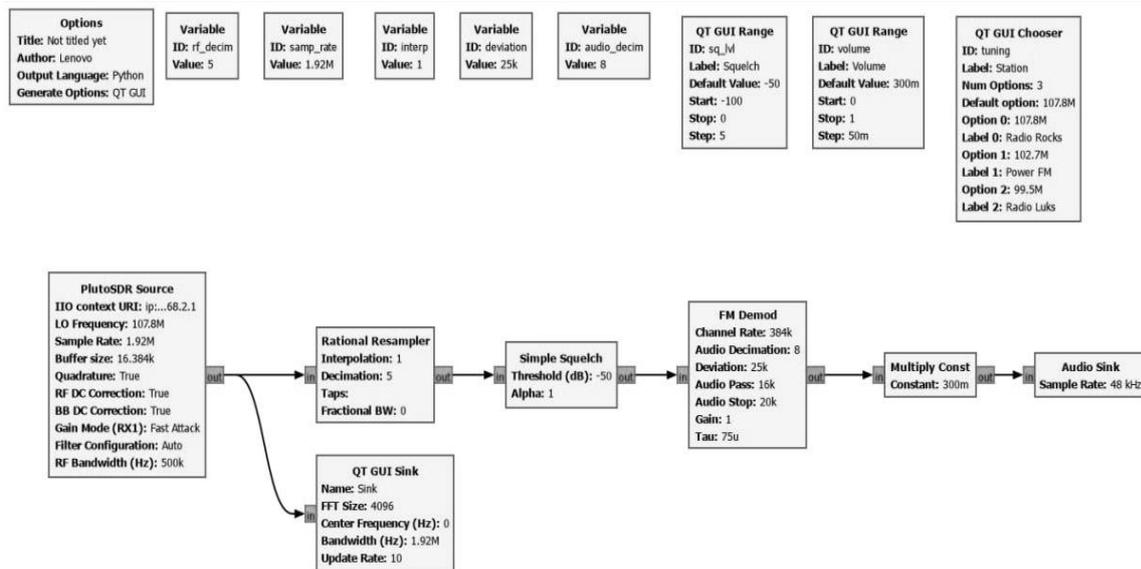


Рис. 1. FM радіо побудоване у GRC

Література:

1. *Bikchentayev M., Zaitseva M. Enhancing communication reliability with software-defined radio (SDR) and frequency-hopping spread spectrum (FHSS) // Молодіжна наука: інновації та глобальні виклики : зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 6 листопада 2024 р. — Полтава : Нац. ун-т «Полтавська політехніка ім. Ю. Кондратюка», 2024. — С. 496–497. — URL: https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/conf/2024/mnigv/zbirnik_tez_konferencii_2024_ost.pdf (дата звернення: 08.05.2025).*
2. *ADALM-PLUTO (Pluto SDR) : Overview [Електронний ресурс] / Analog Devices Wiki. — Режим доступу: <https://wiki.analog.com/university/tools/pluto> (дата звернення: 08 травня 2025).*
3. *What Is GNU Radio? [Електронний ресурс] / GNU Radio Wiki. — Режим доступу: https://wiki.gnuradio.org/index.php?title=What_Is_GNU_Radio (дата звернення: 08 травня 2025).*
4. *Block Docs. [Електронний ресурс]. GNU Radio Wiki. — Режим доступу: https://wiki.gnuradio.org/index.php?title=Category:Block_Docs (дата звернення: 08 травня 2025).*