

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОТРЕБ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ РОЗПІЗНАННЯ РАДІОСИГНАЛІВ

*Аспірант А.Ю. Мартинов*  
*Керівник – докт. філософії П.М. Радюк*  
*Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна*

Поміж засміченого радіопростору важко оперативно без людського ресурсу розпізнати певний тип радіосигналу. Традиційно використовуються прості цифрові приймачі для розпізнання радіосигналу, але оброблення ними сигналу є досить примітивним. Тому виникає необхідність впровадити автоматичне розпізнавання (сортування) радіосигналу за певними ознаками, щоб зменшити витрати людського ресурсу. Для цієї задачі потрібно використати системи штучного інтелекту.



**Рис.1** Етапи переходу від традиційного приймання сигналів до радіорозвідки та дешифрування сигналів [1, 2]

В теперішній час досить актуальною проблемою є те, що військові, які займаються радіорозвідкою та пеленгацією радіосигналів стикаються із дуже напруженим ефіром по частотному накопиченню великої кількості типів радіостанцій як від своїх, так і від чужих. Для полегшення роботи з розпізнаванням свій-чужий у роботі для груп радіорозвідки пропонується створювати списки «Свої», «Чужі», «Необізнані»:

1. У список «Свої» – (білий список) записувати початок-кінець частот своїх виділених ділянок для радіостанцій, які були виділені заздалегідь для роботи наших, щоб потім не робити перешкод для них радіоелектронною боротьбою (РЕБ).

2. У список «Чужі» потрібно додавати розпізнані радіостанції, які не виділялися в радіочастотному діапазоні для наших або чути, що говорять ворожі суб'єкти.

3. У список «Необізнані» варто додавати ті, для яких не можемо підібрати декодер – для досліджень, записуємо хоча б фрагмент ефірного сигналу для його подальшого оброблення. «Необізнані» сигнали (їх фрагменти запису) пропонуємо оформляти у наступній формі (кожен запис сигналу робиться окремим файлом):

1. Timestamp – мітка часу (береться з ПК, рік/місяць/число/години/хвилини/секунди);
2. Frequency – частота (береться із значень приймача, на яку частоту налаштований приймач, МГц);
3. Signal Strength – потужність сигналу (береться із приймача, dB);
4. Modulation – модуляція (вірогідний тип модуляції. Цифрові: OOK, 4ASK, 8ASK, BPSK, QPSK, 8PSK, 16PSK, 32PSK, 16APSK, 32APSK, 64APSK, 128APSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM, GMSK, OQPSK. Аналогові: AM-SSB-WC, AM-SSB-SC, AM-DSB-WC, AM-DSB-SC, FM. Для невідомого типу – «unknown»);
5. Bandwidth – пропускна здатність (береться з приймача, МГц);
6. Location – розташування (країна/область/місто чи село);
7. Device Type – тип приймача (береться із типу приймача);
8. Antenna Type – тип антени (тип та наявність калібрування, якщо антена була віддалена кабелем то записуємо марку і довжину кабелю);
9. Temperature – температура (використовуємо датчик температури GY-BMP280-3.3, °C в іншому випадку – «unknown»);
10. Humidity – вологість (використовуємо датчик вологості при наявності, %, в іншому випадку – «unknown»);
11. Wind Speed – швидкість вітру (використовуємо датчик швидкості повітря, м/с, та напрям вітру 0-360°, в іншому випадку – «unknown»);
12. Precipitation – опади (rain – 1, sunny – 0);
13. Weather Condition – погодні умови (використовуємо датчик освітленості APDS-9960);
14. Interference Type – тип перешкоди (якщо відома перешкода пишемо тип, якщо ні то – «unknown»);
15. Battery Level – рівень батареї (напруга живлення та ємність акумулятора);
16. Power Source – джерело живлення (якщо живлення від ПК то вказати «PC» і тип під'єднання «USB», «USB2», «USB3», якщо від саморобної батареї – «unknown battery»);
17. CPU Usage – використання центрального процесора (береться з ПК, %);
18. Memory Usage – використання пам'яті (береться з ПК, %);
19. WiFi Strength – потужність Wi-Fi;
20. Disk Usage – використання диска (береться з ПК, %);
21. System Load – завантаження системи (береться з ПК, %);
22. Latitude – широта (використовуємо модуль GPS при можливості або додаток на телефоні, °, якщо немає сигналу тоді – «unknown»);
23. Longitude – довгота (використовуємо модуль GPS при можливості або додаток на телефоні, якщо немає сигналу тоді – «unknown»);
24. Altitude(m) – висота (використовуємо датчик висоти наприклад BMP280 або додаток на телефоні, м, якщо немає – «unknown»);
25. Air Pressure – тиск повітря (використовуємо датчик тиску повітря GY-BMP280-3.3, mBar, якщо немає – «unknown»);

24. Device Status – стан пристрою (якщо відбувалися помилки з підключенням приймача чи з ПК їх також потрібно вказати «1», якщо помилок не було «0»);

25. I/Q Data – дані (сигнал записуваний приймачем).

Якщо сигнал не змогли ідентифікувати за місцем, то вище записаний сигнал передається командуванню з актуальністю H-, M- чи L- рівнем для детального оброблення та оцінювання обстановки (H – високий, M – середній, L- низький).

Далі наведемо приклад як можна використати GNURadio [3] разом із приймачем HackRF [4] з мовою програмування Python для наших потреб.

Розглянемо тип модуляції «NBFM», який був знайдений і розпізнаний як тип модуляції FM.

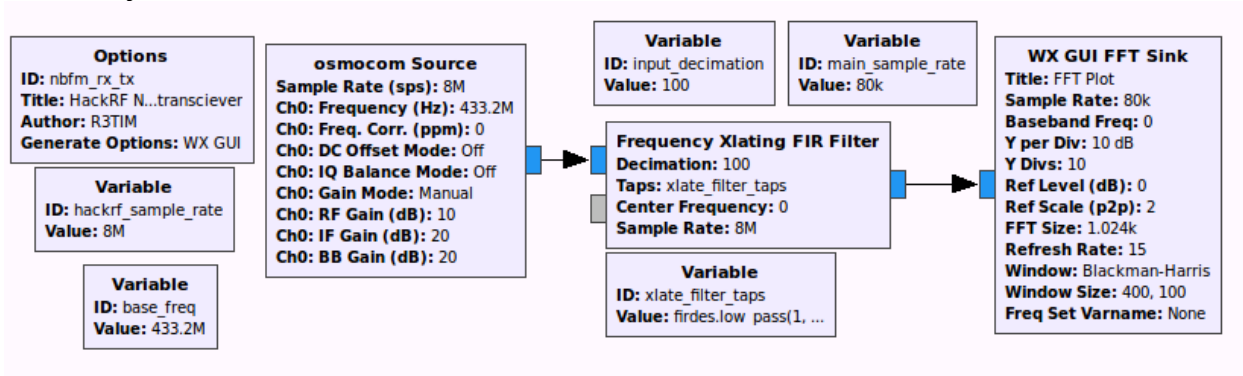


Рис.2 Структурна схема приймача сигналів NBFM побудована в GNURadio [5]

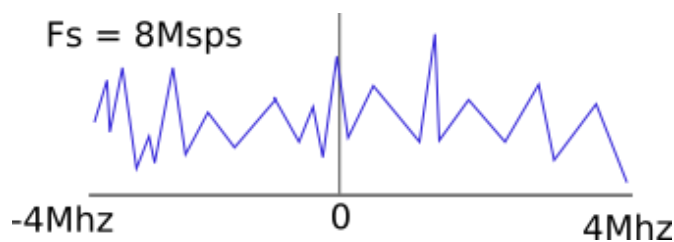


Рис.3 На вхід приймача приймається сигнал з шириною частоти 8 МГц.[5]

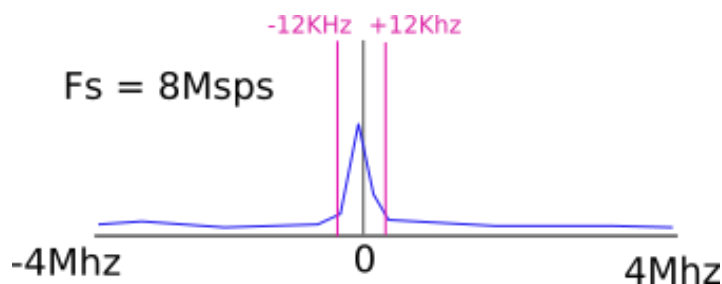


Рис.4 Фільтр вирізає із цього сигналу частину в 24 КГц (та трішки на ширину пропускання)[5]

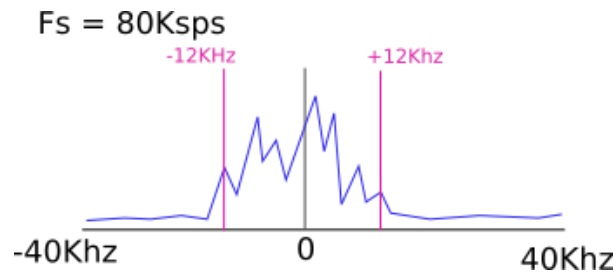


Рис.5 Децимація частоти кадрування у 100 раз дає нам сигнал з полосою у 80 кГц.[5]

Якщо добавимо демодулятор в схему, то далі демодулюємо сигнал. В GNURadio уже є готовий блок для демодуляції FM – «NBFM Receive». Далі потрібно налаштувати його наступним чином: в рядки з функціями внести наступні дані: **Audio Rate** (частота кадрування на виході блоку) – «int(main\_sample\_rate)», **Quadrature Rate** (частота кадрування на вході блоку) – «int(main\_sample\_rate)», **Tau** – «75e-6», **Max Deviation** (відхилення частоти, для 25кГц буде складати 5 кГц, для 12,5кГц – складатиме 2,5кГц) – «5e3» [6].

Якщо після цього додати виведення сигналу на вихід для навушників, зможемо почути наявні радіостанції в ефірі. Наступні блоки необхідні для виведення демодульованого сигналу для прослуховування: **Rational Resample** (перетворює нашу частоту кадрування у 80кГц) і **Audio Sink** (використовуємо звукову карту на 48кГц), для цього необхідно надати значення для **decimation** -«10» і для **interpolation** – «6» [7].

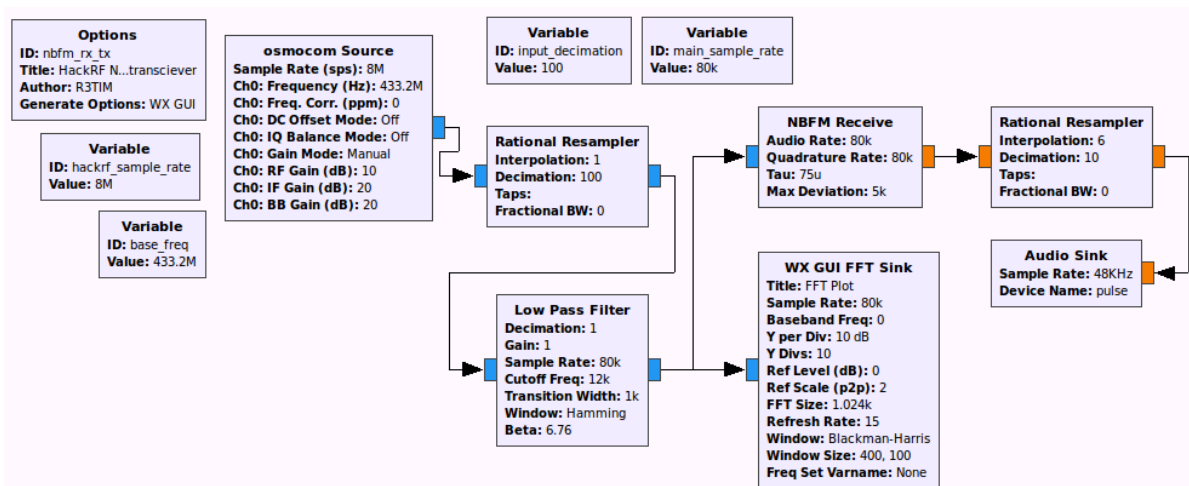


Рис.6 Структурна схема приймача з декодером для прослуховування радіостанцій, які працюють в діапазоні частот 430-480 МГц з модуляцією NBFM.[5]

Зі списку «Знайдені частоти» беремо перший рядок та витягуємо звідти необхідні значення: центральна частота, (або початок та кінець полоси) налаштуємо автоматично приймач на необхідну центральну частоту. Прослухавши першу радіостанцію, добавляємо в наш список «Розпізнані

частоти» з центральною частотою (або початок і кінець частоти спектру для цього каналу радіостанції). За таким же принципом беремо другу знайдену частоту, демодулюємо і прослуховуємо. Якщо аудіозвучання коректне, дописуємо поточний список з частотами та типом модуляції сигналу. Якщо аудіозвучання некоректне, задаємо програмі зміні значення, щоб звучання відбулося коректним. Якщо і при цьому аудіозвучання є некоректним, додаємо в інший список «Потрібно розпізнати». За таким принципом додаємо третю знайдену частоту, четверту тощо.

Якщо нам необхідно прослуховувати інші сигнали з іншими модуляціями, будемо схеми під їх демодуляцію і виведення аудіосигналів для коректності.

Формування списків, як от, «Розподілення частот на сьогодні» досить важливий як і для зв'язківці, так і для інших мобільних груп, які працюють на передовій.

### **Висновки**

1. Зробивши якісні записи «Нерозпізнаних» сигналів набагато легше демодулювати сигнали підправивши деякі значення наприклад використавши більш кращий фільтр для цього діапазону, чи то були випадкові сигнали бо був туман і при певних частотах сигнал просто-на-просто не зміг би до нас дійти і т.д.

2. Збираючи більше записів «Розпізнаних» сигналів ми збільшуємо наш Dataset по різних модуляціях (маніпуляціях). А правило таке, чим більший Dataset тим більшого результату досягаємо в тренуванні ШІ по розпізнаванню сигналів.

3. Запропонована форма записів фрагментів сигналів дає більше розуміння в якому середовищі відбувалися записи сигналів та можливість розробити методики запису з більш якісним розпізнаванням і також додаткові маніпуляції з даними для підвищення ефективності ШІ по розпізнаванню сигналів.

### **Посилання**

1. Wikiwand - Радіорозвідка. Wikiwand. URL: <https://www.wikiwand.com/uk/Радіорозвідка> (дата звернення: 26.02.2024).

2. Як фахівці радіоелектронної розвідки ЗСУ опановують сучасну техніку (відео) | Defense Express. *Військовий портал Defense Express - все про військову справу.* URL: [https://defence-ua.com/army\\_and\\_war/jak\\_spetsialisti\\_radioelektronnoji\\_rozvidki\\_zsu\\_opanovujut\\_suchasnu\\_tehniku\\_video-5363.html](https://defence-ua.com/army_and_war/jak_spetsialisti_radioelektronnoji_rozvidki_zsu_opanovujut_suchasnu_tehniku_video-5363.html) (дата звернення: 26.02.2024).

3. Saruwatari S. GNU Radio. *The Journal of The Institute of Image Information and Television Engineers*. 2011. Vol. 65, no. 8. P. 1186–1189. URL: <https://doi.org/10.3169/itej.65.1186>

4. Gummineni M., Polipalli T. R. Implementation of Reconfigurable Transceiver using GNU Radio and HackRF One. *Wireless Personal Communications*. 2020. Vol. 112, no. 2. P. 889–905. URL: <https://doi.org/10.1007/s11277-020-07080-0>

5. HackRF как трансивер: Часть 2. Приём NBFM - GnuRadio и все все все. *GnuRadio и все все все*. URL: <https://my-gnuradio.org/2017/01/21/hackrf-kak-transiver-chast-2-priyom-nbfm-signala/> (дата звернення: 26.02.2024).

6. HackRF One SDR-трансвер (1 МГц – 6 ГГц). "Radioscan". URL: <https://radioscan.com.ua/ua/p1878031526-hackrf-one-sdr.html> (дата звернення: 26.02.2024).

7. Модуль Датчик тиску повітря та температур GY-BMP280-3.3. *MICRO-ТЕХНИК – товари для радіолюбителів*. URL: [https://m-teh.com.ua/modul-datchik-davleniya-vozdukha-i-temperatur-gy-bmp280-3.3/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAivGuBhBEEiwAWiFmYep0TCxMtiRecQsSDgYUBv001Ajq3TFc6B05FWIKdNRUBDMVyFZcaBoCEVQQAvD\\_BwE](https://m-teh.com.ua/modul-datchik-davleniya-vozdukha-i-temperatur-gy-bmp280-3.3/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAivGuBhBEEiwAWiFmYep0TCxMtiRecQsSDgYUBv001Ajq3TFc6B05FWIKdNRUBDMVyFZcaBoCEVQQAvD_BwE)

## MS COPILOT ЯК НОВИЙ ПОМІЧНИК WINDOWS 11

*Студент І.С. Мусієнко*

*Керівник – старший викладач Л.П. Мусієнко*

***ВСП "Вінницький фаховий коледж Національного університету харчових технологій", м. Вінниця, Україна***

В умовах сьогодення ми навіть не можемо уявити своє життя без використання штучного інтелекту, роль якого у сучасному світі лише зростає. Штучний інтелект впливає на різні сфери життя: від науки та медицини до бізнесу та повсякденного використання. На початку 2024 року ШІ вже став не просто об'єктом досліджень, але і потужним інструментом, який змінює наше сприйняття технологій та способу життя. Його можливості безмежні, а виклики - великі. ШІ відкриває нові горизонти для інновацій, допомагає вирішувати складні завдання та робить наш світ кращим і зручнішим. Він - ключ до майбутнього, який варто вивчати, розвивати та використовувати з відповідальністю та обачливістю.

Наразі є багато чатів із ШІ, деякі мають свої плюси і недоліки, але в цій статті ми хотіли би виділити Copilot, який, на нашу думку, є також унікальним, та заслуговує на увагу цільового користувача.

Copilot - це інноваційний інструмент, розроблений Microsoft, який об'єднує силу штучного інтелекту та відкриває нові можливості для розробників. Завдяки Copilot, користувачі отримують потужний помічник, який допомагає вирішувати завдання та прискорює роботу над різними задачами. Цей інструмент інтегрований у пакет Microsoft 365 та Windows 11, що робить його доступним для мільйонів користувачів. Якщо Ви раніше користувалися BingAI, знайте, Copilot прийшов йому на заміну.