УДК 004.89:621.391

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АНАЛІЗУ РАДІОСИГНАЛІВ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ТА ЗАСОБІВ ЇХ ПРИДУШЕННЯ

Маковецький С. О., Лещинський В. О.
Науковий керівник – к.т.н., доц. Каук В. І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПІ,
м. Харків, Україна
e-mail: serhii.makovetskyi@nure.ua, volodymyr.leshchynskyi@nure.ua

This work proposes an architectural model of a system for analyzing radio signals of unmanned systems (UAS) and means of their suppression, which uses an artificial intelligence (AI) platform. The system consists of four parts: a cloud server, a web client, a mobile client and a special device for data capturing and sending to the cloud platform.

The system collects specific data (time, positioning and amplitude of the radio signal in the specific frequency range). It uses external factors, which are entered through a mobile application and a web interface, to fix the peculiarities of the operation of the UAS.

У сучасному світі, де безпілотні системи використовуються все більше і більше, важливим завданням є ефективний контроль та виявлення цих систем. Для цих задач потрібен аналіз радіосигналів, що використовуються цими системами.

БПС стають все більш поширеними, і їх використання може мати як позитивні, так і негативні наслідки. З одного боку, БПС можуть використовуватися для таких корисних цілей, як доставка ліків, моніторинг довкілля та картографування. З іншого боку, БПС можуть використовуватися для тероризму, шпигунства та контрабанди.

Наша дослідницька робота спрямована на розробку системи, яка використовує платформу штучного інтелекту для аналізу радіосигналів безпілотних систем та засобів їх придушення.

Суть дослідження – створити систему, яка використовує програмно-визначене радіо (SDR), мобільні пристрої та серверну інфраструктуру для фіксації часу, місця та амплітуди радіосигналів в заданому діапазоні частот.

Запропонована система складається з чотирьох частин:

1. Серверна частина може бути розподілена та масштабована. На ній з допомогою моделей ШІ створено механізми розпізнавання і логіка реагування на сигнали та їх комбінації. Створений механізм зберігання та обробки великих об'ємів даних.
2. Веб-клієнт допомагає аналізувати типи та засоби БПС, а також їх місце розташування в часових проміжках і на заданій території. Дозволяє

управляти правилами сповіщення, системою оновлення датасету для навчання моделі ШІ.

3. Мобільний клієнт дозволяє отримувати сповіщення і вносити візуальні фактори в ручному режимі.

4. Спеціальний IoT пристрій, що дозволяє підключати різні типи аналізаторів і зв'язувати їх з системою створюючи розподілену мережу.

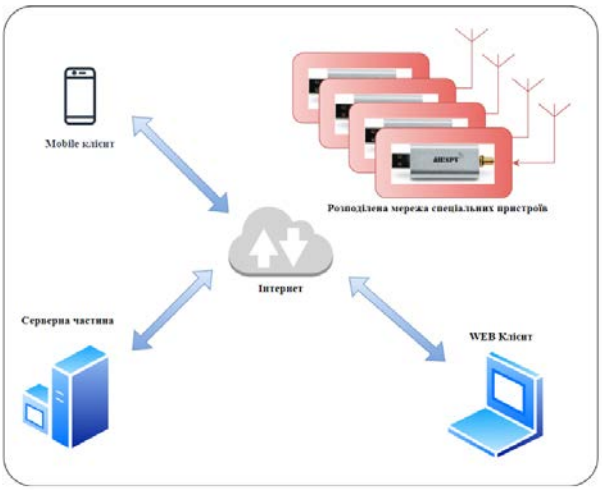

Рисунок 1 – Архитектура системи

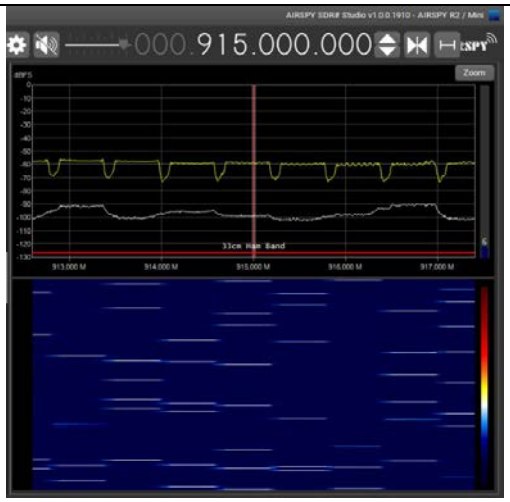

Рисунок 2 – Сигнал БПС у частотно-часовому просторі

Основні функції системи:

− виявлення своїх та чужих засобів РЕБ та БПС;

− територіальний та часовий контроль використання БПС;

− розпізнавання типових, однакових сигналів За допомогою ШІ;

− фіксування амплітудно-часових характеристик сигналів для подальшого аналізу;

− допомога в будуванні часових та просторових карт для виявлення джерел та типів використаних БПС;

− виявляння типових шаблонів та сигналізування зацікавленим сторонам.

Для реалізації системи, ми пропонуємо використовувати розподілену мережу програмно-визначених радіо (SDR) пристроїв, які дозволяють нам аналізувати радіосигнали в заданому діапазоні частот. Основні кроки дослідження:

1. Збір даних. За допомогою SDR ми фіксуємо амплітуду та часові характеристики радіосигналів.

2. Класифікація сигналів. Використовуючи алгоритми машинного навчання, система розпізнає типові сигнали.

3. Відстеження та контроль. Система дозволяє відстежувати використання радіочастотних засобів на певних територіях та в конкретний час.

4. Побудова карт. За допомогою отриманих даних можливе будування часових та просторових карт для виявлення джерел та типів використаних засобів.

Система використовує ШІ для аналізу радіосигналів БПС. ШІ навчається на датасетах, які містять інформацію про типові сигнали БПС. Система також використовує зовнішні фактори, такі як GPS-координати, час доби та погодні умови, для покращення точності аналізу.

В результаті проведеної роботи ми зробили висновки що запропонована система може бути використана для захисту критичної інфраструктури, відстеження контрабанди, боротьби з тероризмом, моніторингу повітряного простору, допоможе забезпечити безпеку та ефективність радіочастотних комунікацій. Використання сучасних платформ ШІ робить систему ефективним засобом пошуку і реакції на нові загрози життєдіяльності людей.

Список використаних джерел:

1. Investigation of Potential Opportunities for LoRaWAN Technology in Conditions of Urban Construction on the Example of Pycom Modules https://ieeexplore.ieee.org/document/8632119 – 2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Sergii Makovetskyi, Yurii Lykov, Maryna Bolinova, Vitalii Slobodiuk, Anna Lykova.

2. Організація резервного каналу зв'язку при надзвичайній ситуації в умовах відсутньої стільникової інфраструктури "Вісті вищих учбових закладів. Радіоелектроніка" : міжнародний щомісячний науково-технічний журнал з радіотехніки та радіоелектроніки, що рецензується, м.Київ, КПІ, 2023.

3. Chalyi S., Leshchynskyi V. Possible evaluation of the correctness of explanations to the end user in an artificial intelligence system. A.I.S. 2023, no. 7, pp.75–79.

4. Чалий С., Лещинський В., Лещинська І. (2021). Контрфактуальна темпоральна модель причинно-наслідкових зв’язків для побудови пояснень в інтелектуальних системах. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології, (2 (6), 41–46. https://doi.org/10.20998/2079-0023.2021.02.07.