

*Петраш С.В., к.т.н., доц., доцент
Рихальський О.Р., к.т.н., доц., ст. викладач
Зелінський О.В., викладач*

Житомирський військовий інститут імені С.П.Корольова

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ МОДУЛЯЦІЇ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВИПРОМІНЮВАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Одним з ключових завдань кожної держави є контроль за випромінюванням радіотехнічних засобів з метою забезпечення національної безпеки і оборони, виявлення несанкціонованого випромінювання та визначення тих, що працюють в аварійному режимі.

Засоби радіотехнічного контролю (ЗРТК) в процесі роботи здійснюють розпізнавання активних радіовипромінювальних засобів (РВЗ). Важливу роль серед них відіграють засоби добування інформації, серед яких виділяється радіолокаційні станції та системи.

В ході обробки та аналізу інформації від таких РВЗ здійснюється їх розпізнавання, яке здійснюється в умовах апіорної невизначеності. В процесі розпізнавання здійснюється віднесення даних, отриманих на етапі вимірювання до визначеного типу. Отримані дані є параметрами сигналів і вважаються ознаками, на основі яких приймаються рішення. Вибір системи ознак базується на врахуванні їх інформативності, яка оцінюється за ймовірністю розпізнавання. В свою чергу інформативність залежить від ступеня невизначеності вихідних даних про РВЗ, точності виміру та числа параметрів, алгоритму розпізнавання, що застосовується.

Під час роботи ЗРТК змінюються умови радіоелектронної обстановки, що призводить до зміни інформативності ознак. Такі міркування примушують застосовувати в процесі розпізнавання надлишок ознак для забезпечення заданої ймовірності розпізнавання.

Найбільш поширенішими ознаками розпізнавання виступають параметри сигналів, до яких відносять несучу частоту, тривалість та період слідування імпульсів. Аналіз існуючих ЗРТК показав, що одночасного використання під час розпізнавання цих трьох параметрів в залежності від точності виміру змінює ймовірність розпізнавання у межах від 0,71 до 0,92. Додатковою ознакою розпізнавання, яку можна використати виступає вид модуляції прийнятих сигналів.

На даний момент існують методи визначення виду модуляції. Одні із таких методів (імітація поведінки рою медоносних бджіл) за результатами моделювання забезпечують високі значення ймовірності

розпізнавання (0,9 і вище). Недоліком таких методів є вимоги щодо додаткового часу для навчання алгоритму розпізнавання в реальному масштабі часу, що часто є неможливим. Інші із запропонованих методів не враховують зміну інформативності параметрів та їх кількість складає десятки.

Пропонується використовувати кореляційні методи, які можливо автоматизувати після перетворення сигналів до цифрового вигляду.

За автокореляційного метода вхідний сигнал подається на перший вхід перемножувача корелятора, а на другий вхід – через лінію затримки. На виході фільтра корелятора спостерігається сигнал, спектр якого визначається функцією модуляції вхідного сигналу.

За кореляційного прийому проводиться аналіз відгуків сигналів на виходах каналів двох кореляторів. Один канал – автокорелятор з диференціюючим колом після перемножувача та вихідним амплітудним детектором. У другому каналі вхідний сигнал переноситься у змішувачі на проміжну частоту і подається на вхід другого перемножувача, чим формується кореляційна функція. На другий вхід перемножувача подається вхідний затриманий сигнал. Після диференціюючого кола та амплітудного детектування отримується відгук. Аналіз відгуків у двох каналах дозволяє визначити вид модуляції сигналів.

Третій метод ґрунтується на порівнянні спектрів сигналів на вхідній та подвоєній частоті. Подвоєння досягається використанням аналізу спектра сигналу на другій гармоніці із застосуванням змішувача.

Застосування даних методів можливе як окремо, так і в сукупності, що залежить від конструктивних особливостей та призначення ЗРТК.

Проведене модулювання підтвердило правильність запропонованих рішень. Ймовірність розпізнавання залежить від виду модуляції сигналів та відношення сигнал/шум на вході і для, наприклад, періодичної послідовності прямокутних радіоімпульсів складає 0,97.

Список використаних джерел:

1. Liu L., Zhang Y., Qin X. Radar Waveform Recognition Based on Time-Frequency Features / L. Liu, Y. Zhang, X. Qin та ін. Electronics. 2018, Vol. 7, № 5, с. 59. MDPI. URL: <https://doi.org/10.3390/electronics7050059>.
2. Бондаренко В. О. Методичний підхід до визначення доцільної кількості ознак моніторингу для ідентифікації стану об'єктів розвідки. / Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського.-К.: НУОУ, 2021. Вип. 3(73). С. 97-101. doi: <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2021-3-73/97-101>.