

**Міністерство освіти і науки України**  
**Сумський державний університет**  
*Азадський університет*  
*Каракалтакський державний університет*  
*Київський національний університет технологій та дизайну*  
*Луцький національний технічний університет*  
*Національна металургійна академія України*  
*Національний університет «Львівська політехніка»*  
*Одеський національний політехнічний університет*  
*Сумський національний аграрний університет*  
*Східно-Казахстанський державний технічний*  
*університет ім. Д. Серікбаєва*  
*ТОВ «НВО «ПРОМІТ»*  
*Українська асоціація якості*  
*Українська інженерно-педагогічна академія*  
*Університет Барода*  
*Університет ім. Й. Гуттенберга*  
*Університет «Politechnika Świętokrzyska»*  
*Харківський національний університет*  
*міського господарства ім. О. М. Бекетова*  
*Херсонський національний технічний університет*

## **СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВО**

**Матеріали I Міжнародної науково-практичної  
конференції**

**(м. Суми, 17–20 травня 2016 року)**

**Сайт конференції: <http://srpv.sumdu.edu.ua>.**

**Суми**  
**Сумський державний університет**  
**2016**

## МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ НА НОСОВИХ ТА БІЧНИХ РАКУРСАХ

*Смаглюк Г.Г., Братченко Г.Д., д.т.н., ОДАТРА*

Завдання радіолокаційного розпізнавання цілей є предметом багатьох досліджень. Для розпізнавання цілей застосовуються ознаки, які пов'язані з формою цілі, наприклад радіолокаційний дальнісний портрет (РЛДП) [1]. Для отримання РЛДП застосовуються широкосмугові сигнали, які забезпечують розділення елементів цілей. При дослідженні якості розпізнавання повітряних цілей потрібно враховувати зміни орієнтації цілі та дестабілізуючі фактори, які спотворюють сигнал в процесі його формування і обробки. Метою роботи є отримання порівняльної оцінки якості розпізнавання повітряних цілей на носових та бічних ракурсах спостереження методом математичного моделювання.

При моделюванні імітувались розпізнавання шести типів цілей: великого розміру (літаки Ту-16, В-52, В-1В), середнього розміру (літаки МіГ-29, F-15) та малого розміру (ракета ALCM). В якості ознаки розпізнавання використовувалась кореляційна сума РЛДП з еталонними портретами. Еталони були отримані за результатами індивідуалізованого навчання для кожної цілі в секторах ракурсів  $(-10^{\circ}, +10^{\circ})$  та  $(80^{\circ}, 100^{\circ})$  за методикою описаною в [1]. Навчальна вибірка з 1100 портретів для кожної цілі отримувались за допомогою програми RadarTargetBackscatteringSimulation (RTBS) [2] за методикою описаною в [3] при наступних параметрах руху цілі: висота – 8 км, дальність до цілі – 100 км, швидкість цілі (800 – 1100 км/год), за умов впливу на ціль в процесі польоту турбулентності ясної погоди. Параметри ІВ РТС: довжина хвилі – 13 см; зондувальний ЛЧМ сигнал з прямокутною обвідною (тривалість імпульсу 13,65 мкс, девіація частоти 150 МГц); обробка сигналу передбачала узгоджену фільтрацію та додаткове застосування фільтра Хеммінга. За результатами навчання при середньому відношенні сигнал/шум 30 дБ на один портрет для кожного з типів цілей отримані по 5 еталонних РЛДП. Для цього на першій ітерації знаходилась кореляційна сума кожного з портретів навчальної вибірки з прямокутними портретами різної довжини, нормованими за енергією до 1. На наступній ітерації застосовувались нормовані усереднені портрети отримані за сукупностями РЛДП, які найкращим чином корелювали з відповідними прямокутними еталонами. Кількість ітерацій в процедурі навчання дорівнювала трьом. Отримані еталонні портрети в подальшому застосовувались для розпізнавання тих же типів цілей, але за портретами отриманими в дещо відмінних умовах польоту цілей: турбулентність купчастих хмар; висота польоту змінювалась в межах 2 км порівняно з умовами навчання; політ цілей задавався неперервними прямолінійними траєкторіями, протягом польоту ракурс цілі змінювався в межах  $+10^{\circ} \dots +15^{\circ}$ .

Для оцінки впливу дестабілізуючих факторів розглядалися: вплив власних шумів приймального тракту. На рисунку 1 наведено залежність оцінки середньої ймовірності хибного розпізнавання за максимумом кореляційної суми з еталонами за 1100 РЛДП отриманими за час спостереження цілі – 110 с, при розпізнаванні цілей на носових ( $-10^{\circ}, +10^{\circ}$ ) та бічних ракурсах спостереження ( $80^{\circ}, 100^{\circ}$ ).

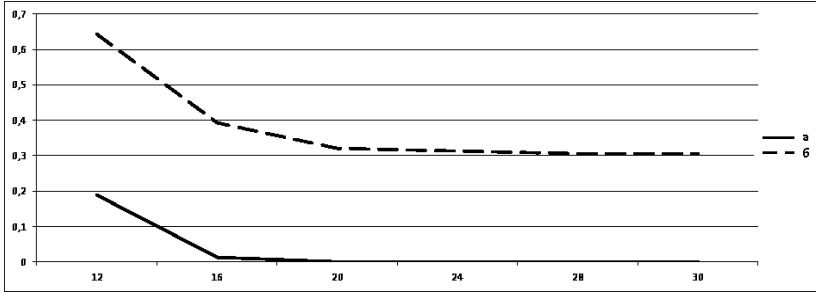


Рисунок 1 – Залежності середніх ймовірностей хибного розпізнавання цілей від відношення сигнал/шум (дБ) при розпізнаванні: а) на носових ракурсах, б) на бічних ракурсах

Отримані залежності показують, що розпізнавання цілей на бічних ракурсах є більш складним завданням, ніж на носових ракурсах. Це викликано можливим впливом ефекту затінення частини цілі, тому необхідно додатково застосовувати й інші ознаки цілі, наприклад ефективну площу розсіювання. Для покращення якості розпізнавання на бічних ракурсах також доцільно застосовувати двовимірні і тривимірні радіозображення, які можуть бути отримані методом інверсного синтезування апертури, що є задачею подальших досліджень.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Computer Simulation of Aerial Target Radar Scattering, Recognition, Detection and Tracking/Y.D. Shirman, S.A. Gorshkov, S.P. Leshchenko, V.M. Orlenko, S.Y. Sedyshev, O.I. Sukharevskiy / Y.D. Shirman editor. – Boston – London: Artech house, 2002. – 294 с.
2. Radar Target Backscattering Simulation Software and User's Manual / S.A. Gorshkov, S.P. Leshchenko, V.M. Orlenko, S.YuSedyshev, Y.D. Shirman – Boston-London: Artech House, 2002. - 71 p
3. Братченко Г. Д. Моделювання впливу дестабілізуючих факторів на форму дальнісних портретів в радіолокаційних системах з антенними решітками / Г. Д. Братченко, Г. Г. Смаглюк // Збірник наукових праць Одеської державної академії технічного регулювання та якості. – Випуск 1(6). – 2015. – С. 119-124.