

## МОДЕЛЮВАННЯ СПОТВОРЕНЬ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ДАЛЬНІСНИХ ПОРТРЕТІВ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

**Геннадій Смаглюк**, аспірант кафедри інформаційно-вимірювальних технологій, Одеська державна академія технічного регулювання та якості, Україна

**Геннадій Братченко**, д-р техн. наук, с.н.с., професор кафедри ІВТ, Одеська державна академія технічного регулювання та якості, Україна

Для розпізнавання цілей застосовуються ознаки, які пов'язані з формою цілі, наприклад радіолокаційний дальнісний портрет (РЛДП) [1, 2]. Для отримання РЛДП застосовуються широкосмугові сигнали (ШСС), які забезпечують потрібну роздільну здатність, наприклад, імпульсні лінійно-частотно-модульовані (ЛЧМ) сигнали. При дослідженні якості розпізнавання повітряних цілей (літаків, ракет, тощо) потрібно моделювати випадкові зміни орієнтації цілі та дестабілізуючі фактори, які спотворюють сигнал в процесі його формування і обробки. На сьогоднішній день існує програмне забезпечення для імітування РЛДП різних типів цілей. Наприклад, програма Radar Target Backscattering Simulation (RTBS) [3] дозволяє розраховувати радіолокаційні параметри цілей з урахуванням їх типу, напрямків руху при опромінюванні різними типами сигналів. Однак, в ній розраховуються ідеальні РЛДП цілей без врахування впливу дестабілізуючих факторів в процесі випромінювання та обробки сигналу. В роботі пропонується математична модель для дослідження впливу спотворень сигналу на якість розпізнавання та наводяться результати моделювання спотворених РЛДП.

Отримані в програмі RTBS дані про кількість  $kt$ , корінь квадратний з ефективної поверхні  $n$ -ї блискучої точки  $A_n$  та взаємне положення відбивачів вздовж лінії візування (час затримки сигналу  $tz_n$ ) використовуються в математичній моделі для формування відбитого сигналу на вході приймача

$$\dot{S}_{\text{mod } i} = \sum_{n=0}^{kt-1} (A_n \cdot \dot{S}(t_i - tz_n)) + \dot{N}_i, \quad (1)$$

де  $\dot{S}(\bullet)$  – комплексна обвідна зондувального ШСС,  $\dot{N}_i$  –  $i$ -й комплексний відлік власного шуму приймача у вікні спостереження цілі.

Узгоджена фільтрація сигналу (1) виконується в частотній області. Використання оберненого перетворення Фур'є дозволяє будувати ідеальний або спотворений. На рис. 1 подані приклади РЛДП двох близьких за розмірами літаків: В-1В та Ту-16 (при відношенні сигнал/шум на РЛДП – 20 дБ, індексі фазової гармонічної модуляції закону зміни частоти ЛЧМ імпульсу  $M_\phi = 0,9$ ).

Ступінь впливу спотворень ЛЧМ сигналу при його випромінюванні ілюструється залежністю максимуму коефіцієнта взаємної кореляції обвідних спотвореного та не спотвореного РЛДП при різних індексах фазової гармонічної модуляції при формуванні ЛЧМ радіоімпульсу (рис. 2).

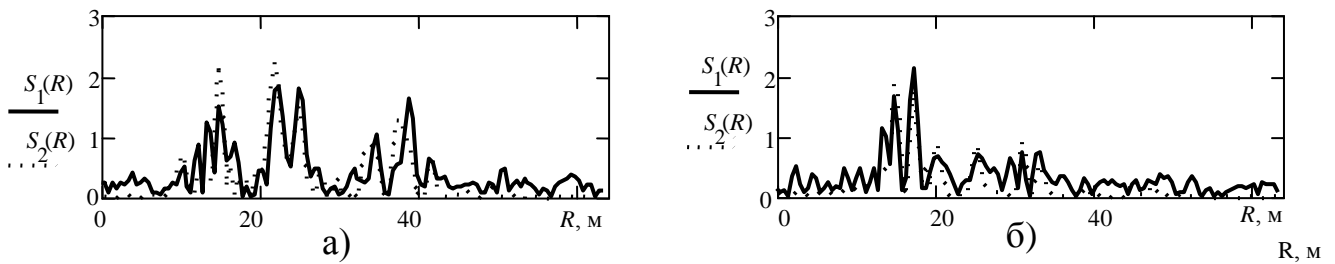


Рис.1. Спотворений  $S_1(R)$  та ідеальний  $S_2(R)$  радіолокаційні дальнісні портрети літаків: В-1В(а) та Ту-16 (б)

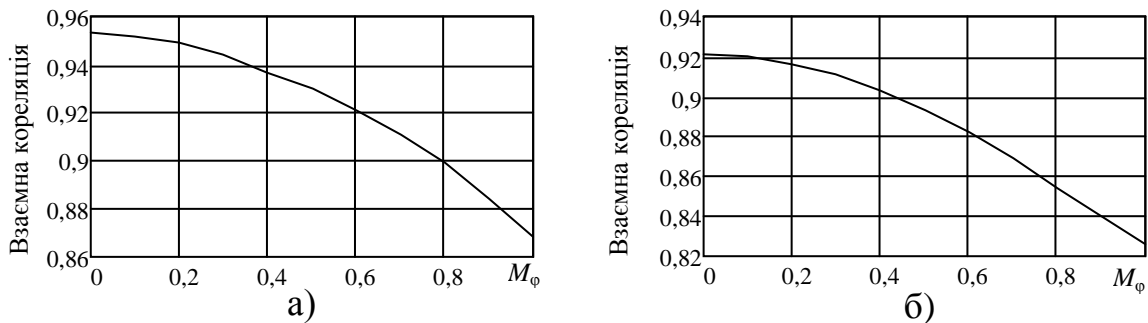


Рис. 2. Залежність максимуму кореляції спотвореного та ідеального РЛДП літаків В-1В (а) та Ту-16 (б) при відношенні сигнал/шум 20 дБ

Разом із зменшенням коефіцієнта кореляції портретів одного типу зростає взаємна кореляція РЛДП цілей різних типів (рис. 3), що може підвищити ймовірність хибного розпізнавання.

Таким чином, удосконалена математична модель дозволяє досліджувати вплив спотворень ШСС в процесі їх випромінювання та обробки на якість розпізнавання повітряних цілей при застосуванні такої ознаки як РЛДП.

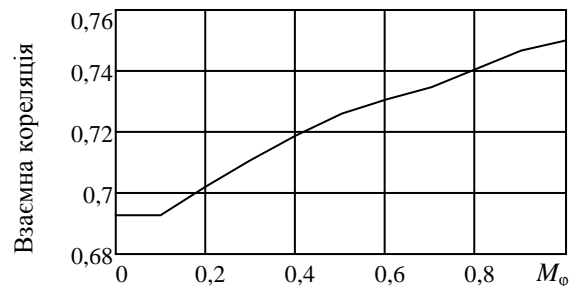


Рис. 3. Залежність максимуму взаємної кореляції портретів літаків В-1В та Ту-16

### Література

1. Ширман Я.Д. Методы радиолокационного распознавания и их моделирование / Я.Д. Ширман, С.А. Горшков, С.П. Лещенко, Г.Д. Братченко, В.М. Орленко // Зарубежная радиоэлектроника: успехи современной радиоэлектроники. – 1996. – № 11. – С. 3-63.
2. 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.
3. Radar Target Backscattering Simulation Software and User's Manual / S.A. Gorshkov, S.P. Leshchenko, V.M. Orlenko, S.Yu Sedyshev, Y.D. Shirman – Boston-London: Artech House, 2002. – 71 p.