

УДК 621.396.967.2

І.І. Обод, І.В. Свид, І.А. Штих

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

## ЗАВАДОЗАХИЩЕНІСТЬ ІДЕНТИФІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ БЛИЖНЬОЇ ДІЇ

У статті наводиться аналіз завадозахищеності радіотехнічних систем ближньої дії, які призначені для ідентифікації об'єктів за ознакою «свій – чужий» та використовують широкопasmові сигнали у якості сигналів запиту та відповіді. Показано, що створення радіотехнічної системи ідентифікації ближньої дії на принципах системи масового обслуговування з відмовами не дозволяє віднести останні ні до завадостійких ні до завадозахищених.

**Ключові слова:** завадозахищеність, система ідентифікації, сигнали запиту.

### Вступ

**Постановка, завдання та аналіз літератури.** Успішне вирішення завдань Сухопутними військами (СВ) на полі бою значної мірою визначається інформаційними системами до яких відносяться радіотехнічні системи ближньої дії (РТСБД) основною задачею котрих є розвідка наземних рухомих об'єктів та ідентифікація об'єктів за ознакою «свій-чужий». З розвитком сучасного озброєння, збільшується дальності ефективного обстрілу засобами враження, які перебувають на озброєнні СВ. Динаміка сучасного бою й системи оперативного управління вогнем залишають мало часу для роздумів, а використання однакового озброєння протидіючих сторін утрудняє процес швидкої ідентифікації виявлених об'єктів.

Можна затверджувати, що існуючі системи ідентифікації (СІ) [1-3] не стали загальновійськовими з цілого ряду причин, серед яких можливо назвати частотний діапазон, який не дозволяє створити компактні СІ ближньої дії. У зв'язку із цим, у цей час, питаннями ідентифікації об'єктів на основі РТСБД приділяється значна увага.

Відомі роботи з РТСБД показують, що вони створюються на основі існуючих СІ, які реалізовані за принципами «запит-відповідь» та мають вузьку діаграму спрямованості (ДС) на запитувачі та широкую на відповідачі. Дійсно, у США з'явилась нова розробка бойової СІ на полі бою BCIS (Battlefield Combat Identification System) [4], у завдання якої входить вирішення питань, пов'язаних з ідентифікацією виявлених об'єктів. Дана система працює у міліметровому діапазоні з частотою 38 ГГц та являється СІ типу «запит-відповідь» з використанням у якості сигналів запиту та відповіді широкопasmових сигналів (ШСС).

Оцінка завадостійкості існуючих запитальних РТС достатньо повно розглянута у відомих роботах. Однак питанням завадозахищеності запитальних РТС не приділено достатньої уваги.

**Мета роботи** – оцінка завадозахищеності систем ідентифікації ближньої дії (БД).

### Основна частина

Системи ідентифікації БД, утворені запитувачем та відповідачем, за принципом несинхронної мережі, одноканального пристрою обслуговування першого правильно прийнятого сигналу запиту (СЗ) і відкритих систем масового обслуговування (СМО) з відмовами. Така побудова останніх відкриває широкі можливості зацікавленій стороні (ЗС) з несанкціонованого використання відповідачів цих систем для виявлення об'єктів ідентифікації (ОІ), а також для повної паралізації шляхом постановки корельованих завад (КЗ) необхідної інтенсивності. Можливість зниження завадостійкості СІ БД ЗС обумовлена тим, що відповідач має час паралізації. Дійсно, принцип побудови існуючих запитальних РТС виключив як часові так і просторові відмінності між корисними та імітованими СЗ. При роботі відповідача тільки в полі дії своїх РТС, що створюють внутрісистемні завади (ВСЗ), коефіцієнт готовності (КГ) відповідача завжди менше одиниці. Рівень ВСЗ може контролюватися і цим, обмежується граничне зменшення КГ відповідача. Створення ЗС навмисних КЗ може цілком паралізувати відповідач і цим істотно знизити завадостійкість запитальних РТС.

У якості сигналів відповіді (СВ) запитальних РТС використовуються вузькопasmові сигнали на одній чи двох несійних частотах. Використання вузькопasmових сигналів, відомих несійних частот, апріорно відомих часових розстановок імпульсів СВ та наявність слабкоспрямованої антени на повітряному об'єкті (ПО) призводить до того, що літаковий відповідач (ЛВ) є об'єктом засобів радіотехнічної розвідки (РТР).

Проведемо оцінку скритності існуючих запитальних РТС. Оцінку скритності будемо проводити за критерієм дальності виявлення СВ типових відповідачів. У якості системи РТР будемо використовувати різницево-дальномірну систему, яка складається з

трьох приймальних пунктів. Рішення координатної задачі системою РТР можливе при виявленні СВ на всіх приймальних пунктах. При цьому слід зазначити, що система РТР може вирішувати задачу виявлення координат ПО при виявленні одиночних імпульсів СВ ( $n=1$ ), а також усього СВ ( $n=2$  чи  $n=3$ ).

На рис. 1 наведена залежність дальності виявлення СВ типових ЛВ системою РТР, що розглядається.

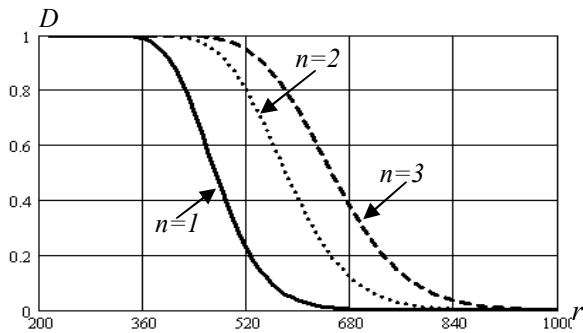


Рис. 1. Дальність виявлення СВ запитальних РТС

Наведені розрахунки показують, що виявлення СВ сучасних ЛВ типовою системою РТР не має складнощів, що вказує на відсутність енергетичної скритності існуючих запитальних РТР.

Проведемо оцінку завадостійкості існуючих СІ БД, для чого дослідимо вплив потоку СЗ, утвореного сумарним потоком СЗ сусідніх СІ БД, потоком навмисної корельованої завади ЗС і хаотичної імпульсної завади (ХІЗ) на імовірність одержання координатної інформації від ЛВ.

При надходженні на вхід ЛВ СІ БД потоку СЗ і ХІЗ будуть спостерігатися наступні ситуації, що призводять до виключення на ЛВ формування СВ запитувачам [3]:

- подавлення СЗ даного запитувача через утворення з ХІЗ випереджальних хибних СЗ (хибна тривога першого роду), що викликають випромінювання СВ або спрацювання схеми подавлення бічних пелюстків (ПБП);

- подавлення СЗ даного запитувача через випереджальний СЗ як сусідніх запитувачів, так і запитувачів ЗС.

Визначення імовірності цих подій будемо здійснювати у припущенні, що потоки сигналів запиту (ПЗС) і ХІЗ діють на СЗ даного запитувача незалежно один від одного і що число джерел, які формують загальний потік СЗ, достатнє для того, щоб вважати потік пуасонівським.

Припустимо, що на вхід відповідача надходять ХІЗ інтенсивністю  $\lambda_0$ , ПЗС, що викликає випромінювання СВ, що включає потік СЗ сусідніх запитувачів і потік імітованих СЗ супротивника, інтенсивністю  $\lambda_1$ , та потік СЗ, що викликає спрацювання схеми ПБП, інтенсивністю  $\lambda_2$ .

Використовуючи методіку розрахунку зазначених імовірностей, досить докладно викладених у [3], одержуємо результати розрахунку завадостійкості існуючих запитальних РТС при вирішенні задачі ідентифікації виявлених ПО, наведені на рис. 2 та 3. На рис. 2 наведені розрахунки КГ відповідача, а на рис. 3 – ймовірність виявлення ПО.

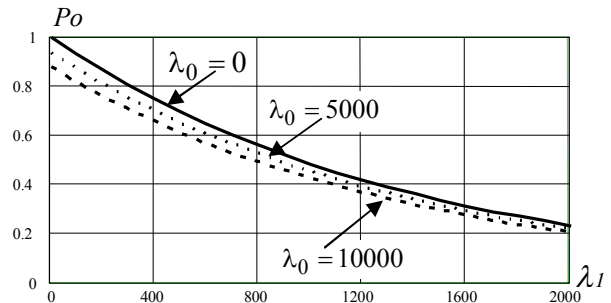


Рис. 2. Коефіцієнт готовності відповідача СІ БД

Аналіз наведених на рис. 2 і 3 розрахунків завадостійкості існуючих запитальних РТС показує, що можливість ЗС подавляти запитальну РТС за рахунок несанкціонованого використання ЛВ потрібної інтенсивності ставить під сумнів можливість роботи цих систем у конфліктних ситуаціях.

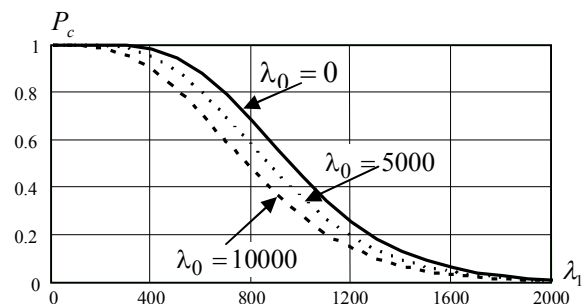


Рис. 3. Ймовірність виявлення ПО запитальною РТС

Все це підтверджує твердження, що сучасні запитальні РТС характеризуються низькою завадостійкістю.

Таким чином, існуючі запитальні РТС характеризуються низькою енергетичною скритністю та низькою завадостійкістю, що вказує на низьку завадозахисність запитальних РТС.

Підвищення енергетичної скритності запитальних РТС можливе за рахунок використання ШС. Дійсно, на рис. 4 показана дальність виявлення сигналів ЛВ при використанні у якості СВ складних сигналів з базою  $B=1000$ .

Розрахунки, наведені на рис. 4, показують, що використання ШСС у якості СВ суттєвим чином могли б підвищити енергетичну скритність запитальних РТС. Однак перехід до використання ШСС у якості СВ призводить до розширення часової бази СВ, яка у свою чергу призводить до збільшення часу паралізації ЛВ. Збільшення часу паралізації ЛВ призводить до зменшення завадостійкості ЛВ.

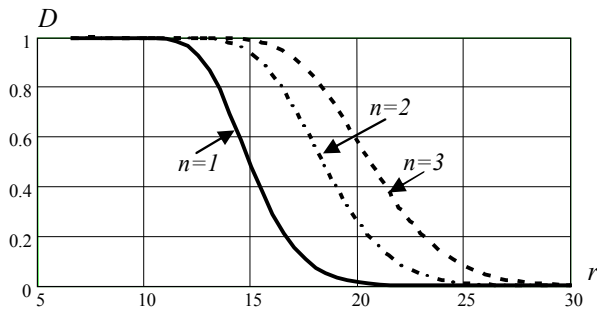


Рис. 4. Дальність виявлення сигналів ЛВ запитальних РТС

На рис. 5 і 6 наводяться розрахунки завадостійкості запитальних РТС при використанні ШСС у ЛВ з базою 1000. Розрахунки наведені при фіксованих потоках СЗ.

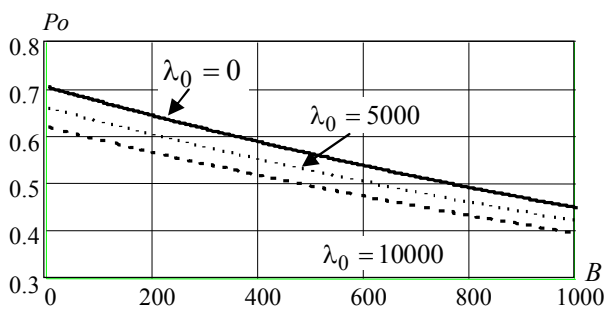


Рис. 5. Вплив бази СВ на КГ відповідача

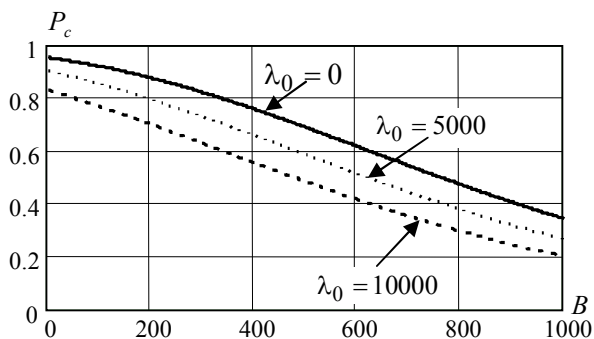


Рис. 6. Вплив бази СВ на виявлення об'єктів

Таким чином, використання ШСС у запитальних РТС дозволяє підвищити скритність, але при цьому погіршується завадостійкість.

## Висновки

Таким чином, сучасні запитальні РТС характеризуються як низькою скритністю та завадостійкістю, тобто завадозахищеністю.

Деякі можливі шляхи та методи спадкоємного переходу до завадозахищених запитальних РТС надані у [6 – 8].

## Список літератури

1. Маляренко А.С. Системы вторичной радиолокации для управления воздушным движением и государственного радиолокационного опознавания: Справочник. / А.С. Маляренко – Х.: ХУПС, 2007. – 78 с.
2. Сергеев А. Американская система радиолокационного опознавания МК12 / А. Сергеев, И. Тюрин // Зарубежное военное обозрение. – 1983. – № 8. – С. 55-58.
3. Комплексне інформаційне забезпечення систем управління польотами авіації та протиповітряної оборони / В.В. Ткачев, Ю.Г. Даник, С.А. Жуков, І.І. Обод, І.О. Романенко. – К.: МОУ, 2004. – 342 с.
4. Система опознавания «свой - чужой» танка «Абрамс» и БМП «Брэдли» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.soldiering.ru/army/tank/so\\_obt.php](http://www.soldiering.ru/army/tank/so_obt.php).
5. Обод І.І. Спосіб ідентифікації об'єктів. Деклараційний патент № 30861 від 15.12.2000.
6. Обод І.І., Ключевіч Є.О., Ярова А.В. Спосіб ідентифікації об'єктів. Патент на корисну модель № 31749 від 25.04.2008.
7. Обод І.І., Пляшечников М.А., Рузяк І.М. Спосіб ідентифікації об'єктів. Патент на корисну модель № 31968 від 25.04.2008.
8. Обод І.І., Свид І.В., Під'ячий Г.Ю. Спосіб інформаційного забезпечення користувачів. Патент на корисну модель № 83374 від 10.09.2013.

Надійшла до редколегії 13.01.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.В. Ермаков, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.

## ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ БЛИЗНЕГО ДЕЙСТВИЯ

И.И. Обод, И.В. Свид, И.А. Штых

В статье приводится анализ помехозащищенности радиотехнических систем ближнего действия, которые предназначены для идентификации объектов по признаку «свой - чужой» и используют широкополосные сигналы в качестве сигналов запроса и ответа. Показано, что создание радиотехнической системы идентификации ближнего действия на принципах системы массового обслуживания с отказами не позволяет отнести последние ни к помехоустойчивым ни к помехозащищенным.

**Ключевые слова:** помехозащищенность, системы идентификации, сигналы запроса.

## IMMUNITY OF MIDDLE IDENTIFICATION SYSTEMS

I.I. Obod, I.V. Svyd, I.A. SHtyh

The article provides an analysis of immunity melee radio systems that are designed to identify objects on the basis of "the - another" and use wideband signals in the quality of the request and response signals. It is shown that the creation of electronic identification system action of the neighbor on the principles of queuing systems with failures can not be attributed to any past-pomehoustoy chivym nor noise immunity.

**Keywords:** immunity, identification systems, request signals.