

## ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук, **Кільменінова Олексія Анатолійовича** на дисертаційну роботу Батрака Євгенія Олександровича на тему: „Методика підвищення ефективності вузькоспрямованої трансляції інформації в рухомих системах радіозв'язку”, представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.13 – радіотехнічні пристрой та засоби телекомунікацій

### Актуальність теми дисертації

Однією із основних задач, що ставить перед нами сьогодення, є подальший розвиток теорії і практики проєктування антенних решіток (АР) пов'язаний із зростанням їх ролі в радіотехнічних системах різного призначення. У таких областях радіоелектроніки, як радіолокація, радіонавігація, радіозв'язок характеристики АР визначають основні параметри і граничні можливості радіосистем в цілому.

Відмова від традиційних методів проєктування антен, що виконують, як правило, функцію прийому або передачі електромагнітних хвиль, обумовлена рядом чинників, зокрема, це пов'язано із загальним напрямом мікромініатюризації радіоелектронної апаратури і комплексно виконуваних нею функцій. В той же час сучасні радіосистеми повинні функціонувати в швидкозмінній сигнально-завадовій обстановці. Тому функціональні можливості радіоапаратури повинні передбачати гнучку зміну характеристик і параметрів при одночасному задоволенні вимог до електромагнітної сумісності пристрой різного призначення.

Аналіз технічних характеристик сучасних антен і досвід їх використання в різних радіосистемах показують, що найповніше вимогам до антенних систем радіоапаратури багатофункціонального призначення відповідають активні фазовані антенні решітки (АФАР). Данні антенні системи набули широкого використання не лише у складі бортових і наземних радіолокаційних станцій, а і у якості антен радіосистем зв'язку. Застосування АФАР в мобільних і космічних радіокомплексах дозволяє істотно підвищити дальність радіозв'язку, якість, оперативність і об'єми передаваемої інформації. Оскільки енергоресурси рухомих систем радіозв'язку, як правило, обмежені, підтримка високого потенціалу АФАР в секторі сканування пов'язана з мінімізацією всіх втрат як в тракті АФАР, так і на ділянці радіолінії. Виконання перерахованих вимог можливе лише шляхом оптимізації параметрів АФАР з урахуванням всіх чинників, що впливають на її роботу.

При проєктуванні до антенної системи транслятора пред'являється ряд специфічних вимог: забезпечення високого коефіцієнта підсилення антени; точність установки променя ретранслятора; реалізація заданих законів амплітудно-фазового розподілу при скануванні, при цьому вона повинна формувати ДС спеціальної форми, які дозволяють опромінювати одні райони земної кулі, не допускаючи опромінювання інших, а також забезпечувати стійкість до навмисних завад.

Таким чином, аналіз побудови та особливостей застосування АФАР показав, що у ряді важливих практичних випадків даний клас антенних пристрой є єдиноможливим для забезпечення комплексу вимог, а питання дослідження процесів системи автоматичного керування (САК) параметрами та характеристиками АФАР з метою підвищення їх ефективності є досить актуальним.

Тому науковою задачею дослідження дисертаційної роботи є розробка методики підвищення ефективності трансляції інформації в рухомих системах радіозв'язку.

**Загальна характеристика дисертаційної роботи** Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи складає 142 сторінки друкарського тексту, у тому числі містить 33 рисунків та 6 таблиць, список використаних джерел із 115 найменувань на 10 сторінках та 4 сторінок додатків.

**Метою** дисертаційної роботи є зменшення помилок визначення напрямку – апаратна-ретранслятор в системах рухомого зв'язку шляхом використання вузькоспрямованих рухомих активних фазованих антенних решіток за рахунок автоматичного керування параметрами діаграмою спрямованості АФАР.

**Об'єкт дослідження** – процеси реакції системи автоматичного керування діаграмою спрямованості АФАР на випадкові задаючі та збурюючі дії.

**Предмет дослідження** – параметри системи автоматичного керування діаграмою спрямованості активної фазованої антенної решітки.

### **Наукова новизна та практична цінність результатів отриманих в дисертаційній роботі**

**Наукова новизна результатів**, отриманих у дисертаційній роботі:

Вперше розроблена методика оцінки показників якості системи керування діаграмами спрямованості (СКДС) активних фазованих антенних решіток за випадкових збуджуючих впливів, яка дозволяє визначити момент входження в зв'язок в динаміці руху апаратною та ретранслятором.

Удосконалена методика підвищення швидкодії та динамічної точності системи автоматичного керування діаграмою спрямованості активних фазованих антенних решіток, яка на відміну від існуючих суттєво скорочує реакцію системи управління на основі отриманих коефіцієнтів підсилення системи керування діаграмою спрямованості активних фазованих антенних решіток, що підвищить енергетичну ефективність при випадкових збурюючих діях на 7-12%.

Удосконалена методика адаптивного керування активною фазовоантою решіткою в умовах інформаційної невизначеності, яка на відміну від існуючих відрізняється можливістю максимізації приросту імовірності налаштування на ретранслятор.

### **Практична цінність отриманих результатів:**

Удосконалена методика підвищення швидкодії та динамічної точності системи автоматичного керування діаграмою спрямованості активних фазованих антенних решіток дозволяє підвищити енергетичну ефективність АФАР при випадкових збурюючих діях на 7-12%.

Розроблена методика оцінки показників якості системи автоматичного керування діаграмою спрямованості АФАР за випадкових збуджуючих впливів, яка дозволяє підвищити точність відтворення випадкової задаючої дії, зменшити вплив збурюючої перешкоди, та покращити якість переходних функцій, що викликаються задаючою і збурюючою діями.

Удосконалена методика адаптивного керування АФАР в умовах інформаційної невизначеності, яка забезпечить приріст імовірності налаштування на ретранслятор

за умови короткотермінової відсутності інформації про положення ретранслятора.

Така практична реалізація дозволить використовувати рухомі АФАР в якості: антенної системи для керування дистанційно пілотованих літальних апаратах (ДПЛА) для збору інформації;

використання ДПЛА як ретранслятор для збільшення дальності та прихованості зв'язку, завдяки побудові високоточної системи автоматичного керування діаграмою спрямованості АФАР встановленої на рухому об'єкті;

використання АФАР для організації зв'язку через транслятори на літаках та супутниках, завдяки побудові високоточної системи автоматичного керування діаграмою спрямованості АФАР встановленої на рухому об'єкті. Запропонована методика, для такої системи, передбачає зміну параметрів диференційного зв'язку (сталих часу) системи автоматичного керування діаграмою спрямованості АФАР відповідно до вимог щодо безпомилкового прийому, та рівня сигналу на вході приймача ретранслятору.

Практичні положення дисертаційної роботи були використані та реалізовані в науково-дослідних та дослідно-конструкторських роботах на замовлення Національного космічного агентства України шифри «Впровадження-КС», «Обґрунтування-КС», «Перспектива-КА», головним виконавцем якої є Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, а також у навчальному процесі Державного університету телекомунікацій що підтверджується актами впровадження.

**Методи досліджень, які використані в дисертаційній роботі** Для вирішення поставлених наукових завдань використовується теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії завадостійкості РЕЗ, методів радіоавтоматики, математичного апарату інтерактивної системи MATHLAB.

**Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана в Державному університеті телекомунікацій (ДУТ) у межах виконання науково-дослідної роботи «Розробка теоретичних основ та методів побудови перспективних вимірювальних радіосистем ракетно-космічних комплексів з використанням шумоподібних просторово-часових сигналів» № 0116U006099 від 03 січня 2017 р.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, наданих у дисертації, їхня достовірність**

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі випливають з подального:

- теоретичні дослідження базуються на фундаментальних положеннях;
- достовірність нових, отриманих автором результатів, підтверджується розрахунками та імітаційним моделюванням на ЕОМ;
- отримані теоретичні матеріали добре узгоджуються з відомими фактами.

**Повнота викладу наукових положень, висновків, рекомендацій в опублікованих працях.** Основні положення та зміст дисертації відображені в 11 наукових публікаціях: 1 монографії, 5 наукових статтях (2 з яких одноосібні) в

фахових журналах ДАК України та в 5 тезах і матеріалах доповідей на конференціях.

### **Відповідність дисертації встановленим вимогам ВАК України**

Дисертаційна робота Батрака Євгенія Олександровича, яка виконана на тему:

„Методика підвищення ефективності вузькоспрямованої трансляції інформації в рухомих системах радіозв’язку” за оформленням відповідає вимогам ДАК України, що пред’являються до дисертаційних робіт. Дисертація написана сучасною науково-технічною мовою, послідовно, логічно. Автореферат дисертації достатньо повно розкриває її зміст. Стиль викладу матеріалів дисертаційної роботи забезпечує без утруднень доступність їх сприйняття.

### **Зауваження до дисертаційної роботи**

1. Із матеріалів дисертаційних досліджень роботи не зовсім зрозуміло як саме коректуючий пристрій забезпечує необхідні запас стійкості та якості роботи системи автоматичного керування діаграмою спрямованості рисунок 1.7. стор. 40 дисертації.

2. На мою думку, здобувачу слід було б детальніше описати структурну побудову апаратної, у складі якої він пропонує застосовувати антенну систему із системою автоматичного керування розділ 2 стор. 47 дисертації.

3. В дисертаційній роботі було б доцільно більш детально описати вектор параметрів руху ретранслятора рис. 1.4 стор. 33.

4. У роботі доцільно було б провести порівняльний аналіз ефективності активної фазованої антенної решітки з іншими видами апертурних антен

5. В дисертаційній роботі було б доцільно більш детально описати які саме види нечіткого логічного регулятора пропонуються автором для використання в запропонованих ним структурних схемах (Рис. 4.5, 4.6. стор. 121) або навіть провести порівняльні характеристики декількох видів регуляторів.

6. В дисертаційній роботі було б доцільно більш детально описати розподіл адаптивних коефіцієнтів і навести порівняльну характеристику (рис. 4.2 стор.115).

Відзначенні зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку та цінність дисертаційної роботи, так як робота має завершеність, положення, висновки і рекомендації науково обґрунтовані.

### **Висновки**

1. Дисертаційна робота Батрака Євгенія Олександровича, яка виконана на тему: „Методика підвищення ефективності вузькоспрямованої трансляції інформації в рухомих системах радіозв’язку” за змістом є закінченим науковим дослідженням, у якому отримані нові наукові результати, важливі на сучасному стані для подальшого розвитку радіотехнічних систем із змінною просторовою конфігурацією цілком відповідає вимогам „Паспорту” спеціальності 05.12.13 – радіотехнічні пристрой та засоби телекомунікацій.

2. Автор дисертації є кваліфікованим фахівцем, глибоко вник в суть проблеми, добре володіє сучасними методами досліджень та вміло використовує їх для вирішення комплексу поставлених науково-технічних задач.

3. Автореферат дисертації повністю відповідає змісту дисертації.

4. Дисертаційна робота за актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю відповідає вимогам ДАК України „Порядку присудження наукових

ступенів і присвоєння вчених звань”, а її автор – Батрак Євгеній Олександрович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.13 – радіотехнічні пристрой та засоби телекомунікацій.

## Офіційний опонент кандидат технічних наук

О.А. КІЛЬМЕНІНОВ

