

УДК 681.5.03.033

А.О. Ковальчук, О.О. Сосунов, В.Ш. Хісмагулін

ПОРІВНЯЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДСИСТЕМ АВТОСУПРОВОДЖЕННЯ ЗА РАДІАЛЬНОЮ ШВИДКІСТЮ ТА КУТОВОЮ КООРДИНАТОЮ БАГАТОКАНАЛЬНОЇ РЛС З ФАЗОВАНОЮ АНТЕННОЮ РЕШІТКОЮ

Проведено порівняльне оцінювання потенційної пропускної здатності багатоканальної РЛС з фазованою антенною решіткою для підсистем автосупроводження за радіальною швидкістю та кутовою координатою при різних відношеннях сигнал–шум.

Постановка задачі та аналіз літератури

На теперішній час багатоканальні РЛС з фазованою антенною решіткою (БК РЛС з ФАР) широко використовуються в радіолокаційних комплексах завдяки ряду своїх безсумнівних переваг, у тому числі багатоканальності за рахунок часового поділу каналів. У БК РЛС з ФАР при супроводженні визначеного повітряного об'єкта (ПО) послідовні моменти вимірювання його координат розділяються інтервалами часу тривалістю T .

В [1, 2] керування тривалістю T інтервалу часу між радіоконтактами використовується для оптимізації пропускної здатності БК РЛС з ФАР. У таких РЛС як правило використовуються системи роздільного автосупроводження [3]. При використанні квазібезперервного сигналу – це системи автосупроводження за кутовими координатами, дальністю та радіальною швидкістю. При цьому, незважаючи на роздільний характер супроводження, функціонування кожної слідкуючої системи залежить від функціонування інших слідкуючих систем.

Кожна з вищевказаних слідкуючих систем автосупроводження впливає на пропускну здатність (один з показників якості) БК РЛС з ФАР. Дослідження характеру даного впливу дозволить визначити найбільш критичну систему автосупроводження, удосконалювання якої забезпечить найбільший приріст показника якості.

Наведене у [4] дослідження проведене для системи автосупроводу за радіальною швидкістю.

Мета статті – порівняльне оцінювання потенційної пропускної здатності БК РЛС з ФАР для підсистем автосупроводження за радіальною швидкістю і кутовою координатою при різних відношеннях сигнал–шум на основі постановки задачі оптимізації, яка викладена в [2].

Вихідні дані

та результати порівняльного оцінювання

Базовою моделлю задачі оптимізації є двофазна модель масового обслуговування з використанням еквівалентних статистичних характеристик частотного і кутового дискримінаторів, яка описана в роботах [2, 4, 5].

При використанні таких характеристик у [6] запропоновано показник якості радіотехнічної слідкуючої системи – імовірність стійкого супроводження p_n . Цей показник являє собою імовірність знаходження похибки супроводження до наступного радіоконтакту з ПО в межах апертури еквівалентної характеристики дискримінатора.

Показник p_n при відсутності систематичної похибки є функцією тривалості інтервалу часу T між радіоконтактами та відношенням сигнал–шум q і неявним чином входить у функціонал пропускної здатності R [2].

У [2] проведено стислий аналіз можливих шляхів розв'язання задачі оптимізації і показано, що розв'язання цієї задачі в загальному випадку пов'язано з великими труднощами. Для того, щоб у першому наближенні розв'язати цю задачу, у [4] розглянута спрощена двофазна марковська модель БК РЛС з ФАР.

Скористаємося цією ж моделлю й у даній статті.

Для імовірності стійкого супроводження p_n будемо використовувати результати роботи [6], у якій наведені залежності показника p_n від тривалості інтервалу часу T між радіоконтактами для декількох відношень сигнал–шум q , які отримані при використанні еквівалентних статистичних характеристик частотного і кутового дискримінаторів.

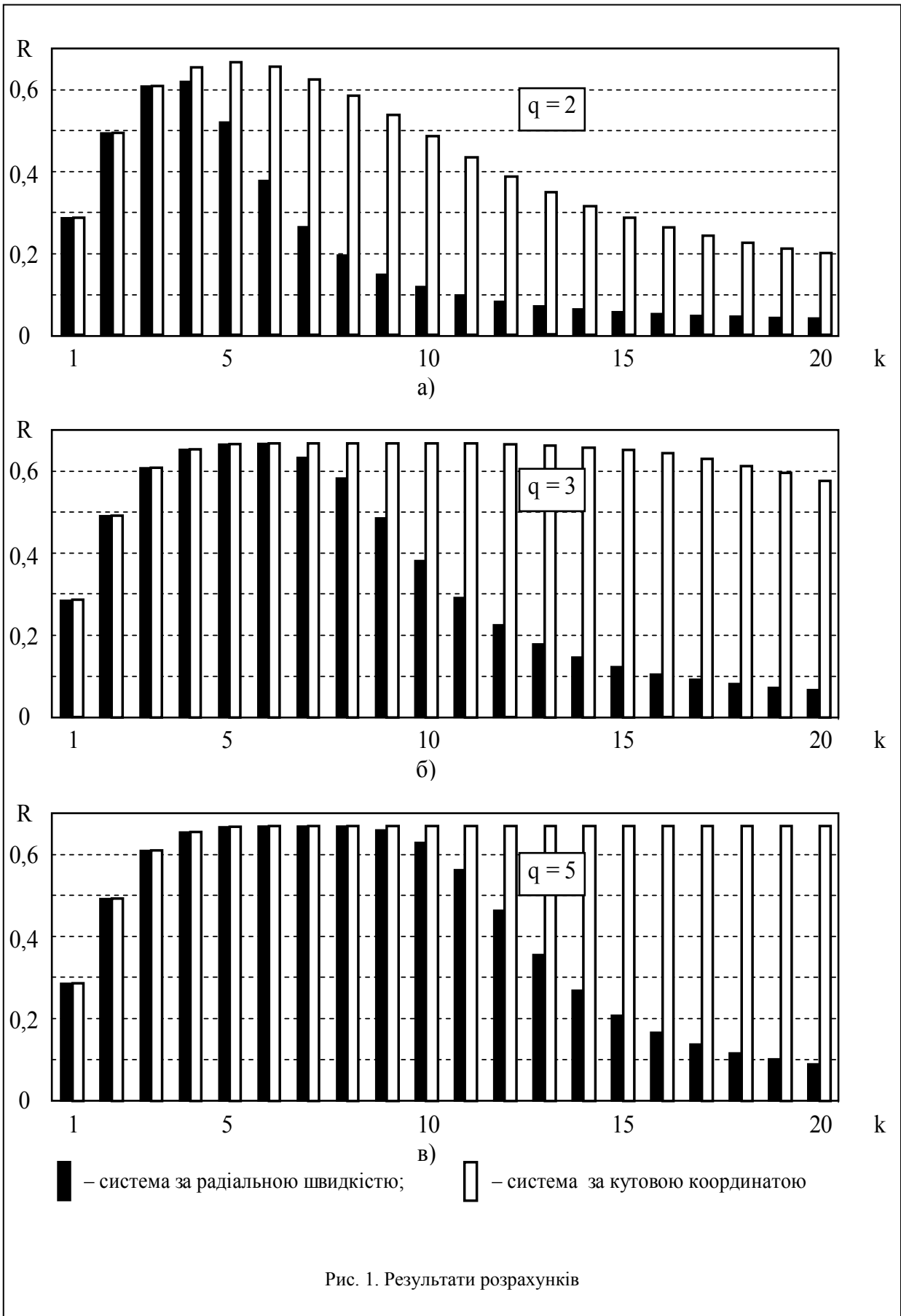


Рис. 1. Результати розрахунків

Для одержання чисельних оцінок і порівняння результатів даної статті та роботи [4] приймемо ті ж вихідні дані, що і в [4]:

середня тривалість інтервалів часу між цілевказівками $\bar{t}_{цв} = 20$ с;

середня тривалість інтервалів часу пошуку і захоплення $\bar{t}_{пз} = 10$ с;

середня тривалість інтервалів часу супроводження $\bar{t}_{суп} = 40$ с;

середня тривалість інтервалів часу до зриву супроводження

$$\bar{t}_{сер} = 0,017k / (1 - p_n(0,017k)),$$

де k – кількість каналів супроводження (другої фази).

Вищенаведені вихідні дані розглядалися для відношень сигнал–шум $q = 2, 3, 5$.

Результати розрахунків наведені на рис. 1.

Аналіз отриманих для типових умов результатів дозволяє зробити такі висновки.

Висновки

Система супроводження за кутовою координатою не є визначальною (при порівнянні із системою супроводження за радіальною швидкістю) при оцінюванні оптимальної кількості каналів супроводження БК РЛС з ФАР.

Потенційні можливості обох систем за кількістю каналів супроводження при відношенні сигнал–шум $q \geq 5$ обмежуються одноканалністю захоплення.

Доцільно зробити аналогічне порівняння результатів для всіх систем автосупроводження: за радіальною швидкістю, дальністю та кутовою координатою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Самойленко В.И., Шишов Ю.А. Управление фазированными антенными решетками. – М.: Радио и связь, 1983. – 240 с.

2. Ковальчук А.А., Парфенов Ю.Э., Сосунов А.А., Хисматулин В.Ш. Постановка задачи оптимизации пропускной способности многоканальной РЛС с фазированной антенной решеткой путем управления длительностью интервала времени между радиоконтактами // Системи обробки інформації: Зб. наук. пр. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 1. – С. 76 – 83.

3. Максимов М.В., Меркулов В.И. Радиоэлектронные следящие системы. – М.: Радио и связь, 1990. – 256 с.

4. Ковальчук А.А., Сосунов А.А., Хисматулин В.Ш. Оценка влияния отношения сигнал–шум на пропускную способность многоканальной РЛС с фазированной антенной решеткой при использовании квазинепрерывного сигнала // Системи обробки інформації: Зб. наук. пр. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 4. – С. 94 – 99.

5. Кулинич И.А., Парфенов Ю.Э., Сосунов А.А. Модель для обоснования требований к показателю качества радиотехнической следящей системы // Системи обробки інформації: Зб. наук. пр. – Х.: ХВУ. – 2003. – Вип. 5. – С. 145 – 150.

6. Хисматулин В.Ш., Сачук И.И., Ковальчук А.А. Оценка вероятности надежного сопровождения аэродинамических целей многоканальной радиолокационной станцией // Авиационно-космическая техника и технология: Сб. науч. тр. – Х.: Государственный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ". – 2001. – Вип. 22. – С. 259 – 262.

Надійшла 14.11.2005

Рецензент: д-р техн. наук професор І.І. Обод, Харківський університет Повітряних Сил.