

УДК 621.391.26

О.Л. Кузнецов, В.А. Таршин, М.М. Мінервін

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ВПЛИВ УМОВ ПОШИРЕННЯ АКТИВНИХ МАСКУВАЛЬНИХ ЗАВАД НА ЗАВАДОЗАХИЩЕНІСТЬ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК

У статті досліджено вплив неоднорідностей тропосфери на ефективність подавлення активних маскувальних завад кореляційними автокомпенсаторами для радіолокаційних станцій радіотехнічних військ різних діапазонів довжин хвиль. Проаналізована залежність коефіцієнта подавлення активних шумових завад від умов їх поширення та характеристик радіолокаційних станцій.

**Ключові слова:** тропосфера, коефіцієнт подавлення, активна завада, автокомпенсатор.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Для успішного вирішення завдань прикриття військ та державних об'єктів від ударів з повітря потрібна постійно діюча ефективна система розвідки повітряного простору. Основним засобом ведення цієї розвідки є радіолокаційні станції (РЛС) радіотехнічних військ (РТВ). З удосконаленням засобів повітряного нападу та оснащенням їх високоефективними системами радіопротидії зростають вимоги до завадозахищеності РЛС РТВ.

Для захисту РЛС РТВ від активних маскувальних завад, що діють по головному та бічним пелюсткам діаграми спрямованості антени, використовуються кореляційні автокомпенсатори (АКП). Так, в РЛС РТВ 19Ж6 використовується одноканальний квадратурний АКП [1]. В РЛС РТВ 55Ж6 використовується п'ятіканальний квадратурний АКП в тракці вимірювання дальності і триканальний квадратурний АКП в тракці вимірювання висоти [2]. В склад РЛС РТВ 5Н84А входить триканальний гетеродинний АКП. В дійсний час АКП оснащуються РЛС, що приймаються на озброєння РТВ, наприклад РЛС 79К6 „Пелікан”. Коливання температури, тиску і вологості тропосфери приводять до виникнення випадкових викривлень фазового фронту завади, що ускладнює роботу АКП і знижує якість завадозахисту РЛС РТВ.

**Аналіз результатів останніх досліджень і публікацій.** В роботі [4] проведено аналітичне оцінювання впливу випадкових фазових викривлень завадової хвилі на ефективність роботи кореляційного АКП та отримані чисельні оцінки залежностей коефіцієнта подавлення від статистичних характеристик фазових флуктуацій завади. Достовірність отриманих результатів підтверджується в роботі [5] математичним моделюванням роботи кореляційного АКП.

Отримані результати свідчать про необхідність подальшого дослідження впливу реальних умов поширення завади на ефективність її подавлення РЛС, які оснащені кореляційними АКП, зокрема РЛС РТВ.

**Метою статті** є дослідження впливу тропосфери на ефективність подавлення активної завади кореляційним АКП РЛС РТВ.

### Основна частина

При орієнтації допоміжної антени РЛС на джерело завади та лінійному законі убудання коефіцієнта кореляції фазових флуктуацій, отриманий в роботі [6] вираз для коефіцієнта подавлення активної завади має вигляд

$$K_n = \frac{1 + a_{\text{фл}} \text{ctg}^2 \psi}{a_{\text{фл}}} \left[ 1 + \text{ctg}^2 \psi - \frac{L_1}{3L} \right]^{-1}, \quad (1)$$

де  $\psi = bL/2$  – узагальнений кут;  $b = (2\pi/\lambda) \sin \theta$  – регулярна зміна фази на одиничній довжині апертури антени;  $\theta$  – кут між нормаллю до антени і напрямом на джерело випромінювання;  $\lambda$  – довжина хвилі РЛС;  $L$  – розмір апертури основної антени РЛС;  $L_1$  – розмір апертури допоміжної антени РЛС.

Для оцінки впливу флуктуацій фази завади, що обумовлені викривленнями фронту її хвилі, на ефективності роботи автокомпенсатора зручно користуватися параметром [5, 6], який описується виразом

$$a_{\text{фл}} = 32 L L_0^{3/5} \cdot \sigma_{\epsilon}^{16/5} \left( r/\lambda^2 \right)^{8/5}, \quad (2)$$

де  $L_0$  – зовнішній масштаб турбулентності тропосфери,  $\sigma_{\epsilon}^2$  – дисперсія флуктуацій діелектричної проникності тропосфери,  $r$  – шлях, що пройшла хвиля у тропосфері.

РЛС РТВ випромінюють та приймають сигнали, які поширюються у тропосфері, неоднорідності якої обумовлені нерегулярністю зміни діелектричної проникності. Як вказано у [7], розділяють шарові неоднорідності та неоднорідності, що обумовлені турбулентністю. В залежності від висоти середньоквадратичні значення флуктуацій відносної діелектричної проникності складають від одиниць до десятків  $10^{-6}$  [7].

На рис. 1 представлені графіки залежності коефіцієнта подавлення активної завади  $K_n$ , яка діє по першій боковій пелюстці діаграми спрямованості антени РЛС, від довжини хвилі РЛС  $\lambda$ . Графіки розраховані згідно (1) з урахуванням (2) за умовою  $r = 50$  км,  $L_0 = 1$  км для таких випадків: крива 1 –  $\sigma_{\epsilon}^2 = 10^{-6}$ ,  $L = 3$  м.; крива 2 –  $\sigma_{\epsilon}^2 = 10^{-6}$ ,  $L = 30$  м.; крива 3 –  $\sigma_{\epsilon}^2 = 10^{-5}$ ,  $L = 3$  м.; крива 4 –  $\sigma_{\epsilon}^2 = 10^{-5}$ ,  $L = 30$  м.

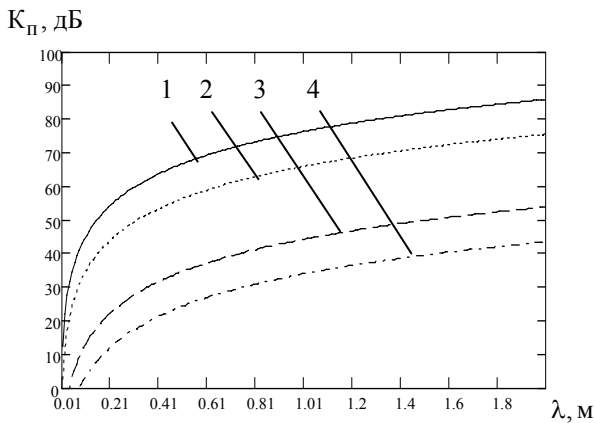


Рис. 1. Графіки залежності коефіцієнта подавлення активної завади  $K_n$

З графіків на рис. 1 видно, що при фіксованій довжині хвилі РЛС, значення дисперсії флуктуацій діелектричної проникності тропосфери  $\sigma_e^2$  значно більше впливає на величину коефіцієнта подавлення завади  $K_n$  ніж лінійний розмір антени  $L$ . Так, зі збільшенням лінійного розміру антени РЛС в десять разів, значення коефіцієнта подавлення завади зменшується приблизно на десять дБ (криві 1, 2 і 3, 4). Збільшення діелектричної проникності тропосфери в десять разів викликає зменшення коефіцієнта подавлення завади більш ніж на 30 дБ (криві 1, 3 і 2, 4). Ще більше впливає на значення коефіцієнта подавлення завади зміна діапазону довжин хвилі РЛС. При переході від метрового до сантиметрового діапазону довжин хвиль, зменшення коефіцієнта подавлення завади може досягати до 40 дБ. Таким чином, тропосферні неоднорідності вносять значний вплив на зниження ефективності подавлення активної завади АКП РЛС РТВ у сантиметровому та дециметровому діапазонах довжин хвиль.

Згідно отриманих результатів, можна вважати, що для РЛС РТВ 19Ж6 [1] (діапазон довжин хвиль  $\lambda = 0,096 \dots 102$  м) неоднорідності тропосфери здатні знизити коефіцієнт подавлення активної завади до величин близько 20 дБ і менше. Це підтверджується тактико-технічними характеристиками (ТТХ) згідно з якими коефіцієнт подавлення активних шумових завад АКП РЛС РТВ 19Ж6 складає  $K_n = 23$  дБ [1]. В метровому діапазоні вплив тропосфери на зменшення ефективності подавлення активної завади АКП РЛС РТВ є несуттєвим. Так, згідно отриманих результатів, для РЛС 5Н84А [2] (діапазон довжин хвиль  $\lambda = 1,5 \dots 1,9$  м) та РЛС 55Ж6 [3] (довжина хвилі  $\lambda \approx 1,6$  м) слід очікувати значення коефіцієнта подав-

лення активної завади декілька десятків дБ. Згідно ТТХ, РЛС РТВ 55Ж6 має коефіцієнт подавлення  $K_n = 20$  дБ [2], а РЛС РТВ 5Н84А - не менше 17 дБ [3]. Така значна відміна між отриманими результатами і ТТХ обумовлена тим, що в метровому діапазоні довжин хвиль основний внесок у зниження коефіцієнта подавлення активної завади вносить земна поверхня, вплив якої вимагає подальших досліджень.

## Висновки

Згідно отриманих результатів можна вважати, що тропосферні неоднорідності здатні суттєво знизити коефіцієнт подавлення активної завади для РЛС РТВ сантиметрового діапазону, зокрема РЛС 19Ж6. При цьому, вони не оказують значного впливу на завадозахищеність РЛС РТВ метрового діапазону довжин хвиль. З практичної точки зору, отримані результати дозволяють оцінити вплив атмосфери на ефективність роботи автокомпенсаторів активних шумових завад РЛС РТВ.

## Список літератури

1. Гриб Д.А., Климченко В.Й та ін. *Озброєння та військова техніка РТВ. Побудова РЛС 19Ж6: Навч. посібн. Ч. 1 - Х.: ХУПС, 2007. - 300 с.*
2. Климченко В.И. *Вооружение и военная техника радиотехнических войск. Трехкоординатная радиолокационная станция 55Ж6. - Х.: Изд. Академии, 1990. - 270 с.*
3. Климченко В.Й *Озброєння радіотехнічних підрозділів і частин ППО. Радіолокаційна станція 5Н84А: Навч. посібн. / В.Й. Климченко, О.А. Малишев, Ю.Г. Ульянов, Ю.І. Рафальський. - Х.: ХУПС, 2005. - 328 с.*
4. Минервин Н.Н. *Влияние флуктуаций фронта волны помехового сигнала на эффективность его подавления / Н.Н. Минервин, К.С. Васюта, И.Е. Шумейко // Радиотехника. - Х.: ХНУРЭ, 2004. - Вып. 136. - С. 95-101.*
5. Кузнецов О.Л. *Анализ влияния флуктуаций фронта хвилі активної завади на якість її подавлення кореляційним автокомпенсатором шляхом математичного моделювання його роботи / О.Л. Кузнецов, В.А. Таршин, І.С. Шумейко // Системи управління навігації та зв'язку. - 2007. - Вып. 3 - С. 132-135.*
6. Минервин Н.Н. *Влияние случайных искажений в тропосфере помеховой волны на эффективность ее подавления корреляционным авто компенсатором / Н.Н. Минервин // Радиотехника. - Х.: ХНУРЭ, 2006. - Вып. 147. - С. 149-156.*
7. *Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория. Справочник: под ред. Я.Д. Ширмана. - М.: З.А.О. "МАКВИС", 1988. - 828 с.*

Надійшла до редколегії 10.12.2008

**Рецензент:** д-р техн. наук, доц. Р.С. Пашенко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ВЛИСНИЕ УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АКТИВНЫХ МАСКИРУЮЩИХ ПОМЕХ НА ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВОЙСК

А.Л. Кузнецов, В.А. Таршин, Н.Н. Минервин

*В статье исследовано влияние неоднородностей тропосферы на эффективность подавления активных маскирующих помех корреляционными автокомпенсаторами для радиолокационных станций радиотехнических войск различных диапазонов длин волн. Проанализирована зависимость коэффициента подавления активных шумовых помех от условий их распространения и характеристик радиолокационных станций.*

**Ключевые слова:** тропосфера, коэффициент подавления, активная помеха, автокомпенсатор.

**INFLUENCE OF PROPOGATION CONDITIONS FOR ACTIVE JAMMING  
ON INTERFERENCE IMMUNITY OF RADARS OF RADIOTECHNICAL TROOPS**

A.L. Kuznetsov, V.A. Tarshin, N.N. Minervin

*The influence is studied in the paper of tropospheric irregularities on the effectiveness of jamming cancelling in correlation sidelobe cancellers of the radiotechnical tropo radar operating in different wave bands. Dependence is analyzed of the jamming cancelling coefficient versus propagation conditions and the radar parameters.*

**Keywords:** *troposphere, coefficient of suppressions, active hindrance, autoscray.*