

ПІДВИЩЕННЯ КУТОВОГО РОЗДІЛЕННЯ В БАГАТОКАНАЛЬНИХ СИСТЕМАХ РАДІОБАЧЕННЯ

Автор Недзельский О. Ю.

(науковий керівник — д.т.н., проф. Дружинін В. А.)

Нагальною проблемою в сучасних системах радіобачення є кутове розділення R_φ , яке обмежене релеєвською межею $R_\varphi \approx \frac{\lambda}{D}$, де λ - робоча довжина хвилі, D - апертура антени. Підвищити кутове розділення можливо двома шляхами: варіюючи параметрами λ й D , або застосовуючи методи надрозділення, які засновані на математичній обробці отриманих радіометричних вимірів. Метою такої обробки є компенсування викривлення зображень, які викликані кінцевим кутовим розділенням системи, шляхом математичного вирішення зворотного завдання. У той час, коли зменшення робочої довжини хвилі чи збільшення апертури є або дорогим, або взагалі неможливим з технічних причин, надрозділення може бути застосоване практично в будь-якій системі радіобачення. Однак, алгоритми надрозділення вимагають значних обчислювальних ресурсів.

Рознесення в просторі й синхронізація функціонування структурних елементів, а саме радіолокаційних засобів (РЛЗ) багатоканальних систем радіобачення (БКСРБ), дозволяє вишукувати додаткові можливості щодо покращення їх характеристик.

Одним із можливих підходів до реалізації механізму покращення здатності розділення БКСРБ за кутовими координатами є приймання відбитих від об'єкту спостереження сигналів приймальними пристроями системи, рознесеними на відповідні базові відстані.

Структурно гіпотетична БКСРБ може складатися з N РЛЗ, які базуються на рухомих платформах, та центрального пункту збору та обробки інформації (ЦПЗОІ), який інтегрований з пунктом управління системою, що розглядається.

Прийняті сигнали з відповідних РЛЗ в ЦПЗОІ БКСРБ підсумовуються, підсилюються й після квадратичного детектування усереднюються вихідним реєструючим обладнанням (рис.1).

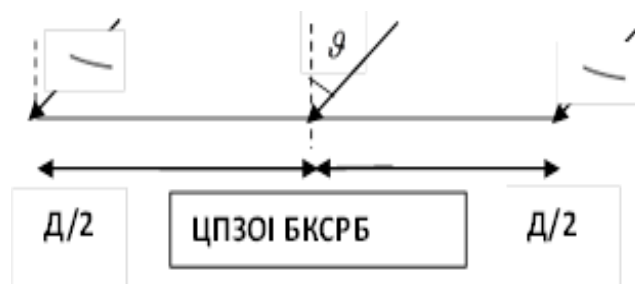


Рисунок 1. Схема приймання відбитих сигналів від парю РЛЗ з подальшою їх ретрансляцією до ЦПЗОІ БКСРБ

Таким чином, якщо напруженості полів, прийнятих антенами від точкового джерела, рівні відповідно $AF(\vartheta)\sin\omega t$ й $AF(\vartheta)\sin(\omega t + \varphi)$ (тут $F(\vartheta)$ - діаграма спрямованості антени за напруженістю поля; ϑ - кут з нормаллю до базової лінії; $A = \text{const}$, оскільки ми вважаємо, що відстань до джерела багато більше D й тому амплітуди полів в антенах приймаючих РЛЗ однакові, $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} D \sin(\vartheta)$, та потужність сигналу на виході обладнання дорівнює (1).

$$P(\vartheta) = \langle [AF(\vartheta)\sin\omega t + AF(\vartheta)\sin(\omega t + \varphi)]^2 \rangle = A^2 F(\vartheta) \left[1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} D \sin\vartheta\right) \right] \quad (1)$$

Приймальна діаграма спрямованості за потужністю в цьому випадку дорівнює:

$$F_H(\vartheta) = F(\vartheta) \left[1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} D \sin\vartheta\right) \right],$$

де $F(\vartheta)$ - діаграма за потужністю одиночної антени РЛЗ.

Якщо кути ϑ невеликі й можна вважати $\sin\vartheta \approx \vartheta$, то

$$F_H(\vartheta) = F(\vartheta) \left[1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} D \vartheta\right) \right],$$

діаграма спрямованості являє собою багатопелюсткову структуру з однаковими відстанями між сусідніми максимумами й нулями, яка огинається $F(\vartheta)$ - діаграмою окремої антени в розглянутому випадку.

Таким чином, розділення при двопозиційному прийомі сигналу за кутом ϑ , тобто ширина пелюстки на рівні половинної потужності, дорівнює

$$\Delta\vartheta_H = \lambda / 2D$$

що відповідає розділенню суцільної апертури діаметром $2D$, тобто розділення у цьому випадку вдвічі краще розділенню суцільної апертури того ж діаметра D .

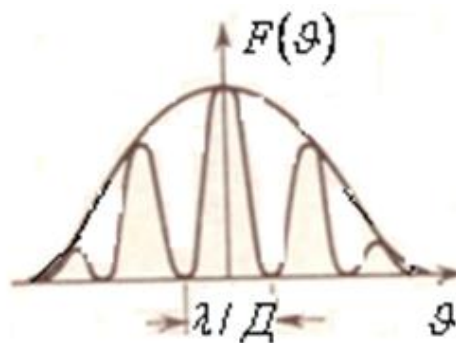


Рисунок 2. Діаграма спрямованості синтезованої антени при двопозиційному прийомі

Однак настільки високе розділення в даному випадку можна реалізувати для визначення координат точкового джерела об'єкта нагляду групового складу, але не для аналізу розподілу радіояскравості (радіолокаційного зображення) протяжного об'єкта в цьому ж складі. Для даного виміру з розділенням λ/D (за

кутом ϑ при постійному напрямку бази) необхідна реєстрація всіх просторових частот від нуля до D/λ , тобто використання змінної відстані між антенами БКСРБ, реалізованою конкретною конфігурацією побудови системи та алгоритмами регламентації функціонування її складових.

Перелік посилань

1. Цейтлин Н.М. Антенная техника и радиоастрономия. М., «Сов. радио», 1976, 352 с.
2. Кондратенков Г.С. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли: учеб. пособ. для вузов / под ред. Г.С. 3. Кондратенкова, А.Ю. Фролова. – М.: Радиотехника, 2005. – 368 с.
- Радиолокационные станции бокового обзора / А.П. Реутов, Б.А. Михайлов, Г.С. Кондратенков, Б.В. Бойко. – М.: Сов. радио, 1970. – С. 289.

Анотація

Підвищення кутового розділення в багатоканальних системах радіобачення можливо двома шляхами: варіюючи параметрами λ й D , або застосовуючи методи надрозділення. Рознесення в просторі й синхронізація функціонування структурних елементів дозволяє вишукувати додаткові можливості щодо покращення характеристик БКСРБ.

Ключові слова: радіолокаційний засіб, антена, сигнал, багатоканальна система радіобачення.

Abstract

Increasing the angular separation in multichannel vision systems is possible in two ways: varying with parameters D , or by applying extra-split methods. Spacing in space and synchronizing the functioning of structural elements allows us to find additional possibilities for improving the characteristics of the multichannel broadcasting systems.

Keywords: radar, antenna, signal, multichannel vision system.