

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОНФІГУРАЦІЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ НА ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕПОЛОЖЕННЯ ДЖЕРЕЛА РАДІОВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОСНОВІ АОА-ВИМІРЮВАНЬ

Товкач І.О., Васильєв В.М., Чмельов В.О., Путієнко О.М.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

ANALYSIS OF THE INFLUENCE THE SENSOR NETWORK CONFIGURATION ON THE ACCURACY OF DETERMINING THE RADIO SOURCE LOCATION BASED ON AOA MEASUREMENTS.

The analysis of the number of sensor pairs of the sensor network on the accuracy of determining the location of the radio source based on AOA measurements using an isoline family is carried out. The analysis was performed using statistical modeling.

Однією з основних характеристик систем пасивної локації є сімейство ізоліній середнього квадратичного відхилення (СКВ) помилки вимірювання дальності джерела радіовипромінювання (ДРВ) побудованих в координатах x, y [1,2]. Кожна ізолінія, починаючи від центру, обмежує область, де помилка не перевищує 10 м, 20 м, 30 м, 40 м, відповідно. Задаючи, таким чином, допустиме значення СКВ $\sigma_{r_{\text{доп}}}$ можна визначити область відстаней, в якій значення СКВ буде дорівнювати $\sigma_r \leq \sigma_{r_{\text{доп}}}$. За швидкістю зміни відстаней між ізолініями можна також виявити азимутальні напрямки, де помилки в міру віддалення від центру ростуть повільніше або швидше.

Графіки сімейства ізоліній для випадку СКВ помилки вимірювання кута $\sigma = 0.8^\circ$, побудовані для трьох конфігурацій сенсорної мережі з різним числом пар датчиків сенсорної мережі, розташованих на колі радіусом 100 м.

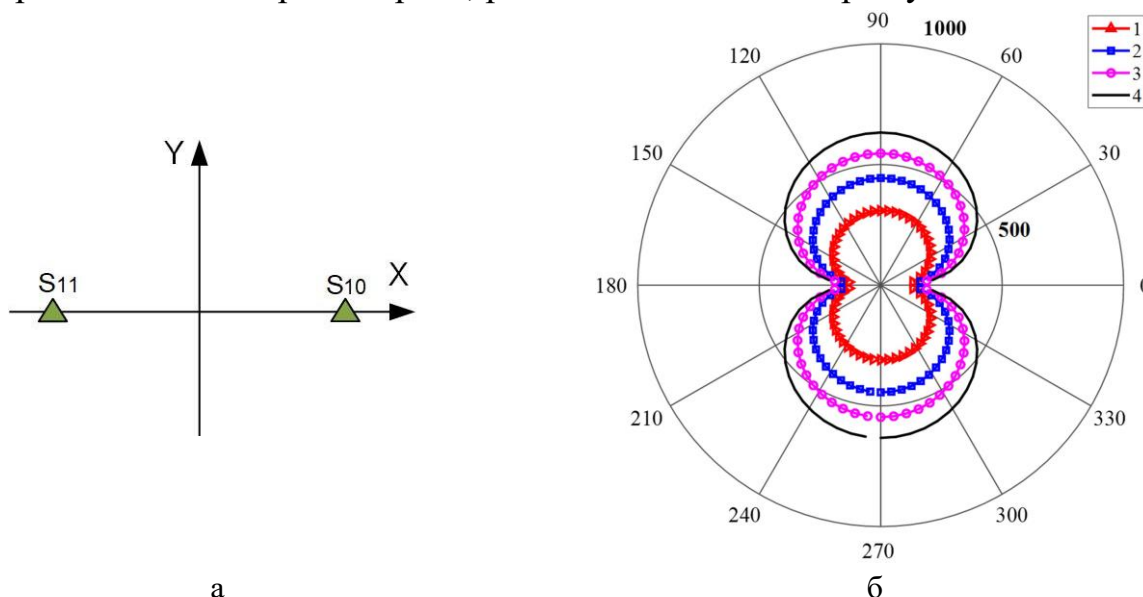


Рис. 1. Перша конфігурація сенсорної мережі.

Перша конфігурація сенсорної мережі складається з однієї пари датчиків рис. 1, а. При АОА-вимірюваннях рис. 1, б, СКВ помилки визначення місцеположення, в залежності від напрямку, носить нерівномірний характер. В напрямках 90° , 270° , воно росте найбільш повільно і не перевищує допустимого значення $\sigma_r \leq 10, 20, 30, 40$ м на відстанях 309, 444, 546, 632 м, відповідно. При невеликих кутах між базою і напрямком на ДРВ, на азимутах 0° , 180° , СКВ помилки визначення місцеположення є великим і не входить в діапазон допустимих значень.

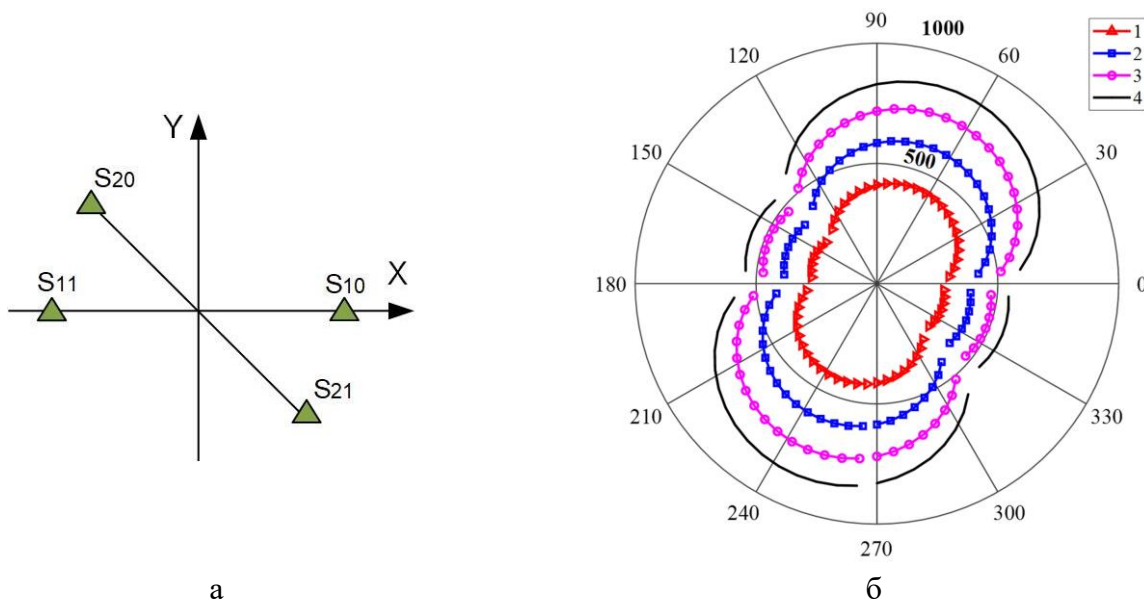


Рис. 2. Друга конфігурація сенсорної мережі.

Друга конфігурація сенсорної мережі складається з двох пар датчиків рис. 2, а. При АОА-вимірюваннях рис. 2, б, СКВ помилки на азимутах $67,5^\circ$, $247,5^\circ$ ростуть рівномірно і не перевищують допустимих значень $\sigma_r \leq 10, 20, 30, 40$ м на відстанях 427, 607, 744, 860 м, відповідно. При невеликих кутах між базою і напрямком на ДРВ, на азимутах 0° , 135° , 180° , 315° , СКВ помилки визначення місцеположення є великим і не входить в діапазон допустимих значень.

Третя конфігурація сенсорної мережі складається з чотирьох пар датчиків рис. 3, а [3]. При АОА-вимірюваннях рис. 3, б, СКВ помилки на азимутах 0° - 360° ростуть рівномірно і не перевищують допустимих значень $\sigma_r \leq 10, 20, 30, 40$ м на відстанях 513, 710, 871, 1000 м, відповідно. При невеликих кутах між базою і напрямком на ДРВ, на азимутах 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° , СКВ помилки визначення місцеположення є великим і не входить в діапазон допустимих значень.

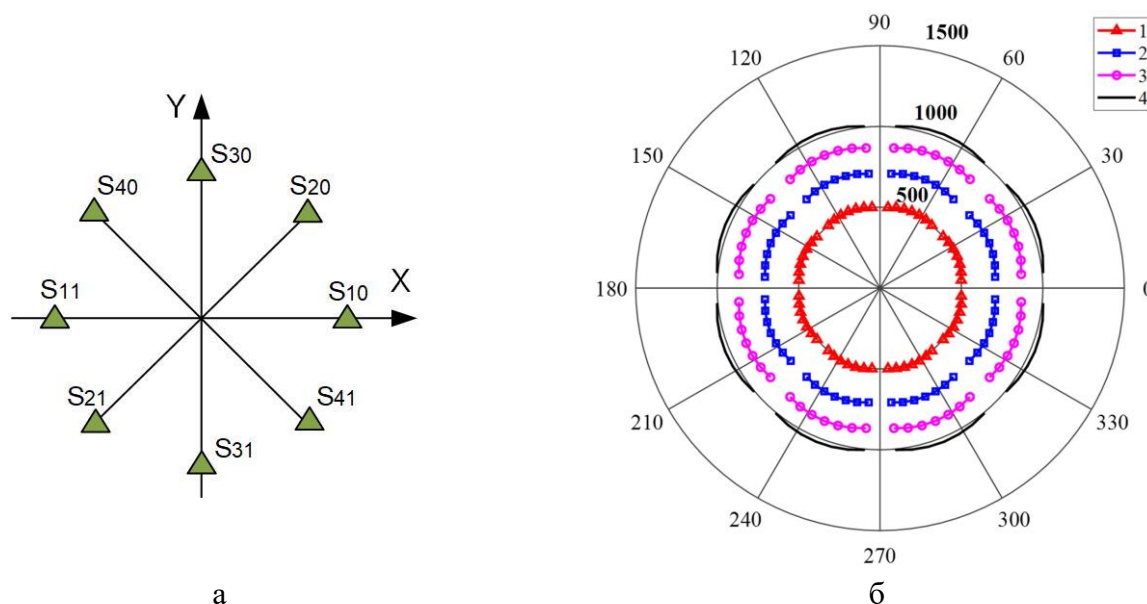


Рис. 3. Третя конфігурація сенсорної мережі.

При збільшенні числа пар датчиків сенсорної мережі, ізолінії зберігають форму концентричних кіл і при цьому істотного приросту в точності визначення місця розташування ДРВ не відбувається. Тому, розглянута топологія мережі з чотирьох пар датчиків, може бути рекомендована для використання на практиці, якщо напрямок появи цілі невідомо.

Висновки. Конфігурація з чотирьох пар датчиків сенсорної мережі, які розташовані рівномірно по колу, забезпечують вид ізоліній, що обмежують область в яких кругове СКВ не перевищує задане значення, також у вигляді кіл в горизонтальній площині. При подальшому збільшенні числа датчиків сенсорної мережі, істотного приросту в точності визначення місцеположення ДРВ не відбувається, і вона може бути рекомендована, якщо напрямок появи цілі невідомий.

Література

1. I. O. Tovkach, S. Y. Zhuk, O. S. Neuimin and V. O. Chmelov, "Recurrent Algorithm Of Passive Location In Sensor Network By Angle Of Arrival Of A Signal," 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv, Ukraine, 2020, pp. 728-732, doi: 10.1109/ELNANO50318.2020.9088740.
2. Симаков В.А. Построение адаптивных систем пассивной радиолокации на принципах разностно-дальномерной координатометрии / В.А. Симаков // Научные ведомости Белгородский государственный университет . — 2005. — №2. — С. 221.
3. Товкач І.О. Фільтрація параметрів руху джерела радіоізлучення на основі угломерних вимірювань сенсорної мережі / І.О. Товкач, С.Я. Жук // XIV Міжнародна Науково-технічна Конференція "Перспективи телекомунікацій 2020", 13.04-17.04.2020 р.: тези доп. — Київ, 2020. <http://conferenc.its.kpi.ua/2020/paper/view/20283>.