

Аналіз і синтез випромінюючих систем

**Види та способи огляду простору
у радіолокації**

Загальні положення

Зона огляду (сектор огляду) РЛС – область простору, у межах якої РЛС забезпечує виявлення цілей, які мають задану ефективну поверхню розсіяння (ЕПР), з імовірностями правильного виявлення та хибної тривоги не гірше заданих.

Типова форма зони огляду у кутомісній площині – косекансна.

РЛС формує радіолокаційне поле, яке забезпечує розв'язання поставлених задач. Суцільне радіолокаційне поле створюється за допомогою зон огляду РЛС (трикоординатних РЛС чи далекомірів і радіолокаційних висотомірів) та оцінюють зовнішньою границею (максимальною дальністю виявлення на заданій висоті, висотою нижньої та верхньої границь зони виявлення). Зони огляду РЛС мають H_{\min} бути такими, щоб H_{\max} забезпечувати надійне виявлення та проведення сучасних і перспективних літальних апаратів (ЛА) у всьому діапазоні висот їхнього польоту на максимально можливій дальності. Виконання вимог до зони огляду забезпечують застосуванням різних способів огляду простору.

Загальні положення

Інформацію щодо наявності цілей у зоні огляду РЛС отримують в процесі огляду її елементів розрізнення. **Час, витрачений на одноразовий огляд зони, та черговість перегляду елементів розрізнення визначаються способом огляду.** Крім цього, від способу огляду залежить і значення **середньої потужності зондуючих сигналів РЛС.** Неперервний огляд зони огляду є обов'язковим режимом функціонування РЛС.

В існуючих РЛС використовують різні способи огляду. **Вибір того чи іншого способу огляду залежить від призначення РЛС, оскільки від цього залежить багато характеристик РЛС:**

- час виявлення цілі у зоні;
- кількість вимірюваних координат та точність їхнього вимірювання;
- роздільні здатності за кутовими координатами, дальності;
- та радіальної швидкості;
- швидкість поновлення інформації;
- завадозахищеність РЛС (особливо від пасивних завад).

Способи огляду простору

Потрібну форму зони огляду можна формувати відповідним вибором ДНА РЛС (на прийом і передачу) та закону зміни її положення у просторі, за яких у найбільшому степені забезпечують задані тактико-технічні вимоги.

Залежно від часу, який витрачається на отримання інформації від усіх елементів зони огляду, розрізняють такі **види огляду**:

паралельний (кількість антенних променів дорівнює кількості елементів розрізнення за кутовими координатами – рисунки 1, 2);

послідовний (зона виявлення проглядається одним антенним променем, переміщення якого здійснюється послідовно за часом, кутом місця та азимуту – рисунок 3);

змішаний (за однією кутовою координатою (найчастіше всього за кутом місця) здійснюють паралельний огляд, а за іншою (азимутом) – послідовний – рисунок 4).

Способи огляду простору

Кількість антенних променів дорівнює кількості елементів розрізнення за кутовими координатами.

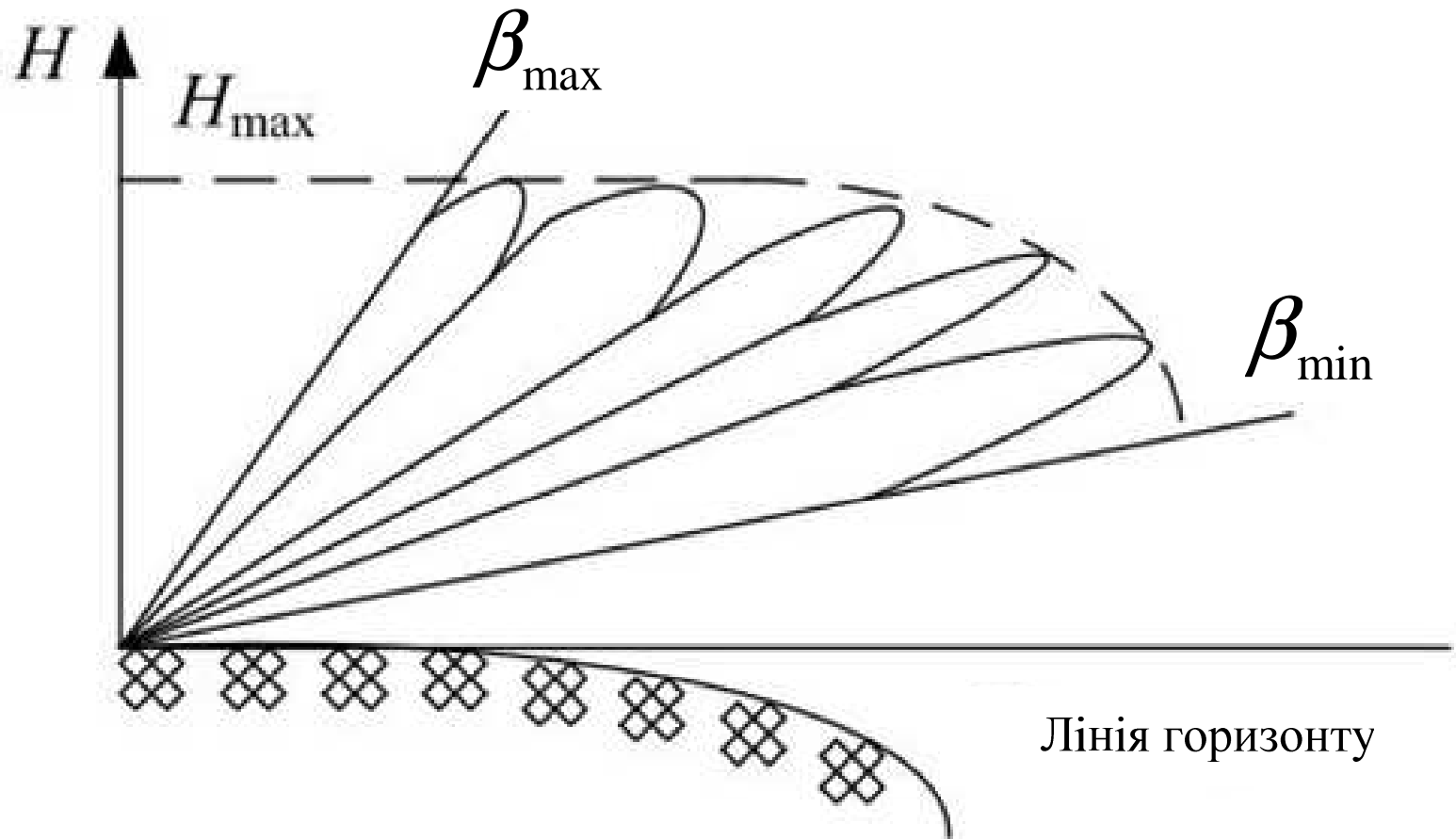


Рисунок 1 – Паралельний огляд у кутомісній площині

Способи огляду простору

Кількість антенних променів дорівнює кількості елементів розрізнення за кутовими координатами.

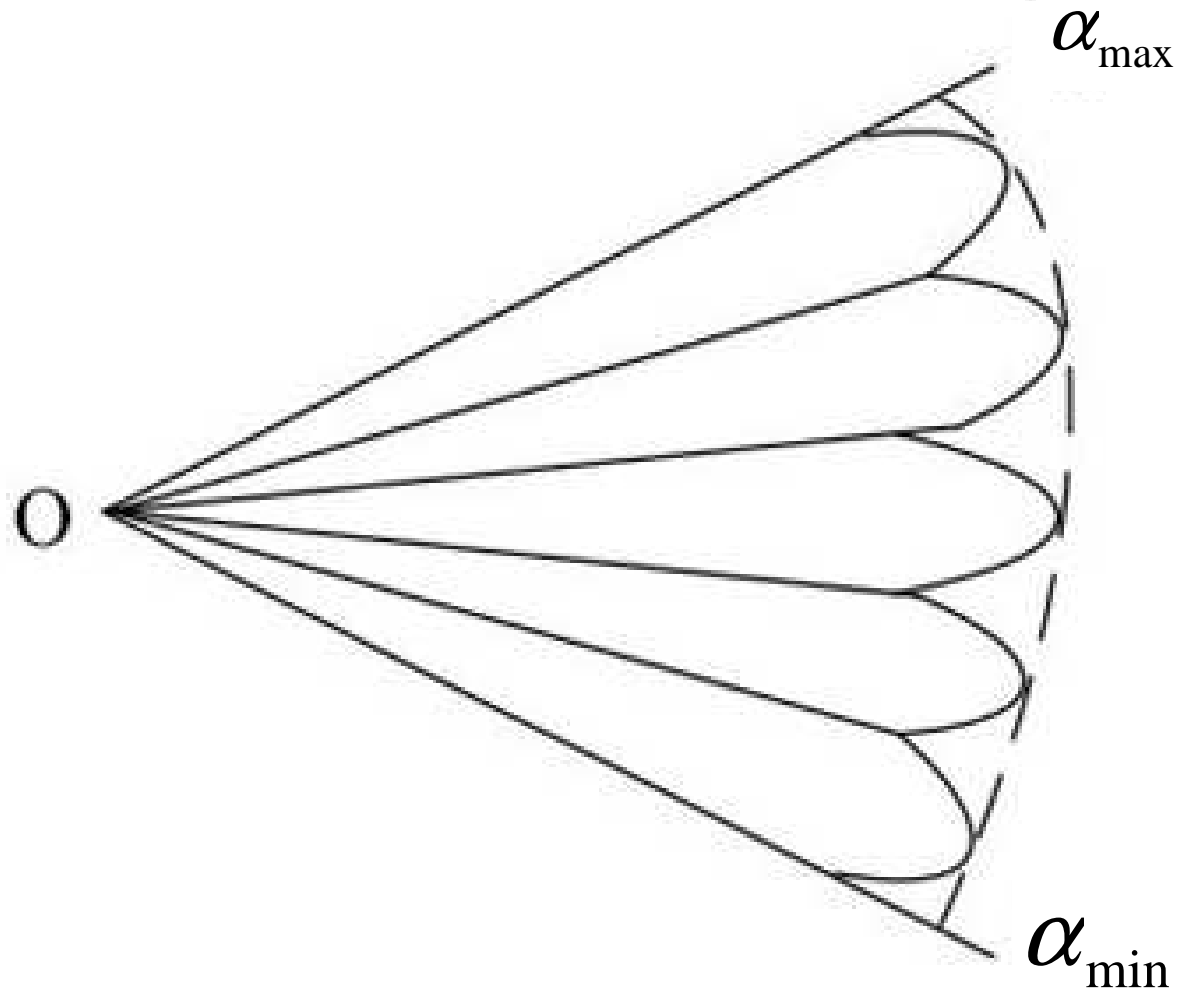


Рисунок 2 – Паралельний огляд в азимутальній площині

Способи огляду простору

Зона виявлення проглядається одним антенним променем, переміщення якого здійснюється послідовно як у часі, так і за кутами місця та азимуту.

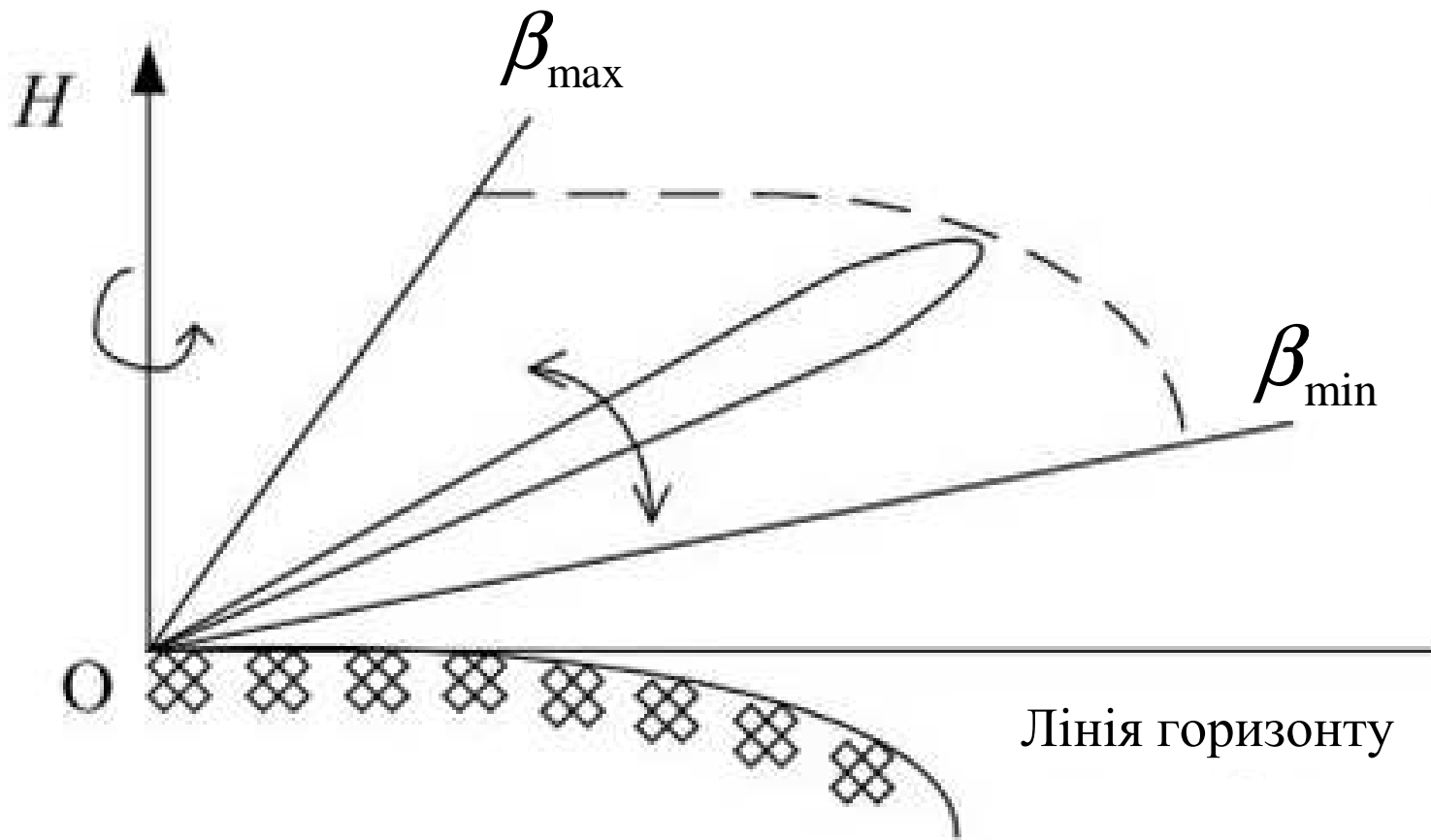


Рисунок 3 – Послідовний огляд за кутами місця та азимуту

Способи огляду простору

За однією кутовою координатою (найчастіше кутом місця) здійснюють паралельний огляд, а за іншою (азимутом) – послідовний.

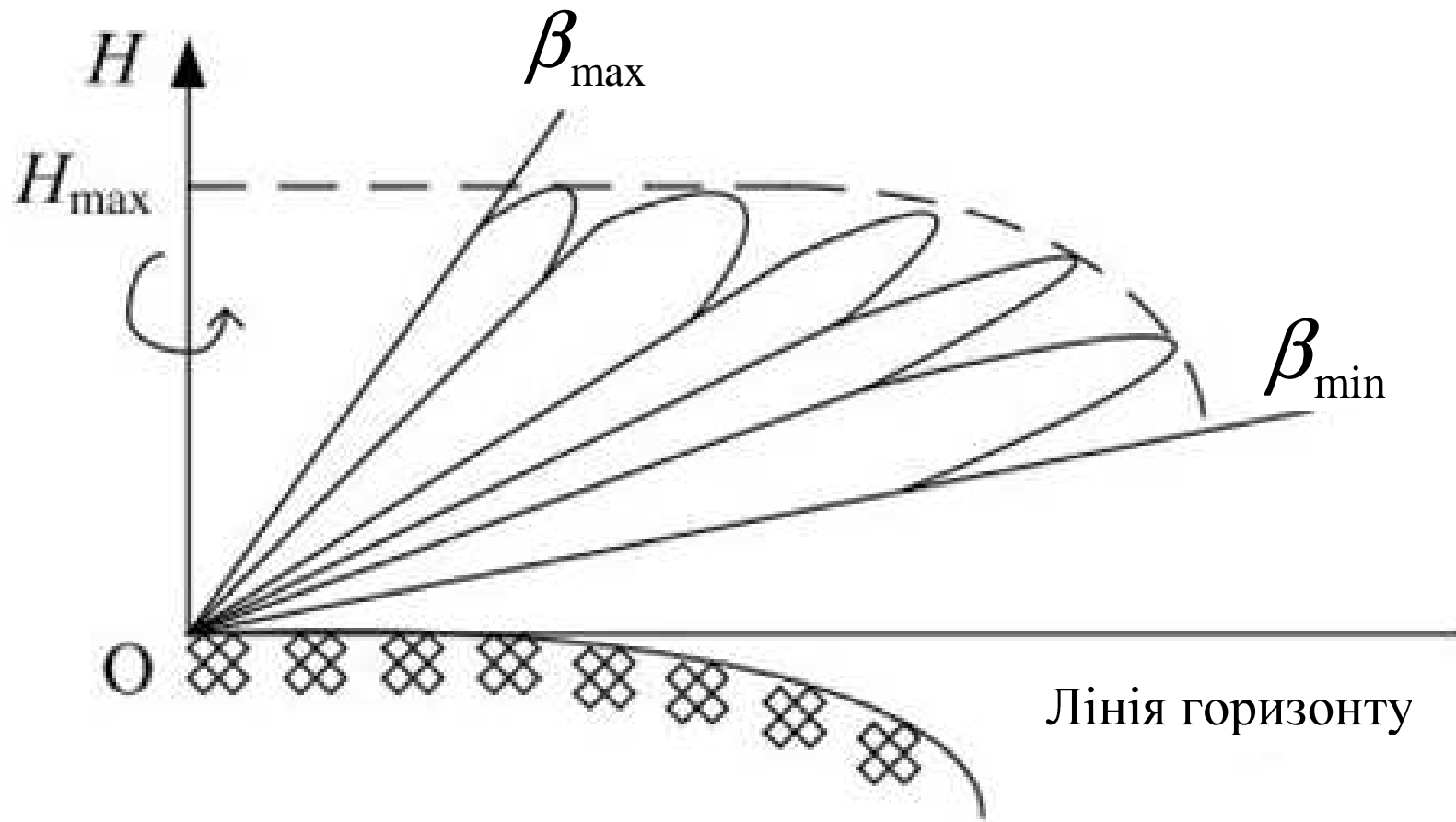


Рисунок 4 – Змішаний огляд: паралельний за кутом місця і послідовний по азимуту

Способи огляду простору

Огляд зони огляду за дальністю здійснюється послідовно по мірі поширення електромагнітної енергії після випромінювання зондуючого сигналу з кінцевою швидкістю до цілі та назад.

Паралельний огляд за кутовими координатами має найбільший, порівняно з іншими видами огляду, темп поновлення інформації.

Проте він суттєво ускладнює реалізацію антенної системи, особливо у випадку паралельного огляду за обома кутовими координатами.

Способи огляду простору

Перший спосіб огляду – РЛС проглядає сектор огляду Ω_c (рисунок 5). При цьому ДНА на передачу (штрихова лінія) та прийом (суцільна лінія) однакові. Ширина ДНА у вертикальній (кутомісній) площині відповідає кутовому розміру зони огляду у цій площині. Огляд за азимутом здійснюється послідовно.

Даний спосіб огляду частіше використовують у радіолокаційних далекомірах метрового діапазону довжин хвиль. Для зменшення провалів у зоні огляду, обумовлених відбиттям електромагнітної енергії від землі, у подібних РЛС потрібно використовувати або систему опромінювачів у випадку дзеркальних антен, або декілька поверхів – у випадку директорних антен. Взаємне положення опромінювачів (поверхів) визначається довжиною хвилі, висотою фазового центра та особливостями (зрізаністю) рельєфу місцевості.

Способи огляду простору

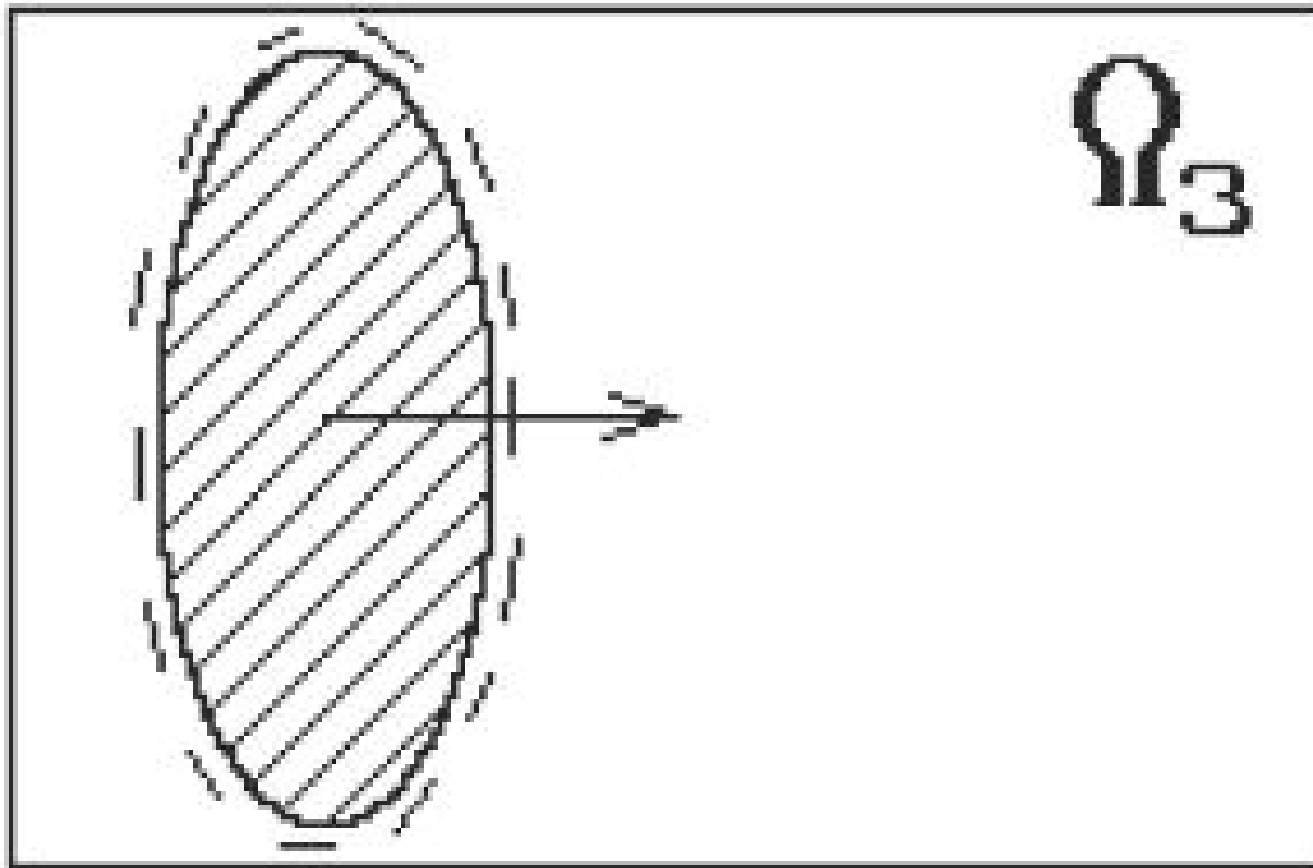


Рисунок 5 – Огляд простору з однаковими ДНА на передачу та прийом

Способи огляду простору

Другий спосіб огляду – РЛС з окремими на передачу та прийом антенами (рисунок 6) проглядає зону огляду. ДНА на передачу така само, як і у попередньому способі. Приймальна антена складається з ряду парціальних каналів з голчастими ДН, зміщеними у кутомісній площині. Подібний спосіб огляду використовують в одночастотних трикоординатних РЛС з дзеркальними антенами та багатоканальними опромінювачем на прийом, а також в РЛС з пасивними ФАР.

Способи огляду простору

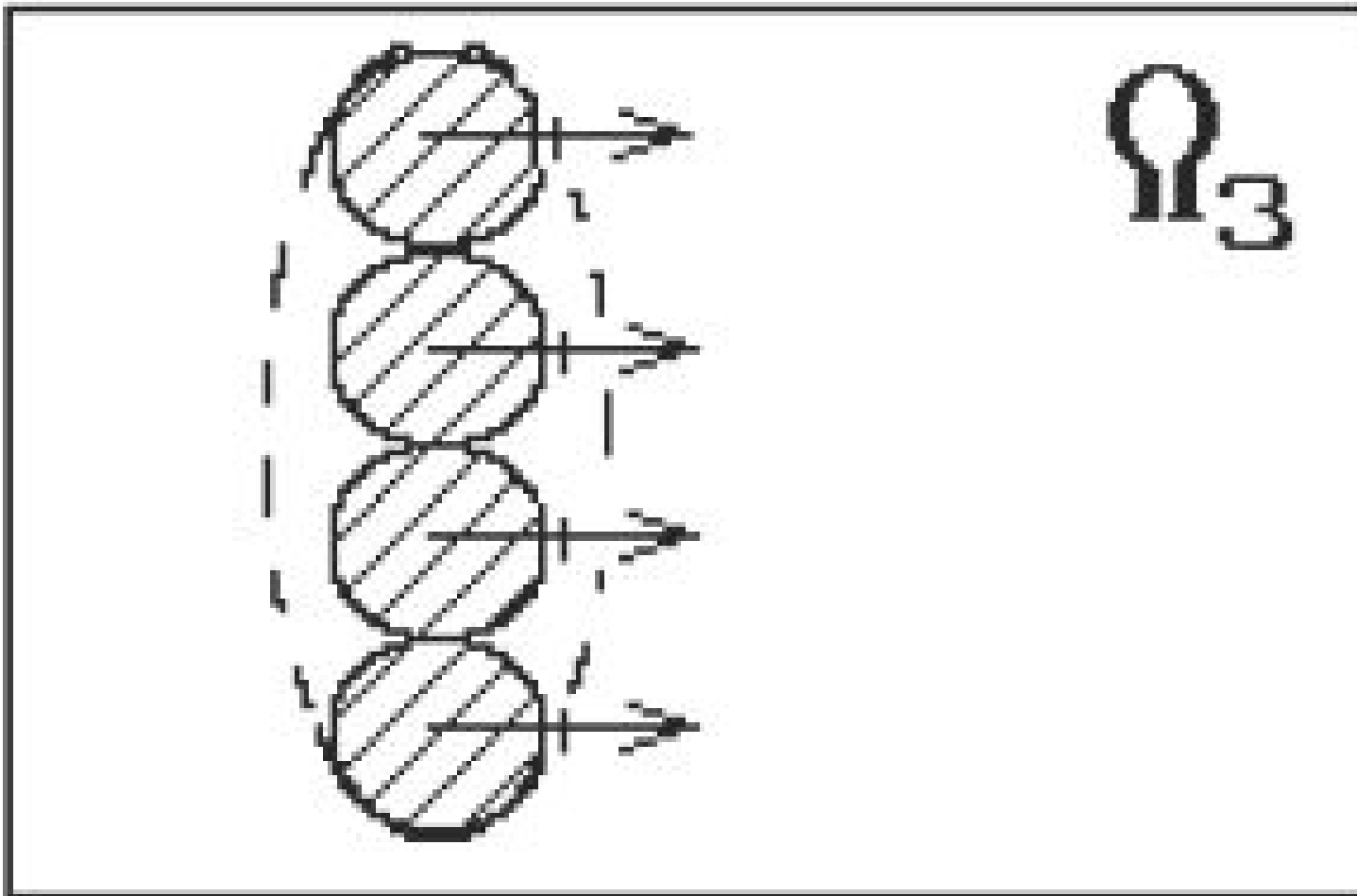


Рисунок 6 – Огляд простору з окремими ДНА на передачу та прийом

Способи огляду простору

Третій спосіб огляду – РЛС проглядає сектор огляду одним голчастим променем на передачу та прийом послідовно за часу, за кутом місця та азимуту (рисунок 7). Спосіб огляду зони огляду використовують у РЛС з активною фазованною антенною решіткою (АФАР) та у радіовисотомірах.

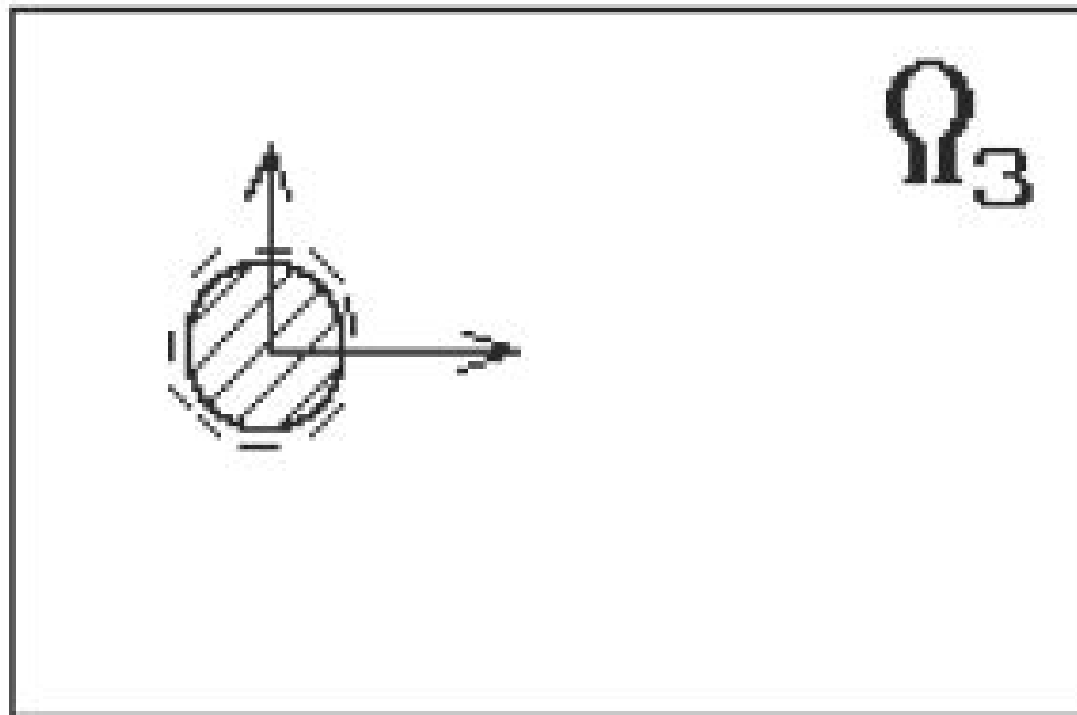


Рисунок 7 – Огляд простору голчастою ДНА

Способи огляду простору

Четвертий спосіб огляду – огляд зони огляду здійснюють паралельно по куту місця та послідовно по азимуту за допомогою парціальних ДН на передачу та прийом. Спосіб огляду використовують у багаточастотних радіолокаційних далекомірах сантиметрового діапазону хвиль та трикоординатних РЛС з частотним чи електронним керуванням променем ДНА у кутомісній площині.

Крім цього, даний огляд, особливо в азимутальній площині, можна здійснювати як за жорсткою, так і гнучкою (адаптивною) програмами. У випадку роботи за жорсткою програмою обертання антенної системи в азимутальній площині здійснюються з постійною заданою швидкістю. Така програма характерна для всіх чотирьох способів огляду. Проте при третьому способі огляду промінь ДНА після кожного оберту зміщується у кутомісній площині (так званий гвинтовий спосіб огляду – рисунок 9, а). При третьому способі огляду можуть використовувати і інші способі переміщення променя ДНА у кутомісній та азимутальних площинах: растровий (рисунок 9, б); циклоїдальний (рисунок 9, г).

Способи огляду простору

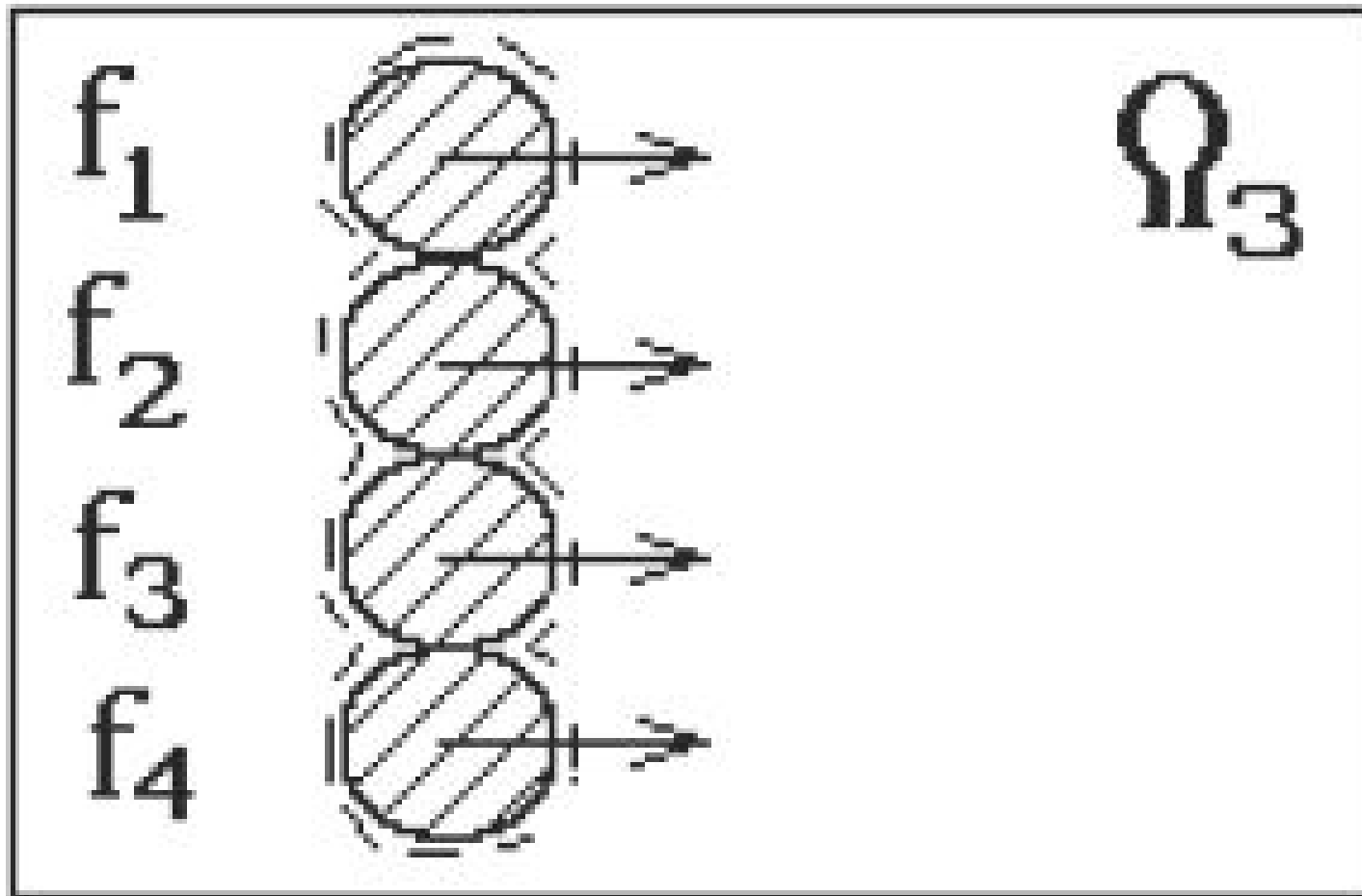


Рисунок 8 –Огляд простору з паралельними ДНА на передачу та прийом

Способи огляду простору

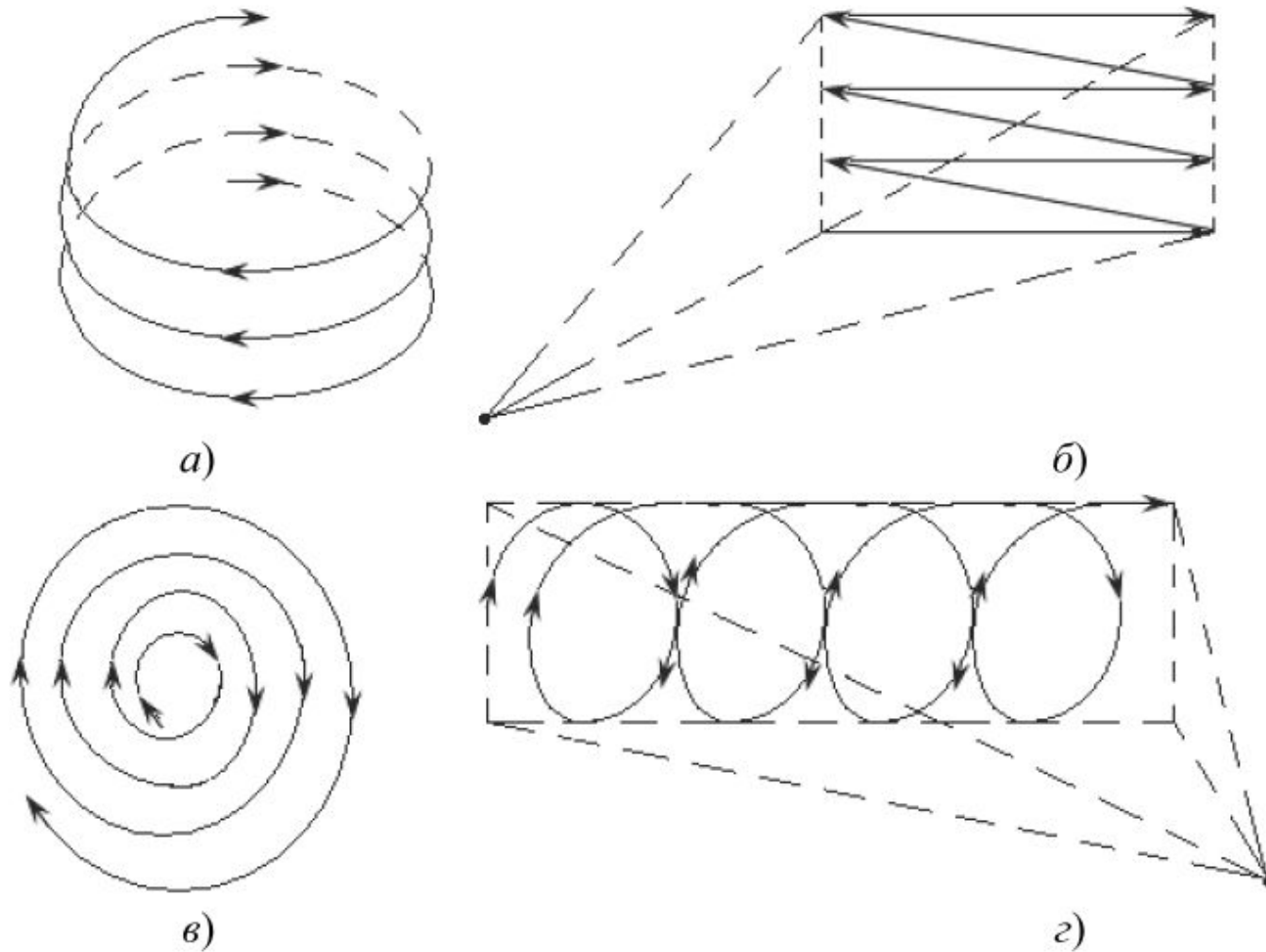


Рисунок 9 – Способи огляду зони огляду РЛС з голчастою ДНА:
а – гвинтовий; б – рядковий (растровий); в – спіральний; г – циклоїдальний

Способи огляду простору

Зверніть увагу: за жорсткої програми огляду темп (швидкість) переміщення ДНА не залежить від проміжних результатів радіолокаційного спостереження.

При послідовному (рисунок 7) адаптивному огляді програма перегляду зони огляду залежно від результатів попередніх етапів огляду може змінюватись автоматично. При цьому можуть змінюватись черговість, час перегляду, форма та розміри різних елементів зони огляду, енергетичні характеристики (потужність та тривалість) зондуючих сигналів, а також структура сигналів (внутрішньоімпульсна модуляція, частота повторення). Адаптивний огляд зони огляду можливий у РЛС з ФАР. При цьому параметри програми огляду змінюються за допомогою блоку управління, на який надходить інформація від попередніх етапів огляду та апріорні дані.

Порівняльний аналіз способів огляду простору

При цьому вважається, що РЛС мають однакові параметри зони огляду: час огляду та рівномірну швидкість огляду. Зона огляду вважається ізодальнісною. **За результатами порівняння можна зробити висновки:**

- інформаційна здатність другого, третього та четвертого способів огляду більша, ніж у першого. На відміну від першого способу вони дозволяють, крім дальності та азимуту, визначити висоту польоту цілі (за достатньої кількості парціальних каналів у другому та четвертому способах;
- можливості другого, третього та четвертого способів огляду з точки зору розрізнення за кутовими координатами однакові. Перший спосіб не має роздільної здатності за кутом місця. Вища точність вимірювання кута місця досягається у третьому способі огляду. В умовах впливу пасивних завад найкраща завадозахищеність РЛС забезпечується при другому, третьому та четвертому способах, оскільки вони забезпечують менший роздільний об'єм порівняно з першим способом. Зменшення швидкості огляду спричиняє зменшення середнього квадратичного розкиду доплерівських частот у спектрі луна-сигналу пасивних завад і, як наслідок, підвищення коефіцієнта придушення завад, який реалізують в системі селекції рухомих цілей;

Порівняльний аналіз способів огляду простору

- в умовах активних завад кращими способами огляду є третій та четвертий. При четвертому способі огляду РЛС може працювати на різних частотах у парціальних каналах третій та четвертий способи при електричному керуванні антенним променем дозволяють реалізувати програмний адаптивний огляд;
- з точки зору мінімальної вартості, складності та об'єму апаратури РЛС кращим способом огляду є перший, найгіршим – четвертий. Якщо при першому способі огляду потрібна ширина ДНА у вертикальній площині забезпечується не за рахунок опромінювача, а за рахунок зменшення вертикального розміру дзеркала у m раз (m – кількість парціальних каналів при другому та четвертому способах огляду), то ефективна площа приймальної антени при цьому способі огляду виявляється у m раз меншою за ефективну площу антени за інших способів огляду. Для збереження заданої дальності дії РЛС випромінювану нею енергію потрібно збільшити в m раз;
- у випадку ізовисотної зони найгіршими, з точки зору раціонального розподілу випромінюваної енергії за кутом місця, є перший спосіб огляду.

Порівняльний аналіз способів огляду простору

Таким чином, від вибору виду та способу огляду простору залежать найважливіші тактико-технічні характеристики РЛС – час огляду, темп поновлення та видачі інформації, роздільна здатність та точність вимірювання координат, завадозахищеність, а також ступінь складності технічної реалізації та вартість.

Незважаючи на доволі високій ступінь пропрацювання та впровадження видів і способів огляду простору актуальною задачею залишається розробка алгоритмів програмного огляду з адаптацією до умов спостереження.