



# Київський національний університет імені Тараса Шевченка Військовий інститут



## Кафедра військово-технічної підготовки

Дисципліна: **ВІЙСЬКОВА ПІДГОТОВКА**

Предмет **“ОСНОВИ ПОБУДОВИ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ РЕТ”**

Тема № 4: **АНТЕННИ І ФІДЕРНІ ПРИСТРОЇ ЗРЛ**

Заняття №2. **ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І ХАРАКТЕРИСТИКИ  
АНТЕННИХ СИСТЕМ**

для проведення занять з студентами  
зі спеціальності “Організація метрологічного  
забезпечення військ (сил)”

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА



## ФАКУЛЬТЕТ ВІЙСЬКОВОЇ ПІДГОТОВКИ

### КАФЕДРА ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ

Керівник заняття

завідувач кафедри кандидат технічних наук, доцент  
Глухов Сергій Іванович

2016 р.

**ПРЕДМЕТ:  
ОСНОВИ ПОБУДОВИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ  
ТЕХНІКИ**

**Тема № 4. АНТЕННИ І ФІДЕРНІ ПРИСТРОЇ  
ЗАСОБІВ РАДІОЛОКАЦІЇ**

**Заняття №1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І  
ПРИНЦИПИ ДІЇ ФІДЕРНИХ ПРИСТРОЇВ**

**Л Е К Ц І Я**

# **МЕТА ЗАНЯТТЯ:**

## **НАВЧАЛЬНА МЕТА:**

- 1. Вивчити призначення і загальну характеристику фідерних трактів, принцип дії її основних елементів.**

## **ВИХОВНА МЕТА:**

- 1. Виховувати у студентів культуру поведінки.**
- 2. Виховувати студентів у дусі патріотизму.**

# НАВЧАЛЬНІ ПИТАННЯ І РОЗПОДІЛ ЧАСУ:

I. Вступна частина.....	10 хв.
II. Основна частина.....	145 хв.
Питання 1. Призначення і характеристики ліній передач.	
Питання 2. Основні типи фідерних трактів.	
Питання 3. Основні елементи фідерних трактів.	
III. Заключна частина.....	5 хв.

**Навчальна мета:** Вивчити призначення і загальну характеристику антенних систем, принцип формування діаграм направленостей.

## **Навчальні питання:**

- 1. Призначення і основні характеристики антенних систем.**
- 2. Основні типи антенних систем.**
- 3. Принцип частотного колювання променем.**
- 4. Методи отримання парціальних діаграм направленості.**

# **Питання 1. Призначення і основні характеристики антенних систем.**

**Основні тактико-технічні вимоги до РЛС: дальність дії, точність визначення координат, роздільна здатність, перешкодозахищеність, електромагнітна сумісність, прихованість, швидкість огляду простору і т.д. в основному забезпечується вибором антени та її технічним станом.**

**Високочастотні коливання, які створюються передавачем, підводяться до спеціального пристрою, завданням якого є випромінювання вільно розповсюджуваних радіохвиль.**

**Цей пристрій називається **ВИПРОМІНЮВАЛЬНОЮ АБО ПЕРЕДАВАЛЬНОЮ АНТЕНОЮ.****

**Таким чином, основним призначенням передавальної антени є випромінювання електромагнітних хвиль.**

**Якщо передавальна антена перетворює енергію струмів високої частоти в енергію вільних електромагнітних хвиль, то очевидно, що приймальна антена виконує зворотні завдання.**

**В обох випадках основним фізичним процесом в антені є взаємодія зарядів з електромагнітним полем. Існує зворотність процесів в передавальній та приймальній антенах. Ця властивість має широке практичне застосування в РЛС, в якій часто одна і та антена є приймально-передавальною.**



**ЦІННІСТЬ ВЛАСТИВОСТІ ЗВОРОТНОСТІ** ще в тому, що існує тісний зв'язок між параметрами антени в режимі передачі та прийому. Це досить важливо з точки зору аналізу антен, так як дозволяє обходитись вивченням параметрів антени під час роботи її в одному з режимів.

Таким чином, перетворення енергії в процесі прийому-передачі є **ПЕРШОЮ ФУНКЦІЄЮ АНТЕНИ**.

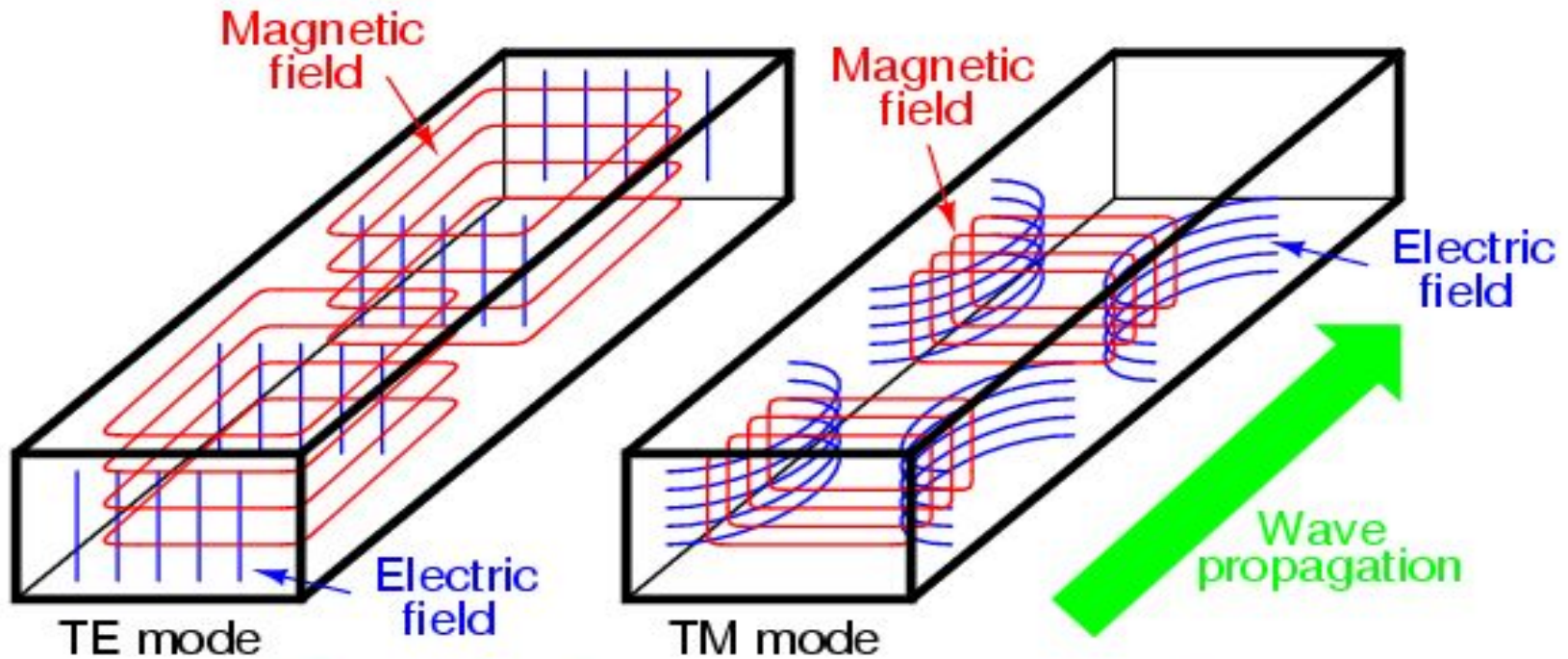
**ДРУГА ФУНКЦІЯ АНТЕНИ** – концентрація випромінювання у визначеному напрямку при заданій поляризації хвиль при передачі та переважний прийом радіохвиль, які надходять з визначених напрямків в режимі прийому.

**З цією функцією пов'язане поняття ДІАГРАМИ НАПРАВЛЕНОСТІ (ДН) ПО ПОЛЮ  $\mathbf{F}(\Theta, \varphi)$ , тобто залежність амплітуди поля, яке випромінює антена, від просторових кутів  $\Theta$  і  $\varphi$  при постійній відстані до точок спостереження і незмінних умовах збудження антени.**

**ДН по полю це - модуль комплексної ДН.**

**Вона може бути виражена або аналітично (у вигляді формули), або графічно (у вигляді визначеної поверхні). Досить зручно використовувати нормовану ДН.**

# Розповсюдження електромагнітного поля у хвилеводі



*Magnetic flux lines appear as continuous loops*  
*Electric flux lines appear with beginning and end points*

**Під НОРМОВАНОЮ ДН розуміють відношення значення ДН у довільному напрямку до максимального значення ДН.**

$$F(\Theta, \varphi) = \frac{f(\Theta, \varphi)}{f_{\max}(\Theta, \varphi)} = \frac{E(\Theta, \varphi)}{E_{\max}(\Theta, \varphi)}$$

**Найбільше значення нормованої ДН дорівнює 1.**

**Використання нормованої ДН полегшує порівняння направлених властивостей різних антен.**

**Крім ДН по полю використовують ДН по потужності, т.б. залежність щільності потоку випромінюваної потужності  $S$  від просторових кутів  $\Theta$  і  $\varphi$  при постійній відстані до точок спостереження і незмінних умовах збудження антени.**

$$Y(\Theta, \varphi) = \frac{S(\Theta, \varphi)}{S_{\max}(\Theta, \varphi)} = \frac{E^2(\Theta, \varphi)}{E_{\max}^2(\Theta, \varphi)} = F^2(\Theta, \varphi)$$

**Звичайно, радіолокаційні антени мають складну багатопелюсткову ДН.**

**Найбільша пелюстка називається головною, а напрямок, в якому поле має найбільшу величину, - напрямок головного максимуму.**

**Інші пелюстки називаються бічними. Якщо є пелюстка в напрямку протилежному головному, то її називають задньою пелюсткою.**

**Напрямок, в якому антена не випромінює, називають нульовим.**

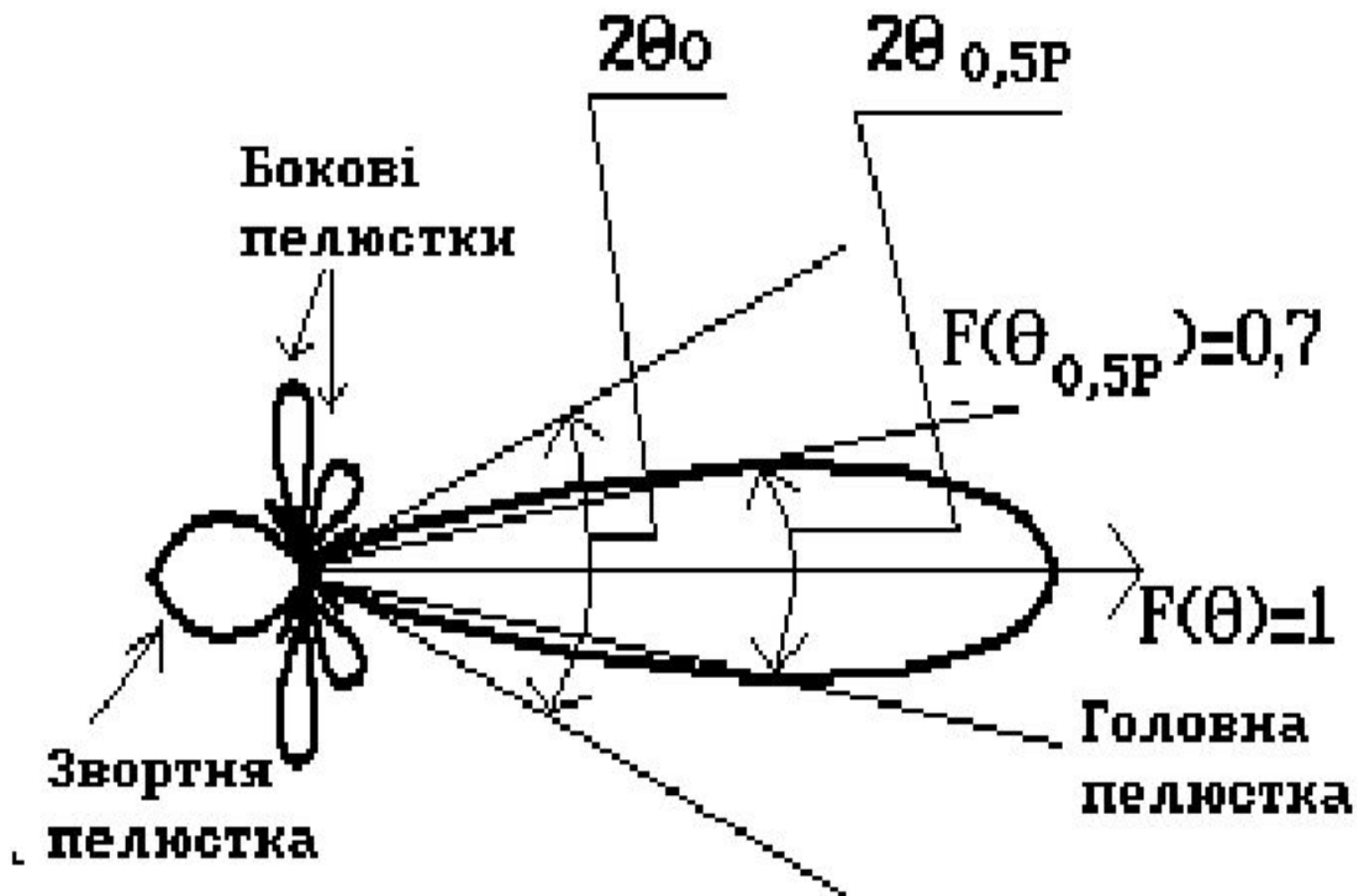


Рис. 1

Просторова ДН незручна для відображення. Тому використовують її площинний перетин, який проходить через напрямок головного максимуму.

ДН характеризують формою головної пелюстки та її шириною у двох взаємно-перпендикулярних площинах, а також рівнем бічних пелюсток у визначеному секторі.

Як правило, ширина ДН в заданій площині визначається, як кут між напрямками, в яких густина потоку потужності зменшується в два рази, десять раз або до нуля в порівнянні з напрямком головного максимуму.

Відповідно говорять про ширину ДН: “по половині потужності”, “по 0,1 потужності”. Частіше усього використовують половину потужності.

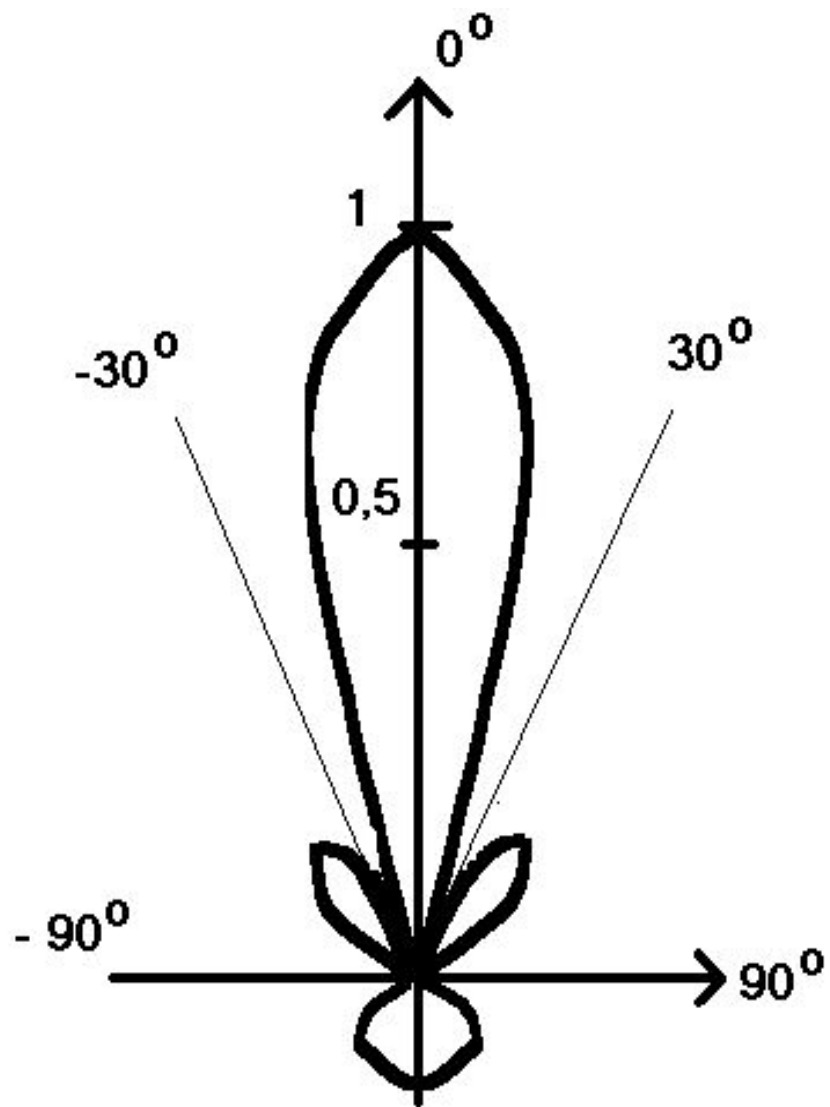
Рівень бічних пелюсток визначають як відношення максимумів БП до головного максимуму і виражають цю величину у відсотках або дБ.

БП характеризують рівнем першого з них (найближчого до головного). Але можливе задання середнього рівня БП у визначеному секторі.

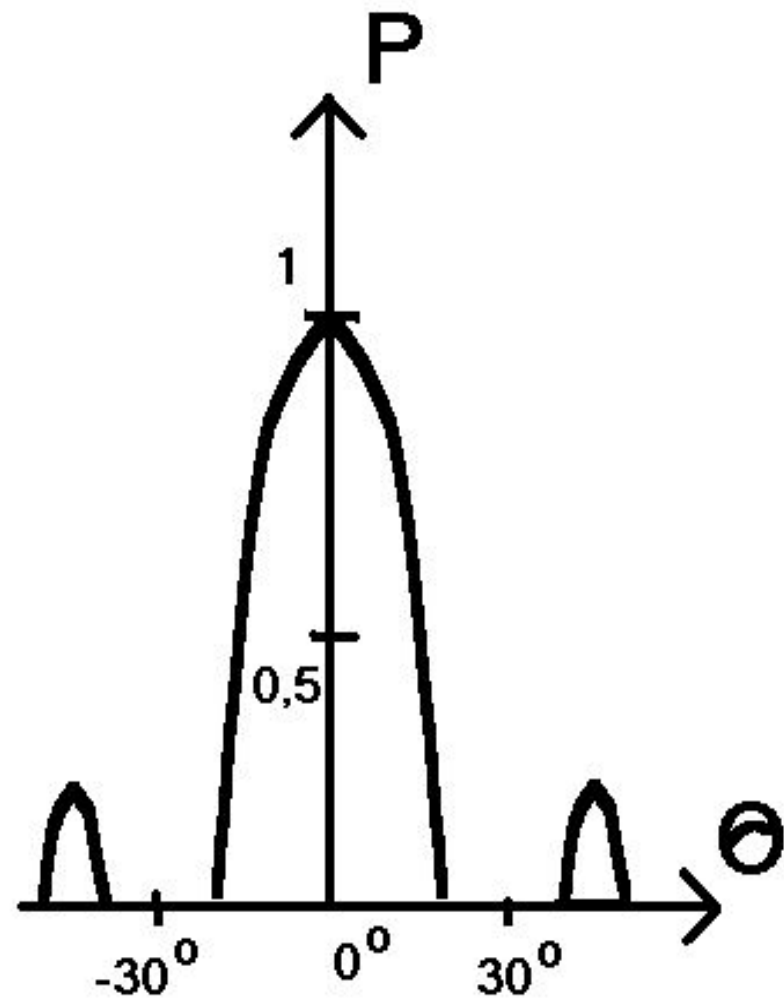
Однією із головних задач при конструюванні антен є одержання головної пелюстки заданої форми при мінімальному рівні БП.

Як правило, ДН відображають у полярній (рис.2), або прямокутній (рис.3) системах координат. У полярній системі координат відображення ДН більш наглядне. У прямокутній системі координат – більш зручне для відображення. Для зображення ДН часто використовують логарифмічний масштаб. Логарифмічний масштаб особливо зручний, коли рівень БП дуже малий.





**Рис. 2**



**Рис. 3**

У полярній системі координат відображення ДН більш наглядне. У прямокутній системі координат – більш зручне для відображення. Для зображення ДН часто використовують логарифмічний масштаб. Логарифмічний масштаб особливо зручний, коли рівень БП дуже малий (рис.4).

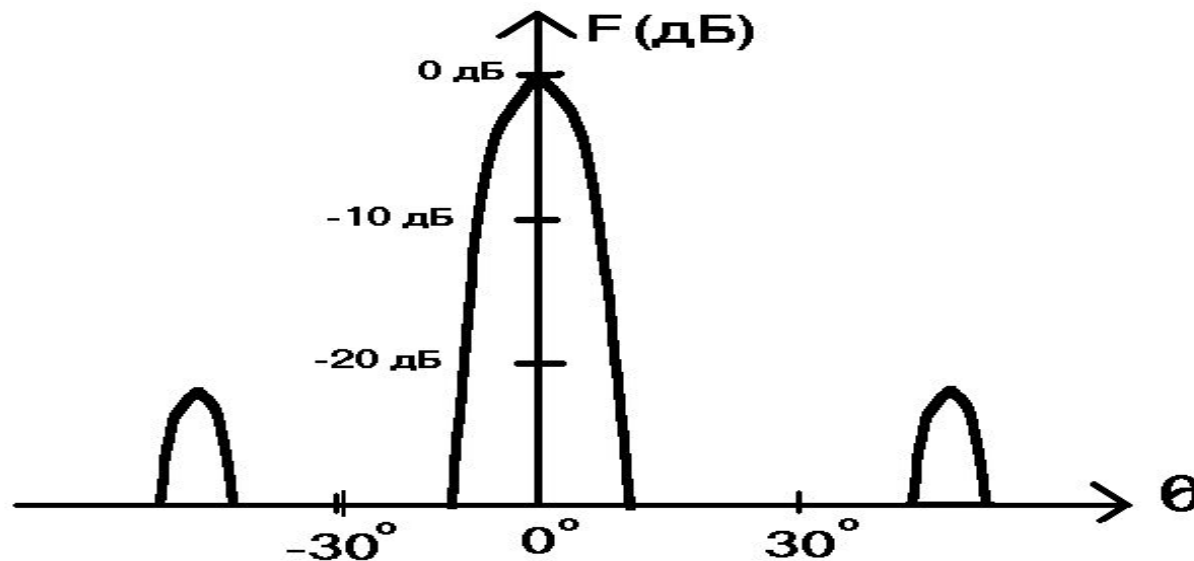


рис.4

Направлені властивості антен, крім ДН, характеризуються ще одною з двох величин - коефіцієнтом направленої дії (КНД) і коефіцієнтом підсилення.

Коефіцієнт підсилення антени рівний добутку КНД на коефіцієнт корисної дії. У ідеальній антени, у якій немає втрат, (ККД=1), величини КП і КНД співпадають. Так як КП більш повно характеризує антену з енергетичної сторони, то ним частіше користуються на практиці. Але для більшості антен УКХ діапазону КНД і КП мало відрізняються.

Коефіцієнт направленої дії (КНД)  $D(\Theta, \varphi)$ , характеризує рівень виграшу по потужності, який одержується внаслідок направленості антени.

**КНД показує, у скільки разів потужність  $P_0$ , яка випромінюється ізотропною антеною, повинна бути більше потужності  $P$ , яка випромінюється розглядаємою антеною, при умові рівності збуджуваних ними в напрямку  $\Theta$ ,  $\varphi$  полів. Друге визначення:**

**КНД показує, у скільки разів густина потоку потужності, яка випромінюється антеною в напрямку  $(\Theta, \varphi)$ , буде більше густини потоку потужності, яка випромінюється ізотропною антеною, при умові рівності потужностей, які випромінюються антенами в оточуваний простір.**

**У антен з невеликим рівнем бічних пелюсток приблизне значення КП обчислюється за формулою**

$$G = \frac{35000}{\Theta_{0.5P} \cdot \varphi_{0.5P}}$$

де  $\Theta_{0,5P}$   $\varphi_{0,5P}$  – ширина головної пелюстки ДН в градусах між точками половинного значення потужності відповідно у вертикальній і горизонтальній площинах. Орієнтовні значення  $G$  для деяких типів антен наведені в табл. 1

Тип антени	$G$
Елементарний вібратор	1,5
Напівхвильовий вібратор	1,64
Директорна антена	20-40
Зеркальна антена (звичайна)	1000-50 000
Зеркальна антена радіотелескопів	$10E8$

Коефіцієнт підсилення  $G$  антени і її ДН залежать від геометричних розмірів випромінювальної площі:

$$G = 4\pi \frac{S_{ef}}{\lambda^2}$$

де  $S_{ef}$  – ефективна площа випромінювання антени;  
– квадрат довжини хвилі.

$$G[dB] = 10 \lg \left( 4\pi \frac{S_{ef}}{\lambda^2} \right)$$

## **Питання 2. Основні типи антенних систем.**

**У відповідності з використовуємим діапазоном хвиль розрізняють антени довгих, середніх, коротких хвиль, антени УКХ та антени оптичного діапазону. На довгих, середніх, коротких хвилях антени створюють з системи тонких дротів, які перетворюють струми ВЧ в радіохвилі і формують діаграму направленості. Відношення лінійного розміру антени  $L$  до довжини хвилі тут менше або одного порядку. Антени УКХ можна розділити на метрові та НВЧ-антени та антени дециметрових, сантиметрових і міліметрових хвиль.**

**Для антен УКХ діапазону характерні наступні особливості:**

**розмір їх як правило значно більший довжини хвилі, що дозволяє забезпечити високі направляючі властивості антени;**

**замість лінійних струмів, які протікають по тонких дротах, широко застосовують поверхневі струми, які обтікають великі металеві поверхні; перетворення струмів ВЧ в радіохвилі і формування ДН виконується, як правило, різними елементами антени.**

**Так, в дзеркальних або лінзових антенах джерелом випромінювання є звичайно вібратор, щілина, рупор. ДН цих антен формуються дзеркалом або лінзою.**



**Діапазон УКХ, який є основним для радіолокації, характеризується різноманітністю типів антен. Це обумовлено з однієї сторони широкими можливостями зміни відносних розмірів антен, а з іншої – вимогами до антен РЛС.**

**Треба відмітити, що в РЛС антена – один із найбільш важливих пристроїв, який визначає основні тактико-технічні вимоги до РЛС: дальність дії, точність визначення координат, роздільну здатність, перешкодозахищеність, швидкість огляду простору та інш. Правильний вибір антени має суттєве значення і з точки зору надійності, зручності експлуатації, мобільності та вартості станції. А вартість сучасної РЛС в значній мірі визначається вартістю антени**

**На відміну від інших вузлів РЛС антена не може бути захищена і тому вона найбільш підлягає впливу різного роду метеофакторів і впливу збоку противника.**

**Це обумовлює застосування різних мір захисту, наприклад, обтічників.**

**Наведемо коротку характеристику основних класів антен УКХ.**

**ДРОТЯНІ антени розділяються на два основних підкласи:**

**спіральні**

**вібраторні**

У вібраторних антенах основним елементом є симетричний вібратор довжиною близько  $\lambda / 2$  (рис. 5) .

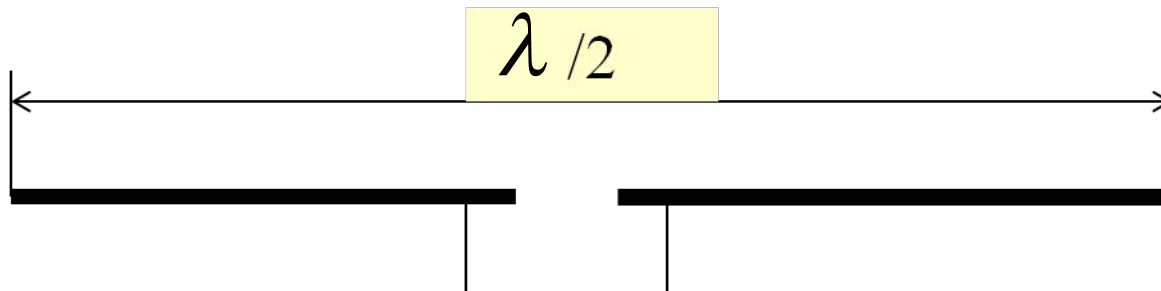


Рис. 5

Ряд таких вібраторів, які однаково орієнтовані і розміщені на деякій відстані один біля одного, утворюють вібраторні решітки з поперечним і з осьовим випромінюванням.

В решітках першого типу максимум випромінювання направлений по нормалі до площини решітки або відхилений від нормалі на деякий кут.

Прикладом такої решітки – антена “синфазне полотно” (рис. 5). Вібратори тут живляться синфазно. Максимум випромінювання направлений по нормалі до площини полотна. Для того, щоб випромінювання в подібних антенах було направлене в одну сторону, застосовують рефлектор, який встановлений від решітки на відстані рівним чверті довжини хвилі.

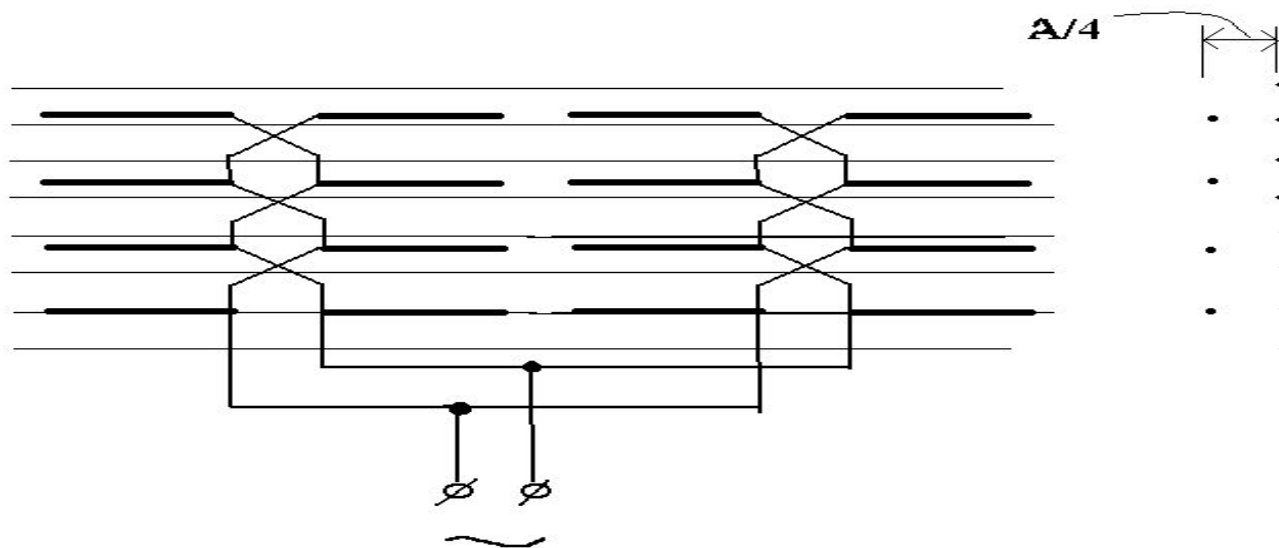
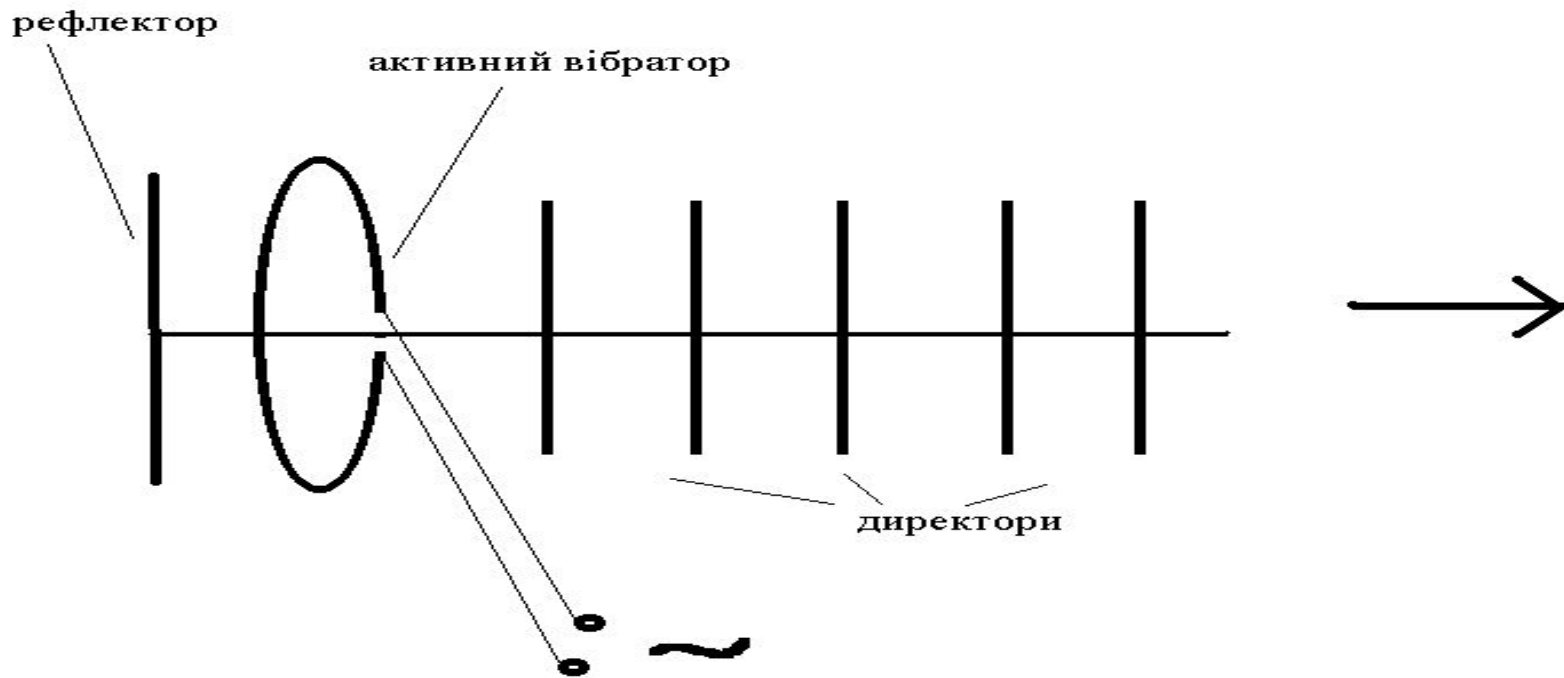


Рис. 6

**В решітках з осьовим випромінюванням вібратори живляться біжучою хвилею. Максимум випромінювання направлений уздовж лінії розміщення вібраторів.**

**Прикладом подібної системи є досить проста по конструкції директорна антена (рис. 7). У цієї системі живляться тільки один вібратор - “активний”, поле якого збуджує інші “пасивні” вібратори. Потрібні фази струмів у вібраторах забезпечуються шляхом підбору довжин вібраторів і відстані між ними. Крім простоти конструкції позитивною якістю такої антени є формування досить вузької ДН одночасно в двох взаємно перпендикулярних площинах за рахунок збільшення лише одного лінійного розміру довжини антени.**



**Рис. 7**



Розглянемо тепер спіральні антени. До них відносяться циліндрична спіраль (рис. 8), яка, як правило, застосовується разом з рефлектором. Якщо довжина витка спіралі приблизно рівна довжині хвилі у вільному просторі, то максимум випромінювання направлений уздовж осі. Найбільш цінною якістю спіральних антен є їх діапазонність та кругова поляризація поля, яке утворюється в напрямку спіралі.

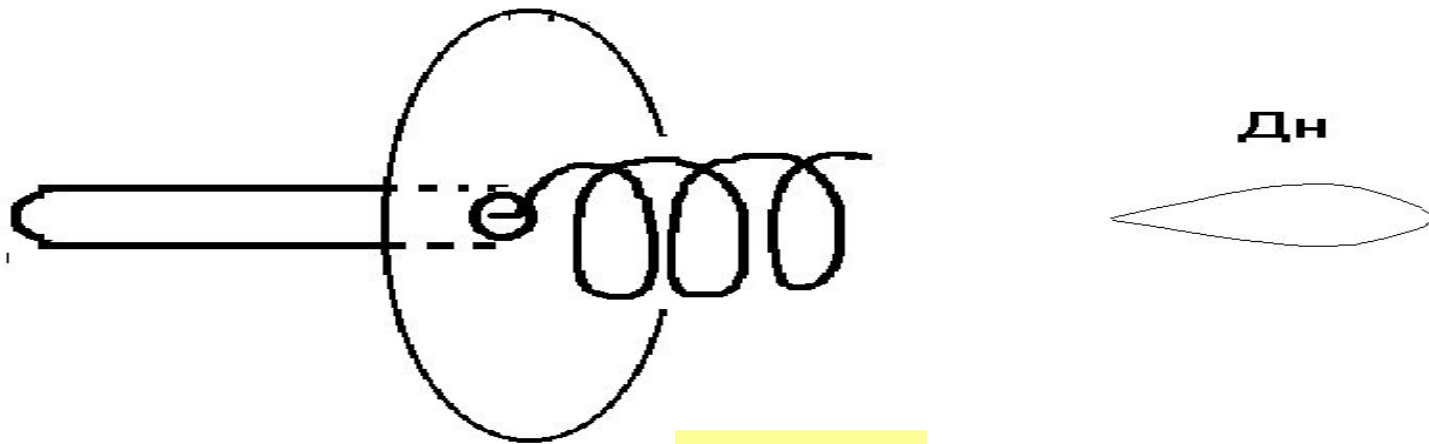


Рис. 8

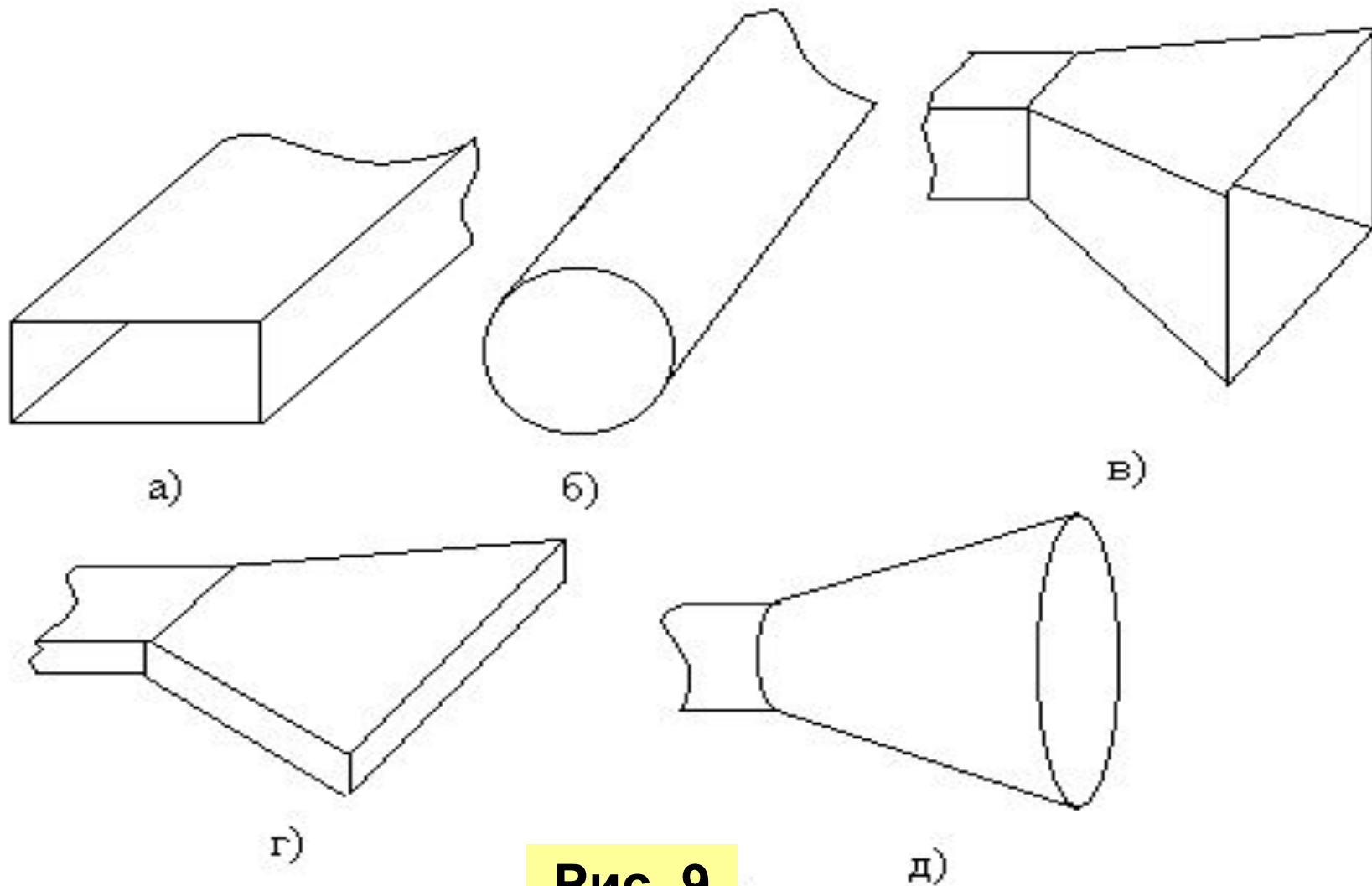


**АНТЕНИ АКУСТИЧНОГО ТИПУ.** До них належать хвилевідні випромінювачі та рупорні антени. Найпростішим хвилевідним випромінювачем є відкритий кінець прямокутного або круглого хвилеводу.

Направлені властивості такої антени невеликі. Крім цього, вона погано узгоджується з вільним простором.

Для збільшення направленості та покращення узгодженості до відкритого кінця хвилеводу додають рупор, який в конструктивному відношенні подібний акустичному рупору.

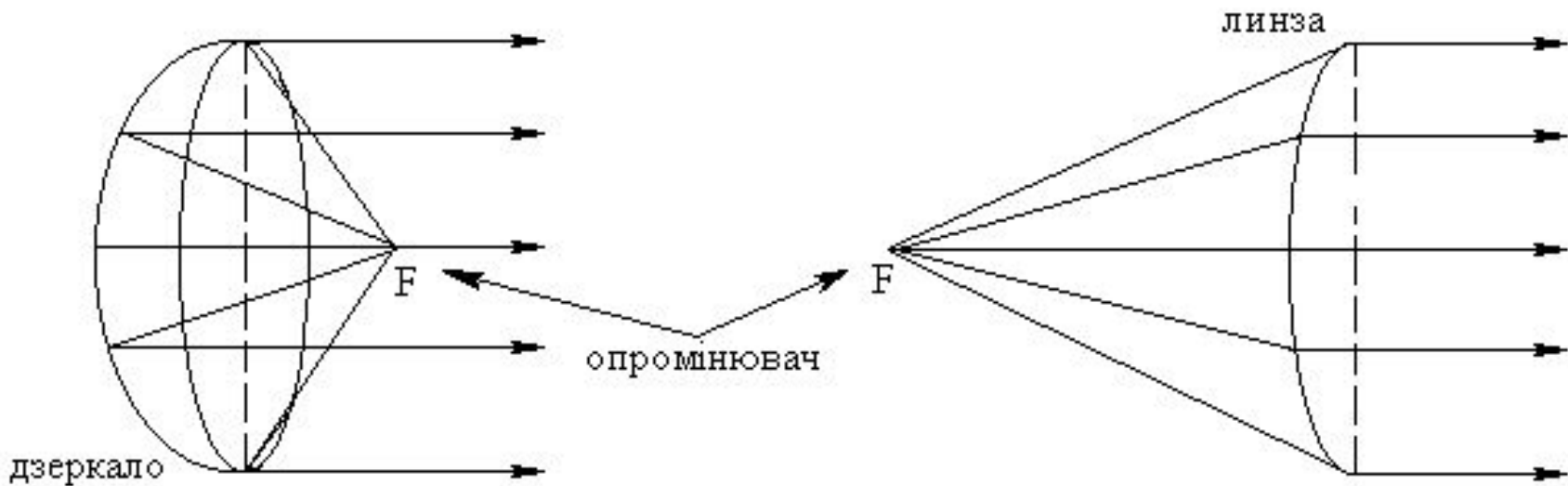
Можливі різні типи рупорів: пірамідальний, секторний, конічний і т.д. (рис. 9).



**Рис. 9**

**Рупорні антени нескладні та широкосмугові. Вони широко застосовуються, як самостійні антени (особливо у вимірювальній техніці), так і в якості елементів більш складних антен. Недоліком рупорних антен є складність одержання вузьких ДН.**

**АНТЕНИ ОПТИЧНОГО ТИПУ.** До них відносяться дзеркальні (рефлекторні) та лінзові антени. Принцип роботи розглянутих антен взятий з оптики. Антени складаються з двох елементів – первинного джерела (опромінювача) та дзеркала або лінзи. Останні перетворюють пучок променів, які розходяться від випромінювача в паралельний на виході системи.



**Рис. 10**

**Рис. 11**

**Дзеркальні антени одержали досить широке розповсюдження в радіолокації, космічному зв'язку, радіоастрономії.**

**Це обумовлено нескладністю і механічною міцністю цих антен, їх діапазоністю, високим ККД і можливістю порівняно нескладними способами утворювати довільні ДН.**

**Дзеркала бувають різної форми – параболоїд обертання, зрізаний параболоїд, параболічний циліндр і т. д.**

**Лінзи можуть бути виконані з діелектриків з малими втратами. Але діелектричні лінзи великих розмірів мають велику масу та високу вартість. Позитивною якістю лінзових антен в порівнянні з дзеркальними: відсутність елементів, які затіняють випромінюваний розкрив, що знижує рівень бічного випромінювання; широкі можливості формування потрібної ДН шляхом зміни профілю двох поверхонь, величини коефіцієнта переломлення та закону змінювання його у середині лінзи.**

**Загальним недоліком усіх типів лінзових антен, які використовуються в радіодіапазоні, - велика маса і складність конструкції.**

## ЩІЛЬОВІ (ДИФРАКЦІЙНІ) АНТЕНИ

Це системи щілин (рис. 12), які прорізані на поверхні хвилевода, коаксіального кабеля або об'ємного резонатора. По напрямленим властивостям щільові антени аналогічні вібраторним антенам.

Позитивна якість щільових антен – нескладність і відсутність частин, які виступають за межі поверхонь, на якій прорізані щілини – обумовило їх широке застосування в якості неvistупаючих антен літальних апаратів. Недоліком їх є вузька частотна смуга.

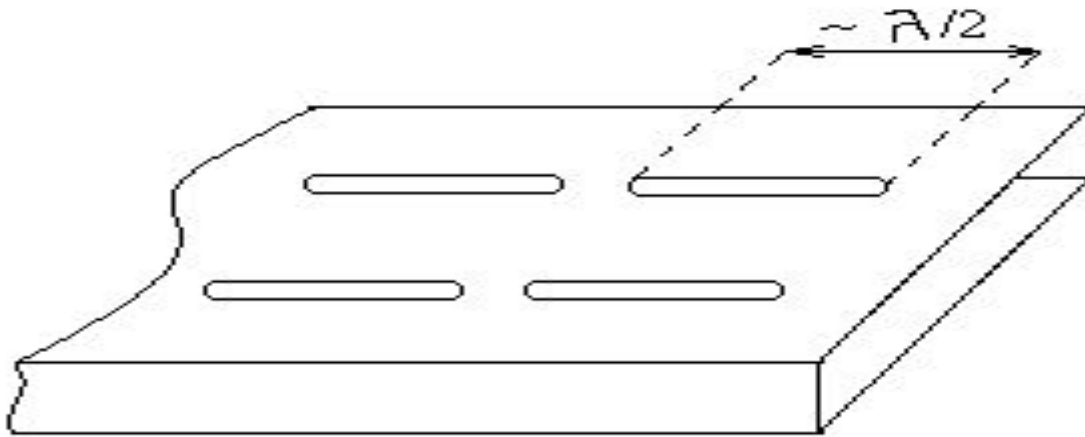


Рис. 12

# АНТЕНИ ПОВЕРХНЕВИХ ХВИЛЬ (АПХ)

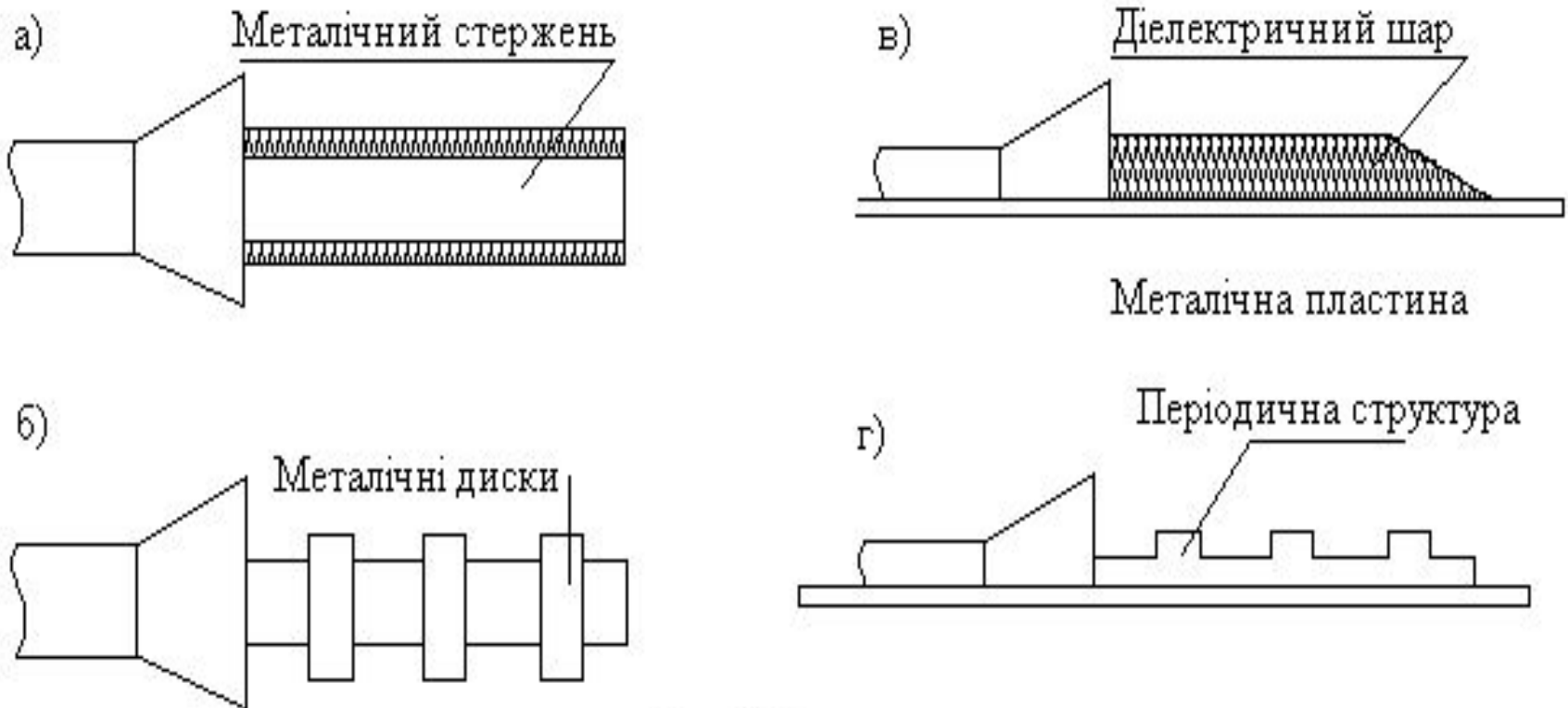


Рис. 13

Основним елементом у цих антенах є уповільнююча структура, яка формує поверхневу хвилю. Хвиля, яка випромінюється рупором, поступово трансформується в поверхневу.

**Це сприяє збільшенню направленості системи у порівнянні з направленістю рупора. Позитивною якістю АПХ є широкосмуговість, невеликі розміри по висоті, широкі можливості утворення різних ДН шляхом зміни параметрів уповільнюючої структури.**

**Недоліком АПХ – чутливі втрати і обмеження по пропускній потужності. Окремим класом типізації антен є фазовані антенні решітки (ФАР) і антени з обробкою сигналів. Це - складні пристрої з розгалуженою схемою керування і обробки сигналу.**

**В якості випромінювальних елементів тут використовуються розглянуті вище типи антен.**



## **Питання 3. Принцип частотного коливання променем.**

**За остані роки вимоги до РЛС різного цільового призначення різко підвищились. Збільшення швидкості польоту і маневрування літальних апаратів, їх бойової потужності, застосування різного роду перешкод обумовило необхідність різкого збільшення їх точності, роздільної здатності та перешкодозахищеності. Швидка зміна повітряної обстановки в зоні дії РЛС вимагає значного збільшення швидкості огляду простору, швидкості видачі інформації про число цілей і прийняття рішення по них, тобто переходу до автоматичної роботи РЛС. При цьому РЛС повинна бути багатofункціональною і одночасно вирішувати ряд завдань, наприклад, виявлення, супроводжування цілей і наведення.**

**Забезпечити виконання комплексу вищевказаних вимог за допомогою найбільш розповсюджених до останнього часу дзеркальних антен важко, тому що для них характерні ряд недоліків:**

**обмеження по випромінювальній потужності, які визначаються електричною міцністю випромінювача;**

**обмежені можливості по електричному скануванню променя;**

**обмежені можливості керування формою ДН в процесі бойової роботи;**

**обмежені можливості утворення багатфункціональних систем. Вказані недоліки зменшують можливості цього класу антен.**

**Одним із найбільш перспективних шляхів задовільнення всіх згаданих вище вимог є застосування в РЛС фазованих антенних решіток (ФАР).**

**ФАР називається дискретна система випромінювачів, в якій переміщення променя у просторі здійснюється шляхом електронного керування величиною фазових зсувів між сигналами, які випромінюються або приймаються окремими випромінювачами.**

**В якості випромінювачів, як правило, застосовують слабонаправлені антени - вібратори, щілини, рупори, діелектричні стрижні, спіралі і т.п.**

**Живлення випромінювачів виконується окремими каналами від джерел ВЧ енергії. В кожному із каналів є керовані за допомогою спеціалізованої ЕОМ фазообертачі, що дає можливість електричним способом змінювати фазовий розподіл в антені.**

**Це в свою чергу дозволяє виконати електричне сканування (коливання) променя в просторі. Поряд з фазообертачами в канали випромінювачів можуть бути увімкнені керовані підсилювачі (або атенюатори), які дозволяють змінювати амплітудний розподіл в антені, а значить, і керувати в процесі сканування формою ДН.**

**Багатофункціональність роботи РЛС, тобто, одночасне виявлення, супроводження багатьох цілей, наведення на них керованих ракет.**

**Багатофункціональна робота досягається шляхом формування декількох незалежних променів з незалежним керуванням їх положення у просторі, або формуванням одного промення, який швидко (за одиниці мкс) переміщується в різні точки простору для виконання різних функцій.**

**Можливий і змішаний варіант.**

**Можливість покращення характеристик РЛС за рахунок використання адаптивних алгоритмів керування антеною.**

**Найбільш перспективними вважаються:**

**алгоритми, які дозволяють автоматично компенсувати втрати підсилення, обумовлені неоднорідністю середовища розповсюдження, неточністю виготовлення антени і іншими причинами;**

**адаптивний алгоритм, який дозволяє автоматично формувати провали в ДН антени у напрямках на джерело заважаючих сигналів і перешкод.**

**Надійність в процесі роботи:**

**вихід з ладу до 20% випромінювачів мало впливає на характеристики антени;**

**застосування спеціальних систем контролю працездатності ФАР, дозволяє швидко знайти місце пошкодження;**

**застосування резервування та модульних змінних конструкцій дозволяє швидко ліквідувати поломку.**

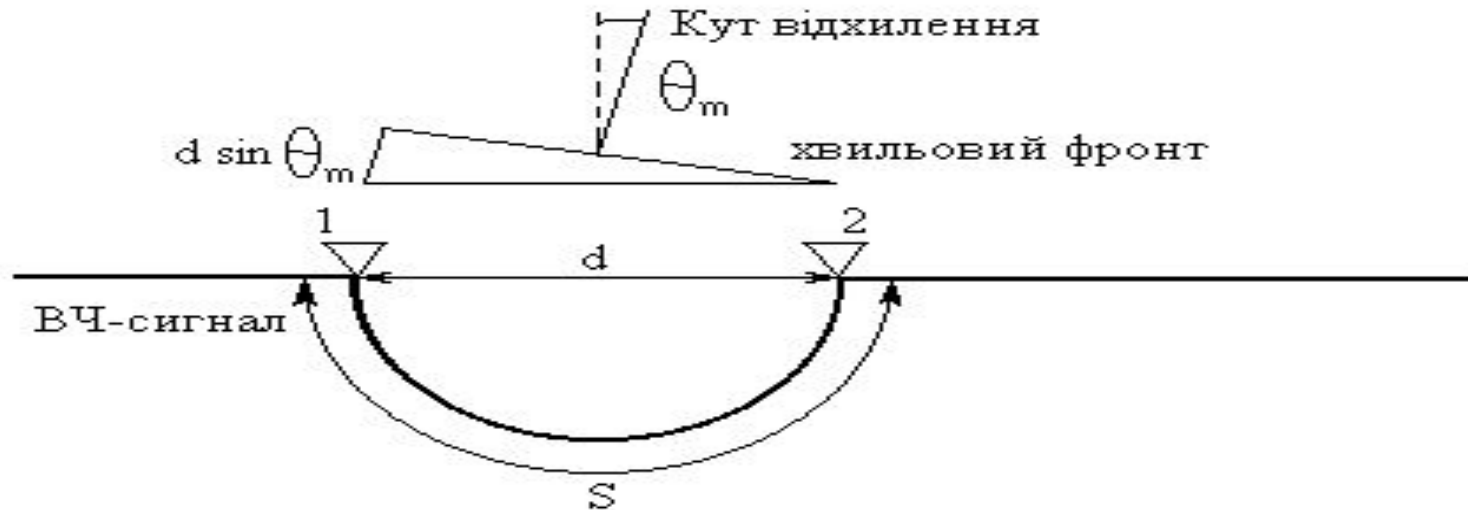


Рис. 3.17

**Широке застосування ФАР в РЛ-техніці обмежується рядом серйозних недоліків:**

**висока вартість ФАР, яка обумовлена складністю випромінювальної системи, трактів каналізації, керуючих пристроїв;**

**значні втрати НВЧ потужності в складних каналізуючих трактах, складність їх узгодження під час сканування в широкому секторі кутів;**

**складності розширення смуги пропускання.**

**ФАР можуть класифікуватись по різним ознакам:**

**по геометрії розміщення елементів решітки в просторі:**

**одномірні (лінійні, дугові, кільцеві);**

**двомірні (площинні, циліндричні, сферичні);**

**трьохмірні.**



**Лінійні та площинні ФАР дозволяють виконати відповідно одномірне або двохмірне секторне сканування в кутових межах не більше  $\pm (30-60)$  градусів. Для розширення можливостей по куту сканування випромінювачі ФАР розміщують на скривлених поверхнях.**

**Так в циліндричних ФАР можливе сканування променя по азимуту на 360 градусів без зміни його форми, а по куту місця на  $\pm (30-60)$  градусів з спотворенням ДН.**

**Але такі ФАР більш складні у виготовленні і керуванні променем.**

**Для збільшення зони огляду в рухомих РЛС застосовують лінійні або площинні ФАР з механічним обертанням їх відносно однієї або двох осей, а в нерухомих РЛС – декілька плоских ФАР, які розміщені під деяким кутом одна відносно одної.**

Розрізняють два основних способи електричного коливання променя в антених решітках:

частотний – шляхом зміни частоти генератора;  
фазовий – шляхом зміни за допомогою фазообертачів зсуву фаз коливань у випромінювачах при незмінній частоті.

Інколи виділяють також амплітудний (або матричний) спосіб сканування, який реалізується в так називаємих багатопроменевих ФАР. Розглянемо частотний метод коливання. При зміні частоти радіосигналу  $\omega$  (довжини хвилі  $\lambda$ ) напрямок головного максимум  $\Theta_m$  ДН ФАР, визначається виразом

$$\sin(\Theta_m) = \frac{1}{2\pi d} + m \frac{\lambda}{d}$$

## Питання 4. Методи отримання парціальних діаграм направленості.

Багатопроменеві антенні решітки складаються із випромінювальної системи та спеціальної діаграмоутворювальної схеми (ДУС). При збудженні різних входів ДУС на розкритті антени утворюються різні амплітудно-фазові розподіли, кожному із яких відповідає своя парціальна ДН.

Кожна із ДН формується за допомогою всього розкриття антени. Для забезпечення взаємної розв'язки входів ДУС сусідні парціальні ДН повинні перетинатись на рівні 4 дБ. При побудові ДУС використовують багатополіусники типу подвійний хвилевідний трійник, щілевий міст, направлений відгалуджувач, а також фазообертач на фіксовані фазові зсуви.

**Можливі два способи використання багатопроменевих антенних решіток: паралельний та послідовний.**

**При першому способі до всіх входів антени одночасно підключаються передавачі та у просторі формується багатопроменева ДН. При цьому досягається одночасна незалежна обробка інформації, яка надходить по різних каналах, завдяки чому збільшується швидкодія системи.**

**При другому способі передавач (або приймач) послідовно підключаються до кожного входу. При цьому виконується стрибкоподібне переміщення променя у просторі.**

**Застосування електронного комутатора дозволяє виконати електричне сканування променем. Це метод перемикування променя.**

**Система керування при цьому одержується значно простіше, ніж при фазовому способі. Недоліком методу є необхідність застосування порівняльно складної ДУС.**

# ЛІТЕРАТУРА

1. **ОСНОВИ ПОБУДОВИ РЛС РТВ**  
**ПІД РЕДАКЦІЄЮ Б.Ф. БОНДАРЕНКО, КВІРТУ**  
**ППО, 1987.**
2. **ОСНОВИ ПОБУДОВИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ**  
**ТЕХНІКИ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ППО,**  
**1989.**
3. **ТХОРЖЕВСЬКИЙ В.І. СИСТЕМИ**  
**РАДІОЛОКАЦІЙНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ.**  
**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК. ЧАСТИНА 1. КИЇВ,**  
**2007 РІК.**
4. **ТЕОРІЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ:**  
**ПІДРУЧНИК / Б.Ф. БОНДАРЕНКО, В.В.**  
**ВИШНІВСЬКИЙ, В. П. ДОЛГУШИН ТА ІНШІ;**  
**ЗА ЗАГАЛЬНОЮ РЕДАКЦІЄЮ С.В. ЛЄНКОВА,**  
**2008.**