

## Практичне заняття №1

### Висота підйому антени над земною поверхнею та супутні параметри (частина 1)

**Мета заняття:** розв'язування задач на визначення характерних ділянок простору, коефіцієнту підсилення при заданих висотах підйому.

#### Основні питання заняття:

1. Розрахунок відстані, на якій головна пелюстка ДН дзеркальної антени починає «торкатись» поверхні Землі.
2. Розрахунок меж дальньої, проміжної та ближньої зон та коефіцієнта підсилення дзеркальної антени.

#### Хід заняття

**Приклад 1.** Обчислити відстань, на якій головна пелюстка ДН параболічної дзеркальної антени передавача радіорелейної станції, який працює на частоті 8680 МГц, починає «торкатись» поверхні Землі, коли відомо, що діаметр дзеркала становить 0,6 м, а висота підйому антени  $h_1$  становить 40 м. Кривизну поверхні Землі можна не враховувати, вважаючи її плоскою.

**Розв'язок.** Як бачимо з рисунка 8.1, відстань  $R_{\min}$ , на якій головна пелюстка ДН антени починає «торкатись» поверхні Землі, визначається виразом:

$$R_{\min} = h_1 \operatorname{ctg}(0,5 \cdot (2\Delta\theta_{0,5})), \quad (8.1)$$

де  $2\Delta\theta_{0,5}$  – ширина ДН за половинною потужністю.

Для антен з круглою апертурою (у даному прикладі це власне параболічна дзеркальна) діаметра  $D_A$  ширина ДН визначається виразом:

$$2\Delta\theta_{0,5} \approx 70 \lambda / D_A . \quad (8.2)$$

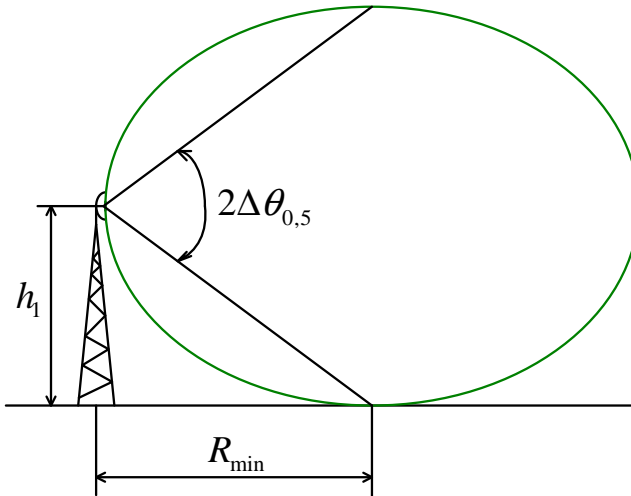


Рисунок 8.1 – Ілюстрація до прикладу 1

Маємо:

$$2\Delta\theta_{0,5} \approx 70 \lambda / D_A = 70 \cdot 0,0346 \text{ м} / 0,6 \text{ м} = 4^0 \approx 0,07 \text{ рад} .$$

Звідки шукана відстань:

$$R_{\min} = 40 \text{ м} \cdot \text{ctg} 0,5 \cdot 0,07 \text{ рад} = 1142,39 \text{ м} \approx 1142 \text{ м} .$$

**Приклад 2.** Для параболічної антени з круглою формою дзеркала діаметром 0,6 м на середній частоті робочого діапазону 11,7...12,5 ГГц визначити такі параметри:

- 1) межу дальньої зони (зони Фраунгофера);
- 2) межу ближньої зони (зони Релея);
- 3) межу проміжної зони (зони Френеля);
- 4) коефіцієнт підсилення антени у головному напрямі;
- 5) коефіцієнт підсилення антени на межі ближньої зони.

Вважати, що коефіцієнт використання поверхні  $V$  апертури антени становить 1) 0,7; 2) 0,5.

**Розв'язок.**

1) Межа дальньої зони (зони Фраунгофера) визначається за формулою:

$$R_{\text{дз}} = \frac{2L^2}{\lambda}, \quad (8.3)$$

де  $L$  – максимальний розмір апертури;  $\lambda$  – робоча довжина хвилі.

У нашому випадку максимальний розмір апертури дорівнює діаметру дзеркала  $L = D = 0,6 \text{ м}$ .

Робоча довжина хвилі

$$f = \frac{11,7 \text{ ГГц} + 12,5 \text{ ГГц}}{2} = 12,1 \text{ ГГц} \Rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{12,1 \cdot 10^9} = 0,02479 \text{ м},$$

Підставимо у (8.3) ці числа:

$$R_{\text{дз}} = \frac{2L^2}{\lambda} = \frac{2 \cdot 0,6^2}{0,0248} = 29,04 \approx 29,0 \text{ м}.$$

2) Межа ближньої зони (зони Релея) визначається за формулою:

$$R_{\text{бз}} = \frac{L^2}{2\lambda}. \quad (8.4)$$

Для даної задачі маємо:

$$R_{\text{Фз}} = \frac{L^2}{2\lambda} = \frac{0,6^2}{2 \cdot 0,02479} = 7,26 \approx 7,3 \text{ м.}$$

3) Межі зони Френеля задовільняють умові:

$$R_{\text{Фз}} \leq R_{\text{пр}} \leq R_{\text{дз}}, \quad (8.5)$$

Тобто для нашого випадку

$$7,3 \text{ м} \leq R_{\text{пр}} \leq 29 \text{ м.}$$

4) Коефіцієнт підсилення антени у головному напрямі визначається так:

$$G = 10 \lg \left( \frac{4\pi S_{\text{ef}}}{\lambda^2} \right) = 10 \lg \left( \frac{4\pi S_{\text{AV}}}{\lambda^2} \right), \quad (8.6)$$

Підставимо наші числа у цей вираз:

$$\begin{aligned} G|_{\nu=0,7} &= 10 \lg \left( \frac{4\pi^2 (D/2)^2 \nu}{\lambda^2} \right) = 10 \lg \left( \frac{4\pi^2 (0,6/2)^2 \cdot 0,7}{0,0248^2} \right) = \\ &= 10 \lg 4043,9 = 36,1 \text{ дБ.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G|_{\nu=0,5} &= 10 \lg \left( \frac{4\pi^2 (D/2)^2 \nu}{\lambda^2} \right) = 10 \lg \left( \frac{4\pi^2 (0,6/2)^2 \cdot 0,5}{0,0248^2} \right) = \\ &= 10 \lg 2888,5 = 34,6 \text{ дБ.} \end{aligned}$$

5) Коефіцієнт підсилення для ближньої зони можна оцінити за формулою:

$$G_{\text{Фз}} = 10 \lg (16R^2/D), \quad (8.7)$$

де  $R$  – відстань від джерела випромінювання. У даному випадку це межа ближньої зони. Звідси:

$$G_{\text{бз}} = 101\text{g}\left(16R^2/D\right) = 101\text{g}\left(\frac{16R_{\text{бз}}^2}{D}\right) = \left[R_{\text{бз}} = \frac{D^2}{2\lambda}\right] = \quad (8.8)$$

$$= 101\text{g}\left(\frac{16D^2}{2D\lambda}\right) = 101\text{g}\left(\frac{8D}{\lambda}\right).$$

Підставимо наші числа в отриманий вираз:

$$G_{\text{бз}} = 101\text{g}\left(\frac{8D}{\lambda}\right) = 101\text{g}\left(\frac{8 \cdot 0,6}{0,0248}\right) = 101\text{g}193,5 = 22,9 \text{ дБ}.$$

**Задача 1.** Обчислити відстань, на якій головна пелюстка ДН параболічної дзеркальної антени передавача радіорелейної станції, який працює на частоті  $f$  МГц (таблиця 8.1), починає «торкатись» поверхні Землі, коли відомі діаметр дзеркала  $D$  та висота підйому антени  $h_1$ . Кривизну поверхні Землі можна не враховувати, вважаючи її плоскою.

**Задача 2.** Для параболічної антени з круглою формою дзеркала діаметром  $D$  на середній частоті  $f$  робочого діапазону (таблиця 8.1) визначити такі параметри:

- 1) межу дальньої зони (зони Фраунгофера);
- 2) межу ближньої зони (зони Релея);
- 3) межу проміжної зони (зони Френеля);
- 4) коефіцієнт підсилення антени у головному напрямі;
- 5) коефіцієнт підсилення антени на межі ближньої зони.

Вважати, що коефіцієнт використання поверхні  $V$  апертури антени становить 1) 0,8; 2) 0,64.

Таблиця 8.1

Номер варіанта	$f$ , МГц	$D$ , м	$h_1$ , м
1	11780	0,6	30
2	10800	0,8	40
3	9880	1,0	50
4	22520	1,2	30
5	20680	0,6	40
6	5860	0,8	50
7	4940	1,0	30
8	9400	1,2	40
9	9900	0,6	50
10	9500	0,8	30
11	8020	1,0	40
12	8250	1,2	50
13	7630	0,6	30
14	8000	0,8	40
15	9600	1,0	50
16	10500	1,2	40
17	11500	0,6	50