

Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн

ОСНОВЫ ТЕОРИИ АНТЕНН

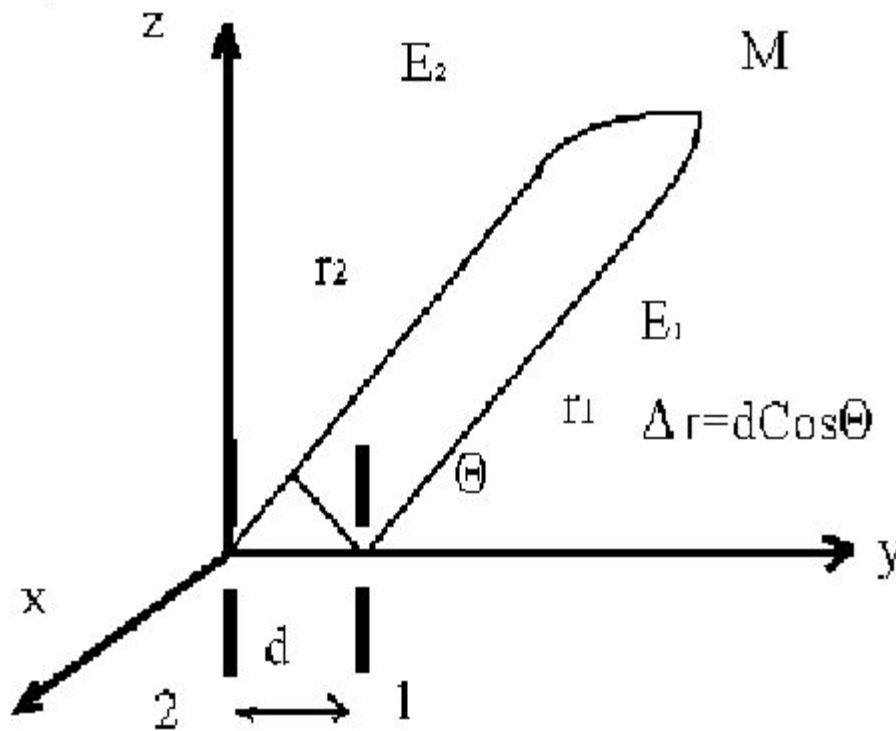
ЛЕКЦИЯ № 5

Тема:

Связанные вибраторы



5.1. Направленные свойства системы из двух связанных вибраторов.



$$\frac{I_2}{I_1} = q \cdot e^{i \cdot \psi} \quad (5.1)$$

где q - отношение модулей токов, ψ - сдвиг фазы тока I_2 по отношению к току I_1 .

Рис. 5.1.

Поле, создаваемое вторым вибратором через поле первого вибратора:

$$\mathbf{E}_2 = \mathbf{E}_1 \cdot \mathbf{q} \cdot e^{-i \cdot \mathbf{k} \cdot \mathbf{d} \cdot \cos\Theta} \cdot e^{i \cdot \psi} \quad (5.2)$$

где $k d \cos\Theta$ - пространственный сдвиг фаз.

Результирующее поле - сумма двух полей:

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 = \mathbf{E}_1 \cdot \left(1 + \mathbf{q} \cdot e^{-i \cdot \mathbf{k} \cdot \mathbf{d} \cdot \cos\Theta} \cdot e^{i \cdot \psi} \right) \quad (5.3)$$

Поле первого вибратора:

$$\mathbf{E}_1 = i \frac{60 I_1}{r \text{Sin} kl} \frac{\text{Cos}(kl \text{Sin} \Theta) - \text{Cos} kl}{\text{Cos} \Theta} e^{-i k r}$$

Модуль напряжённости результирующего поля:

$$E = \frac{60 I_n}{r \text{Sinkl}} F(\Theta^E) \sqrt{1 + q^2 + 2q \text{Cos}(\Psi - kd \text{Cos} \Theta^E)} \quad (5.4)$$

$$E = A F_1(\Theta^E) F_2(\Theta) \quad (5.5)$$

где A - одинакова для любой вибраторной антенны.

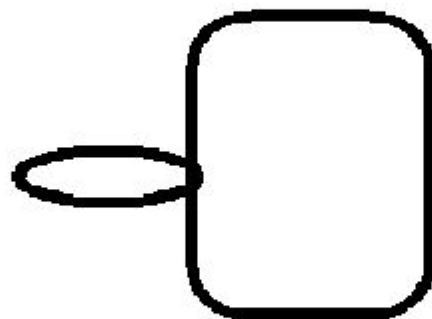
$$E = A(1 - \text{Coskl}) \sqrt{1 + q^2 + 2q \text{Cos}(\Psi - kd \text{Cos} \Theta^H)} \quad (5.6)$$

где Θ^H - угол между линией соединяющей вибратор и точкой наблюдения в плоскости H (YOZ).

$\Psi = 0^\circ$



$\Psi = 90^\circ$



$\Psi = 180^\circ$



0°

0°

0°

$q=1, d/\lambda=0.5$

Рис.5.2

Особенно важен случай однонаправленного излучения $q=1$:

$$E = 2 \cdot A(1 - \text{Cos}(k \cdot l)) \text{Cos}\left(\frac{\Psi}{2} - k \cdot d \cdot \text{Cos}\left(\frac{\theta^H}{2}\right)\right) \quad (5.7)$$

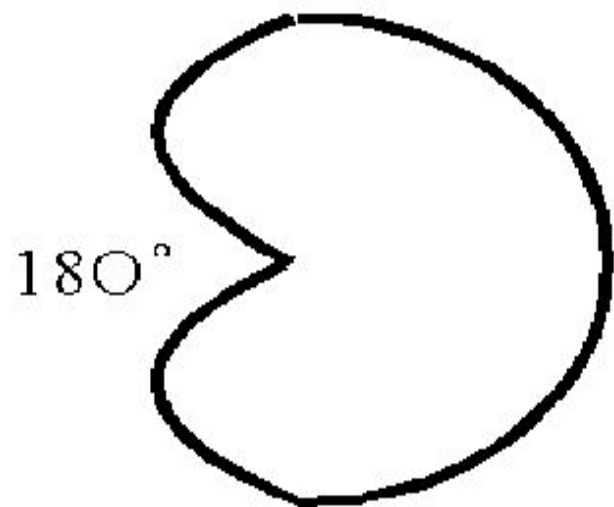
$$\psi = \pm 90^\circ \quad d/\lambda = 0.25$$

$$E = 2A(1 - \text{Cos}kl) \text{Cos}(\pm 45^\circ - 45^\circ \text{Cos}\Theta).$$

Множитель $f(\Theta) = \text{Cos}(\pm 45^\circ - 45^\circ \text{Cos}\Theta)$ описывает кардиоиду

При $\psi = +90^\circ$ и $\Theta = 0^\circ$, множитель обращается в единицу, при $\Theta = 180^\circ$ в ноль. Таким образом, в направлении $\Theta = 0^\circ$ напряженность поля удваивается по сравнению с полем одиночного вибратора. При $\psi = -90^\circ$, напряженность поля удваивается в обратном направлении $\Theta = 180^\circ$, и равно нулю в направлении $\Theta = 0^\circ$.

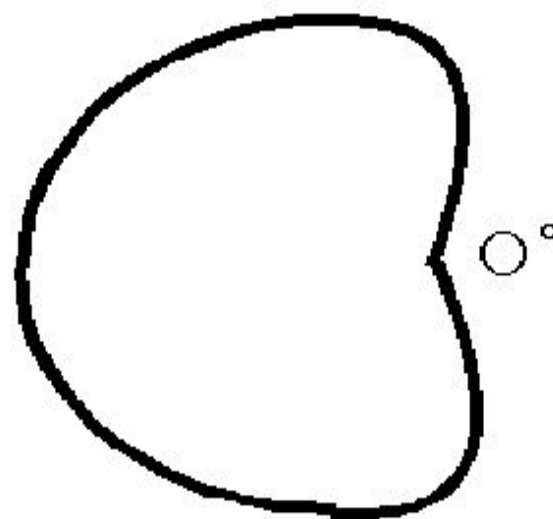
$\Psi = 90^\circ, d/\lambda = 0.25, q = 1$
 90°



a)

$\Psi = -90^\circ, d/\lambda = 0.25, q = 1$
 90°

0° 180°



b)

Рис.5.3

Как видно из формулы (5.7), условие отсутствия излучения в направлении $\Theta=180^\circ$, можно записать в виде: $\psi+kd=180^\circ$.

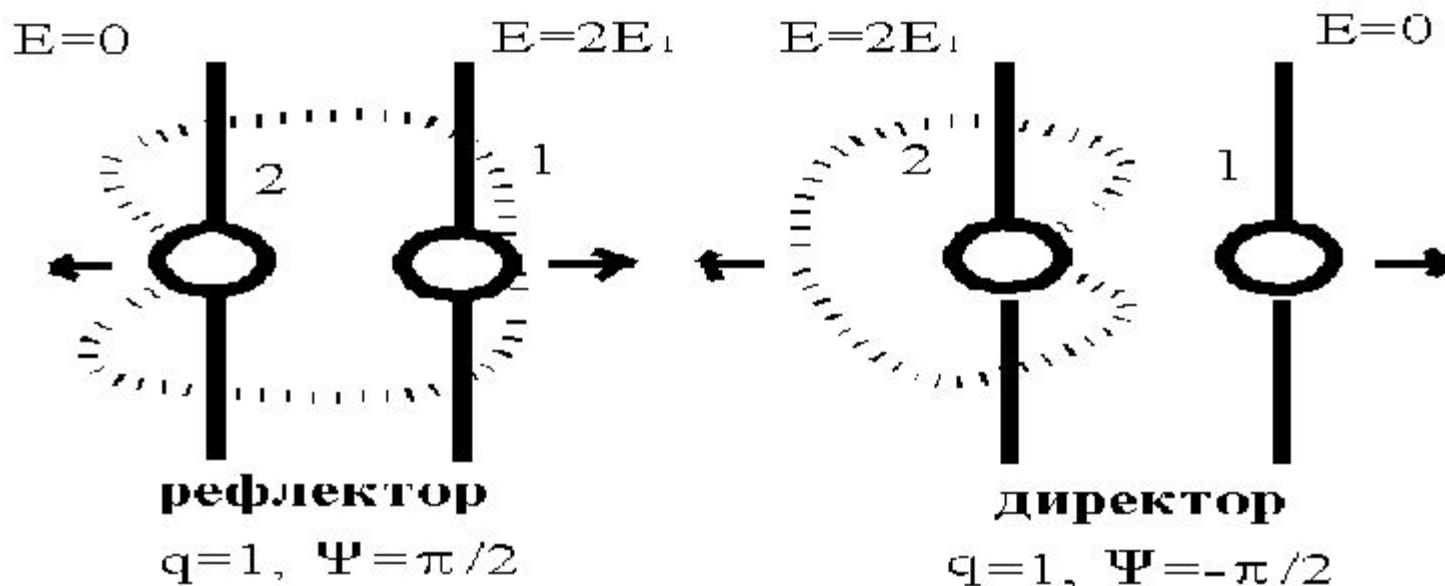


Рис.5.4

Действия рефлектора или директора характеризуют коэффициентом защитного действия, равного отношению напряженности электрического поля, излучаемого в главном направлении, к E излучаемого в обратном направлении.

$$\xi_{\text{защ}} = \frac{E_{\theta=0}}{E_{\theta=180}}$$

$$\xi_{\text{защ}} = 20 \cdot \lg \left(\frac{E_{\theta=0}}{E_{\theta=180}} \right)$$

5.2. Директорная антенна

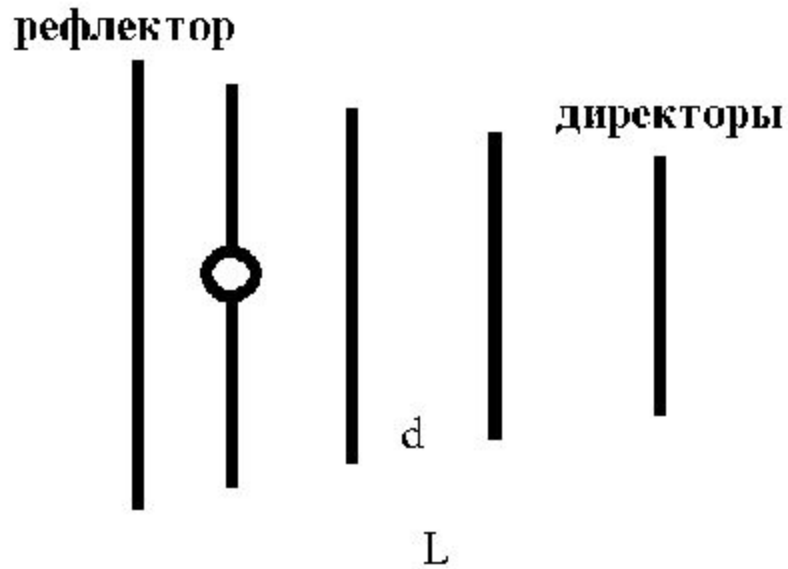


Рис.5.5.

$l_a = (0,5\lambda)$ - длина
активного вибратора

$l_d = (0,4 - 0,48)\lambda$ - длина
директора

$L_p = (0,51 - 0,55)\lambda$ -
длина рефлектора

$d_{pa} = (0,1 - 0,25)\lambda$

$d_{да} = (0,1 - 0,35)\lambda$

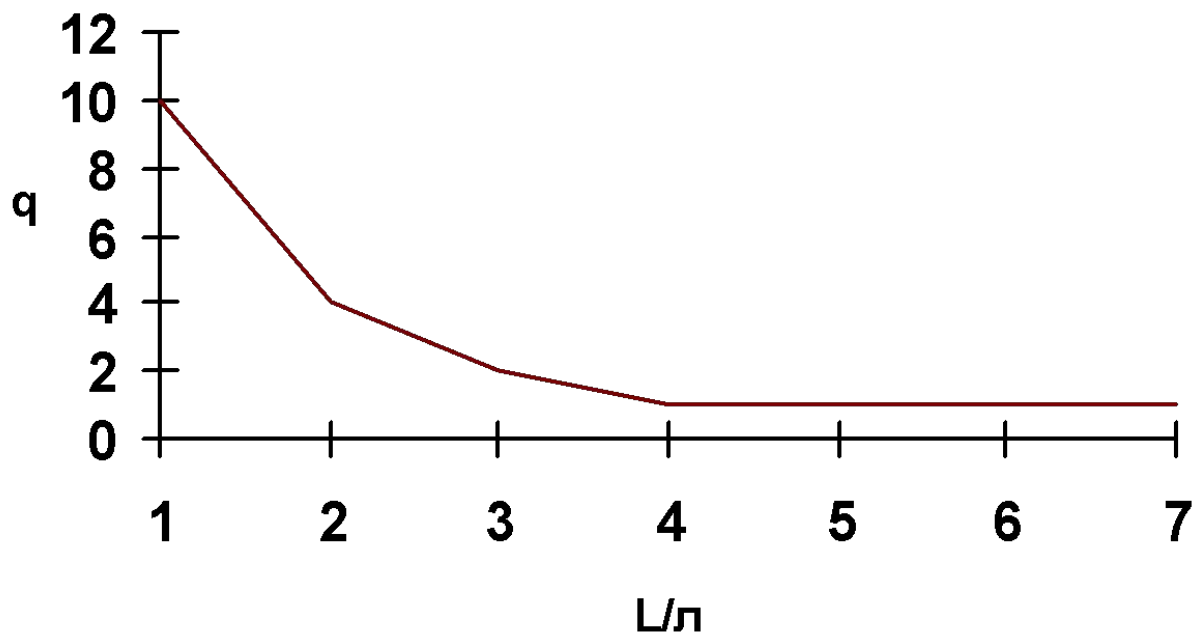


Рис.5.6

Коэффициент направленного действия:

$$D=4qL/\lambda$$

где L - полная длина системы

Ширина диаграммы направленности:

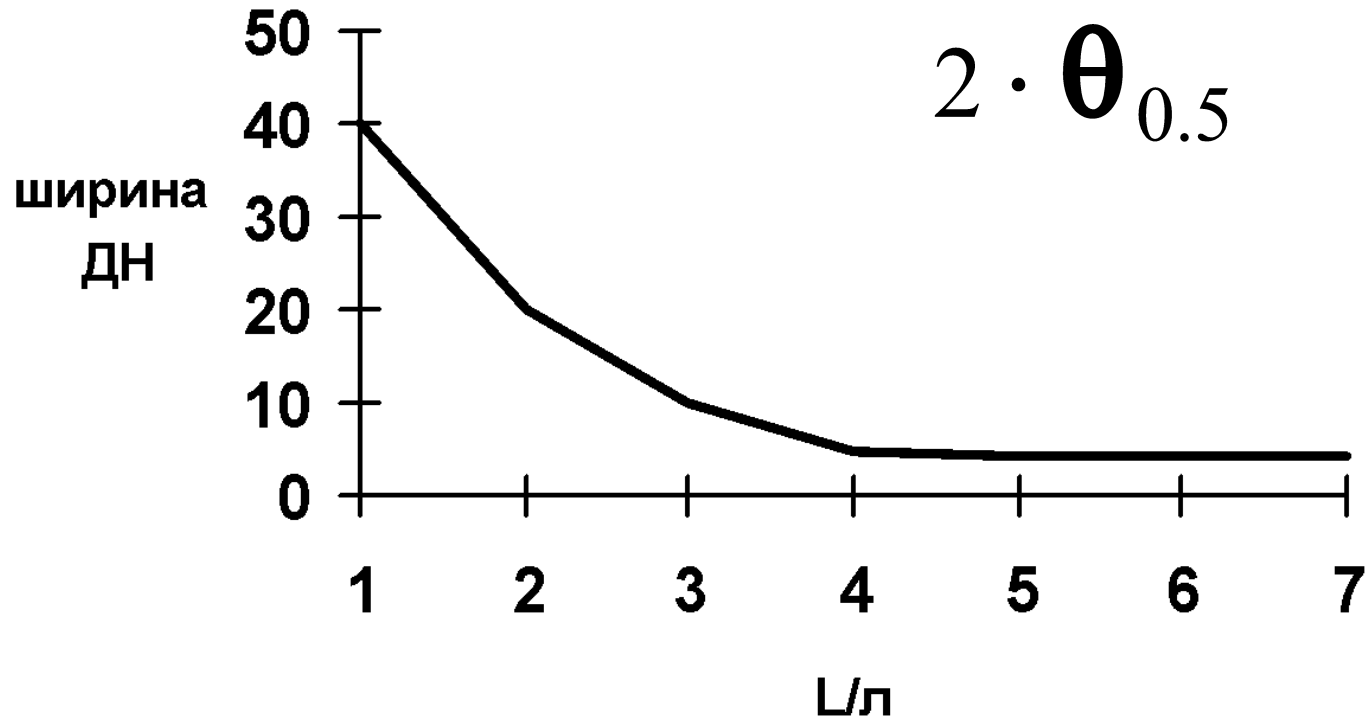
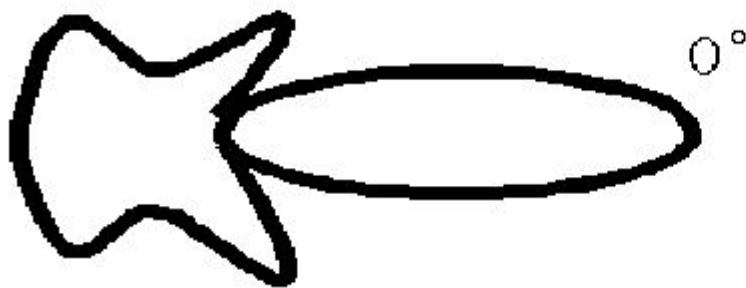


Рис.5.7

ДН директорных антенн:



a)



b)

Рис.5.8



Рис.5.9.

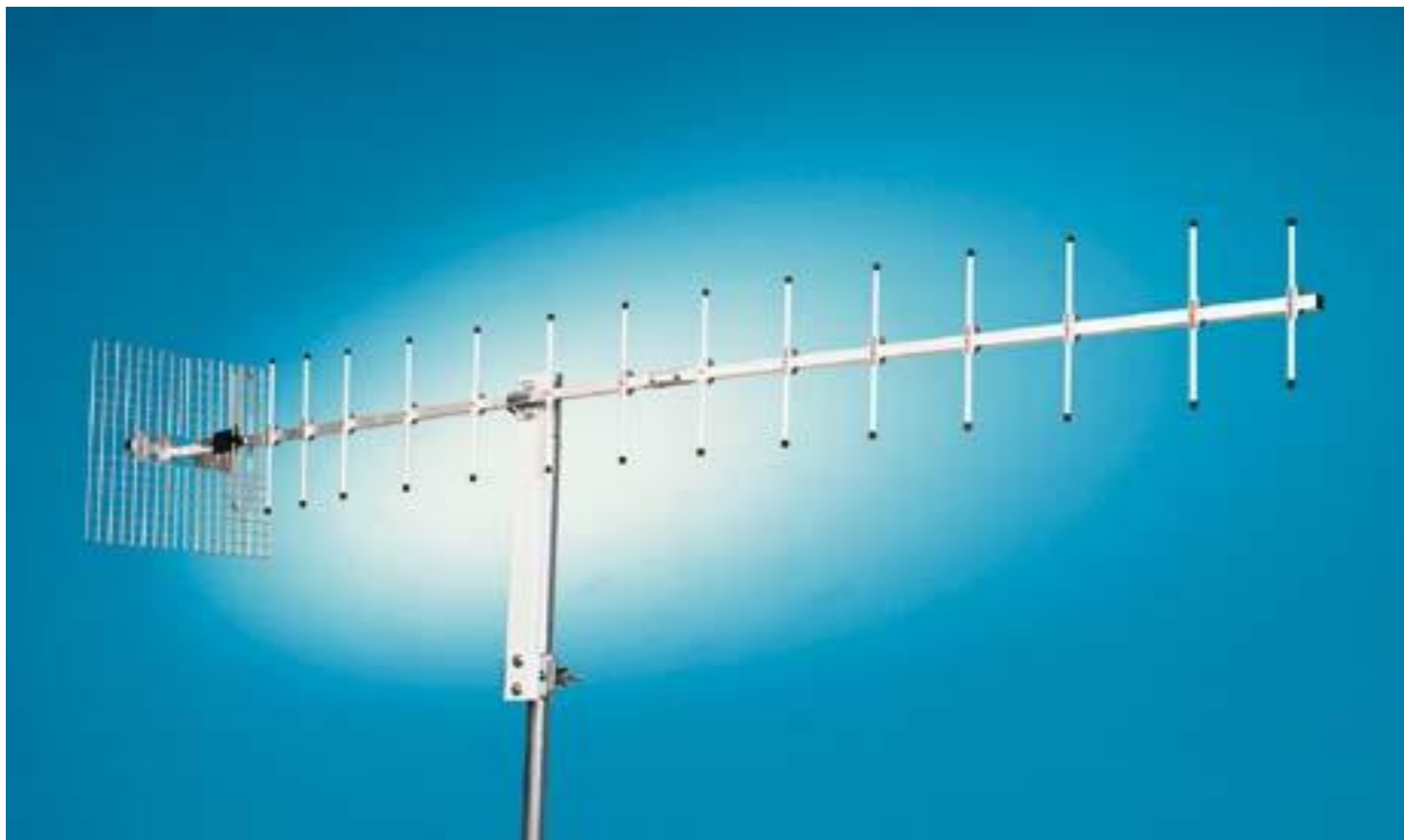


Рис.5.10.

Достоинства директорных антенн:

- простота и жесткость конструкции

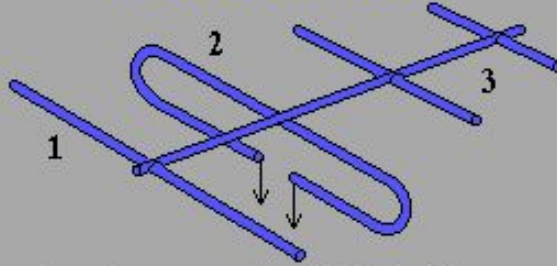
Недостатки директорных антенн :

- узкополосность

- сложность настройки при большом числе директоров.

ПРОВОЛОЧНЫЕ АНТЕННЫ

Директорная антенна



- 1 - рефлектор $l_p = (0.51 - 0.61)\lambda$
- 2 - активный вибратор $l = \lambda/2$
- 3 - директор $l_d = (0.48 - 0.5)\lambda$

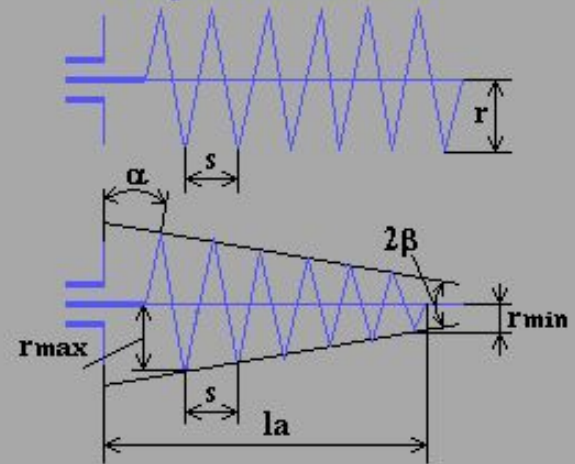
Директорная антенна состоит из полуволновых вибраторов. Ширина луча (в плоскости Н), действующая площадь, КНД определяются по формулам

$$2\theta_{0.5} = 3.5 / (N - 1)$$

$$S_d = D \lambda^2 / 4\pi$$

$$D = 5(1 + la/\lambda)$$

Спиральные антенны



$$\Gamma = (4\pi r)^2 + s^2; \quad \alpha = \arctg(s/2\pi r); \quad la = Ns$$

$$l_{opt} = \lambda_{cp}$$

$$\alpha_{opt} = \arcsin[0.29 / (1 + \lambda_{cp}/2la)]$$

$$2\theta_{0.5} = 0.91 \lambda / l \sqrt{\lambda/la}$$

$$2\theta_0 = 2.2 \cdot 2\theta_{0.5}$$

$$D = 15la/\lambda (l/\lambda)^2$$

Предыдущий

Выход

Следующий

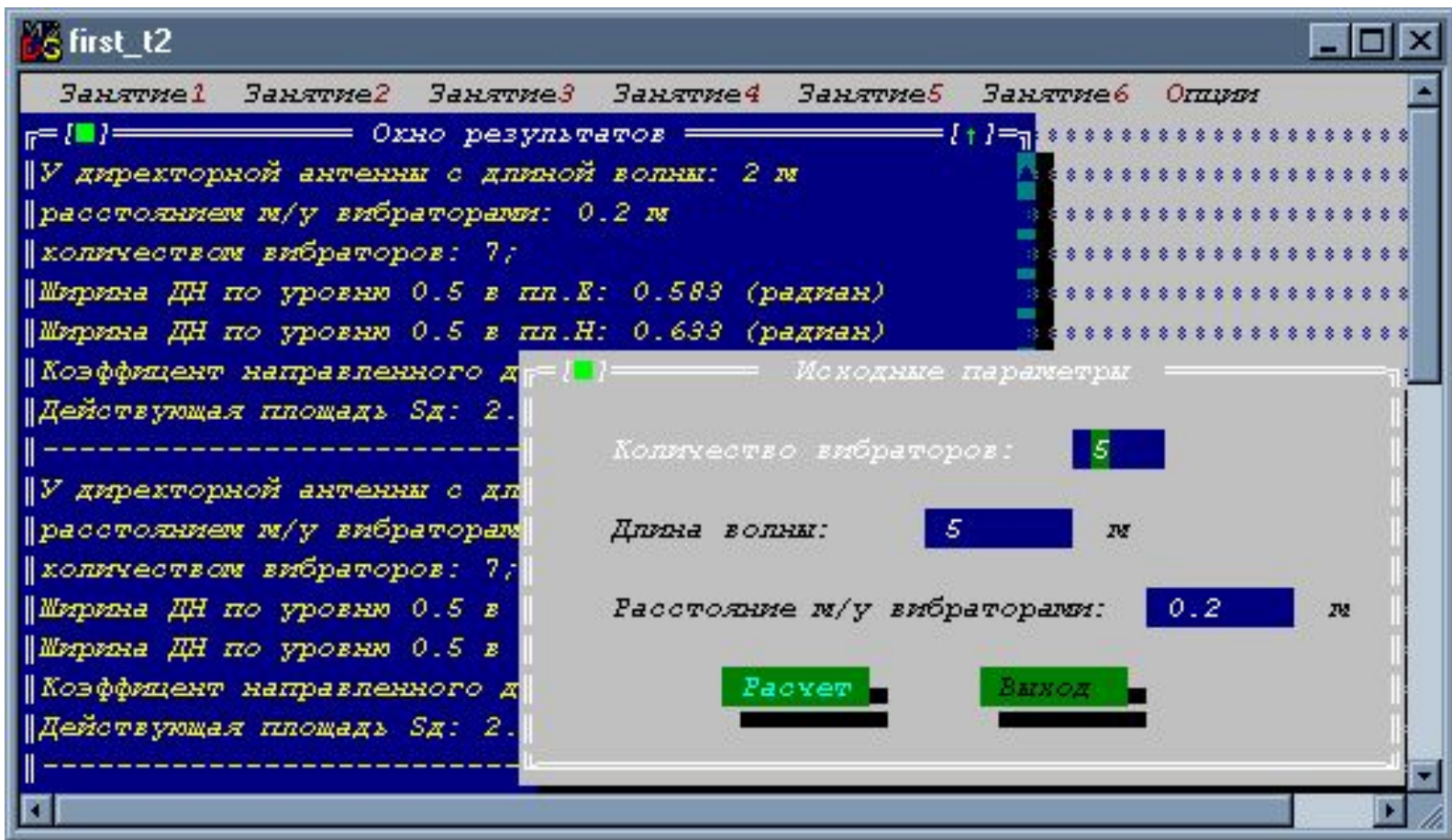
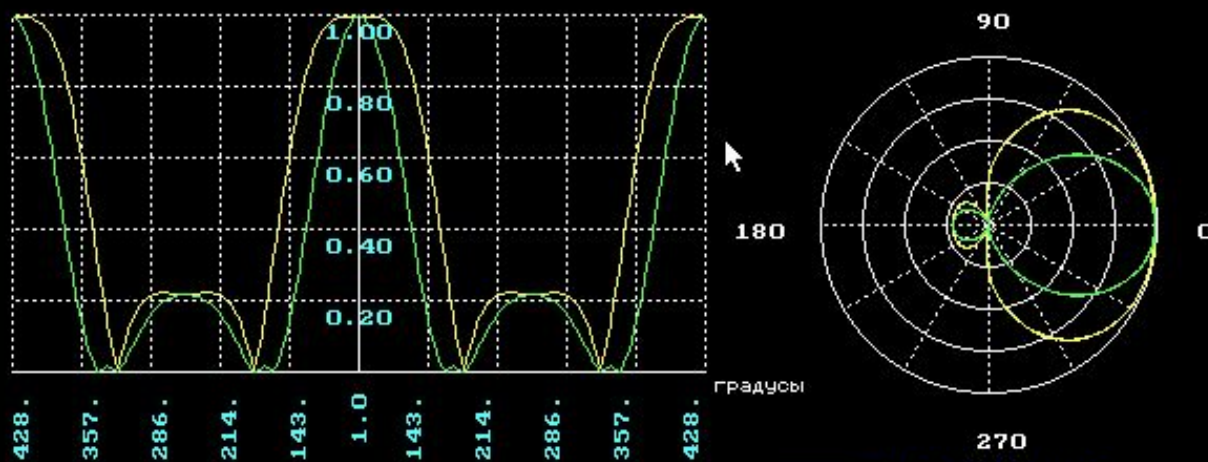


Диаграмма направленности директорной антенны



428.
357.
286.
214.
143.
1.0
143.
214.
286.
357.
428.

Градусы

Длина Волны = 2.00 м
Сред. расстояние м/у вибраторами = 0.15 м
Количество вибраторов = 10.00

— В плоскости E
— В плоскости H

Предыдущий

Выход

Следующий