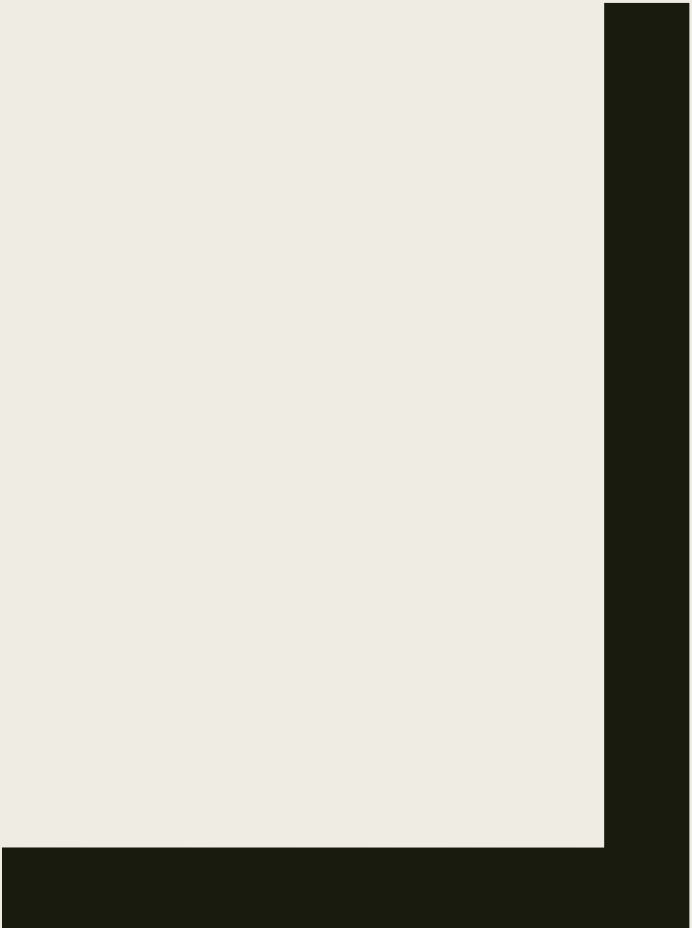
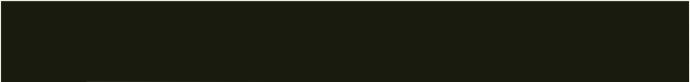




8.6

КОЛОТОВ АНТОН, 302

Условие

Точечные монохроматические синфазные источники, составляющие антенную решетку, расположены на двух параллельных прямых линиях. Антенна содержит $2N$ источников (N источников на каждой линии). Расстояние между источниками в пределах одной цепочки – d , а расстояние между цепочками – l . Относительного смещения цепочек вдоль линий нет. Какой вид имеет диаграмма направленности системы в плоскости, проходящей через источники, если $l = 0,5\lambda; \lambda; 1,5\lambda; 2\lambda$ (λ – длина волны излучения). Рассмотреть отдельно случаи $d > \lambda$ и $d < \lambda$.

Сделаем некоторые допущения

Пусть P – точка наблюдения,
достаточно удаленная от антенн.

Тогда $d \ll (N - 1)l, l \ll r_{ji}, r_{ji}$ -
видны под одним углом из P .

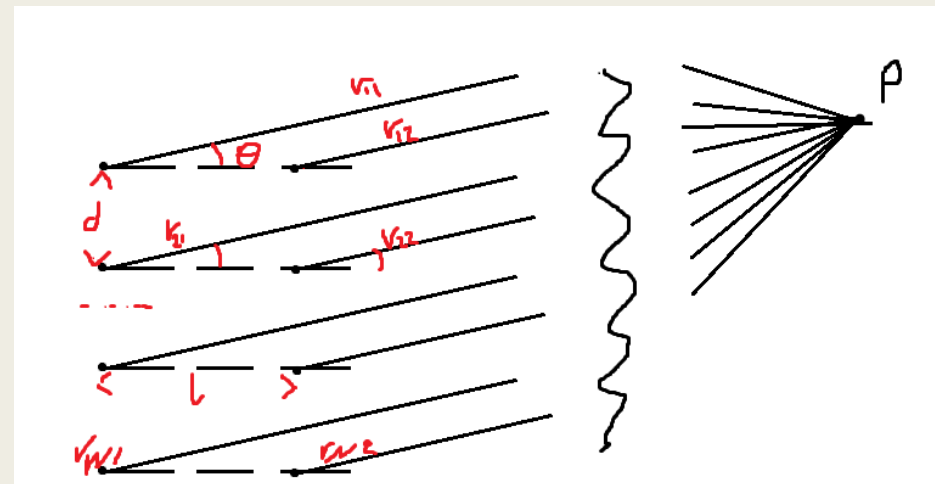
Пусть сигнал каждой антенны

$$\xi = A(r) \cos(kr - \omega t)$$

Тогда допустим, что амплитуды
меняются слабо:

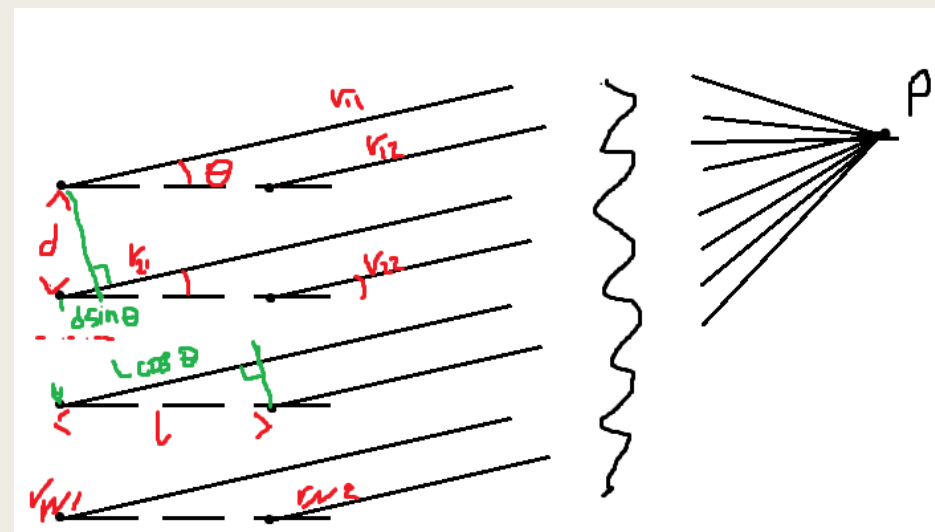
$$A(r_{ji}) = A(r),$$

$$r = \langle r_{ji} \rangle$$



Замечание

$$\begin{aligned}
 r_{12} &= r_{11} + l \cos \theta, \\
 r_{21} &= r_{11} + d \sin \theta, \\
 &\dots, \\
 r_{N1} &= r_{11} + (N - 1)d \sin \theta, \\
 r_{22} &= r_{12} + d \sin \theta, \\
 &\dots, \\
 r_{N2} &= r_{12} + (N - 1)d \sin \theta, \\
 r &= r_{11} + \frac{(N - 1)d}{2} \sin \theta + \frac{l}{2} \cos \theta
 \end{aligned}$$



Поле в точке Р

$$\begin{aligned}
 E &= \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^N A(r_{ji}) * \cos(kr_{ji} - \omega t) = \operatorname{Re} \left(\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^N A(r_{ji}) * e^{i(kr_{ji} - \omega t)} \right) \\
 \Rightarrow E_c &= \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^N A(r_{ji}) * e^{i(kr_{ji} - \omega t)} = A(r) e^{-i\omega t} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^N e^{ikr_{ji}} \\
 &= A(r) e^{-i\omega t} e^{ikr_{11}} (1 + e^{ikl \cos \theta}) \sum_{j=1}^N e^{ik(j-1)d \sin \theta} \\
 &= A(r) e^{-i\omega t} e^{ikr_{11}} (1 + e^{ikl \cos \theta}) \frac{e^{ikNd \sin \theta} - 1}{e^{ikd \sin \theta} - 1}
 \end{aligned}$$

Поле в точке Р

Пусть $\Delta\varphi = kd \sin \theta = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta$, $\Delta\psi = kl \cos \theta = \frac{2\pi}{\lambda} l \cos \theta$

Тогда:

$$\begin{aligned} E_c &= A(r) e^{-i\omega t} e^{ikr_{11}} \left(1 + e^{ikl \cos \theta} \right) \frac{e^{ikNd \sin \theta} - 1}{e^{ikd \sin \theta} - 1} \\ &= A(r) e^{-i\omega t} e^{ikr_{11}} \left(2 * \cos \frac{\Delta\psi}{2} * e^{i\frac{\Delta\psi}{2}} \right) \frac{\sin \frac{N\Delta\varphi}{2}}{\sin \frac{\Delta\varphi}{2}} e^{i\frac{(N-1)\Delta\varphi}{2}} \\ &= A(r) \left(2 * \cos \frac{\Delta\psi}{2} \right) \frac{\sin \frac{N\Delta\varphi}{2}}{\sin \frac{\Delta\varphi}{2}} e^{i(kr - \omega t)} = A(r, \theta) e^{i(kr - \omega t)} \end{aligned}$$

ИНТЕНСИВНОСТЬ

$$E = \operatorname{Re}(E_c) = \operatorname{Re}\left(A(r, \theta)e^{i(kr - \omega t)}\right) = A(r, \theta) \cos(kr - \omega t)$$

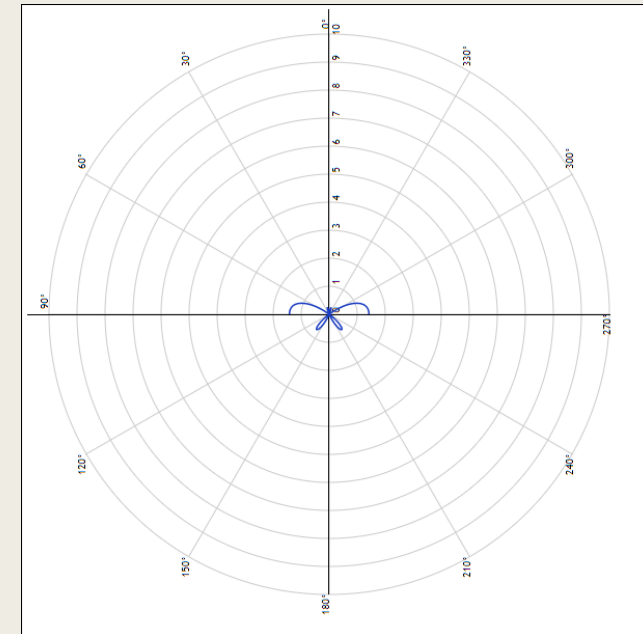
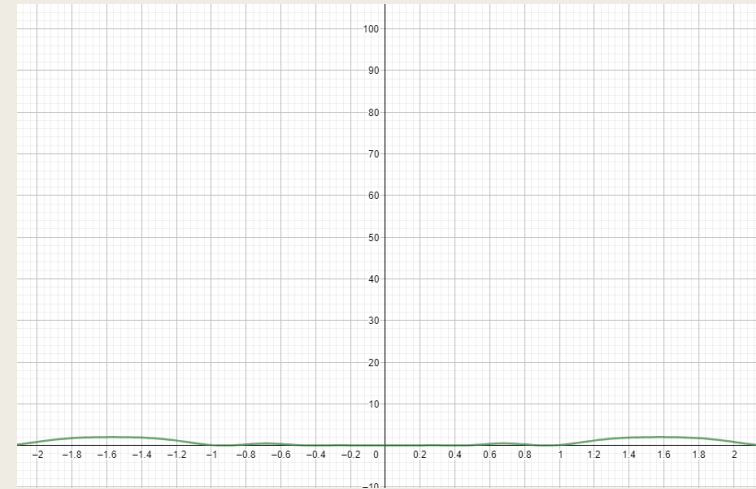
$$I \sim \frac{1}{2} A(r, \theta)^2 \sim \cos^2 \frac{\Delta\psi}{2} \frac{\sin^2 \frac{N\Delta\varphi}{2}}{\sin^2 \frac{\Delta\varphi}{2}}$$

Интенсивность и диаграмма направленности

$$N = 10,$$

$$d < \lambda, d = \frac{1}{4} \lambda,$$

$$l = \frac{1}{2} \lambda$$

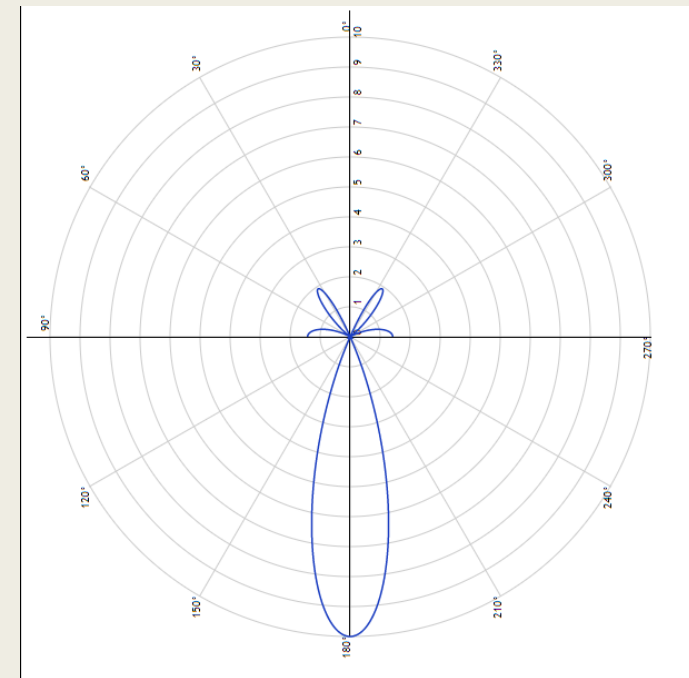
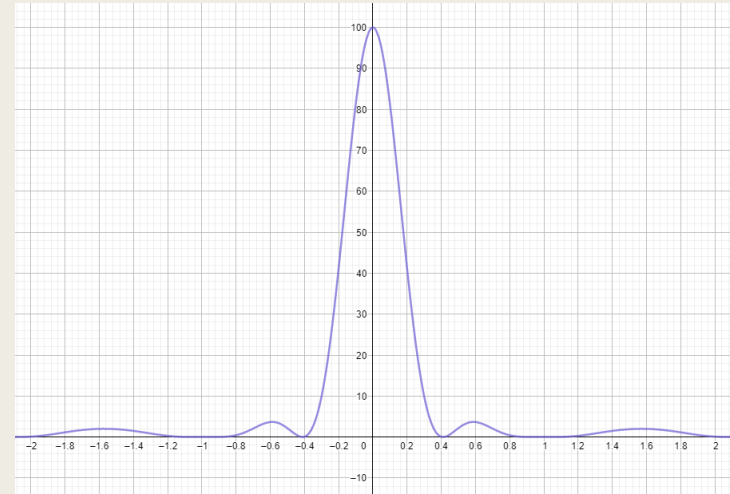


Интенсивность и диаграмма направленности

$$N = 10,$$

$$d < \lambda, d = \frac{1}{4} \lambda,$$

$$l = \lambda$$

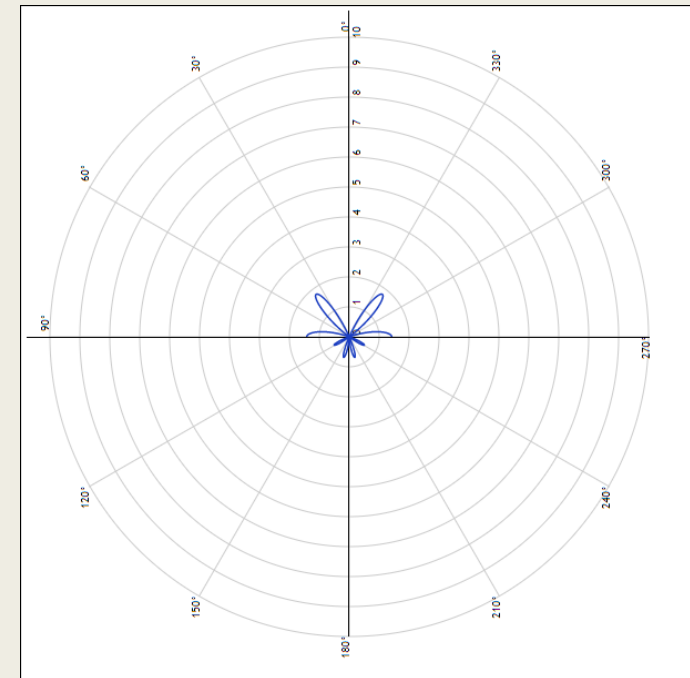
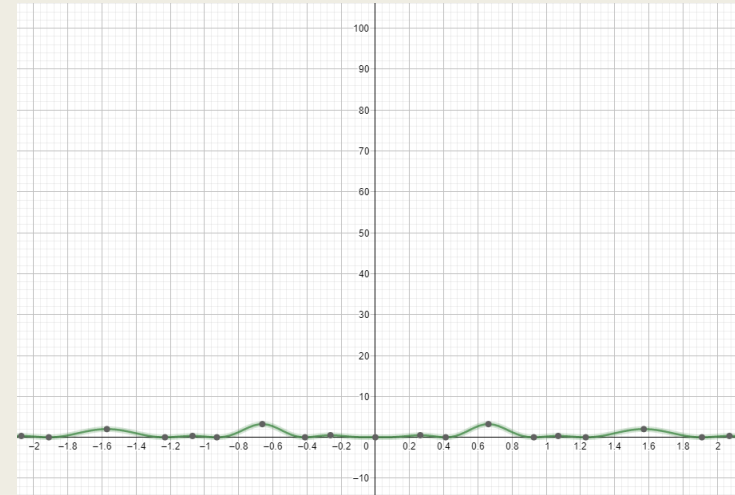


Интенсивность и диаграмма направленности

$$N = 10,$$

$$d < \lambda, d = \frac{1}{4} \lambda,$$

$$l = \frac{3}{2} \lambda$$

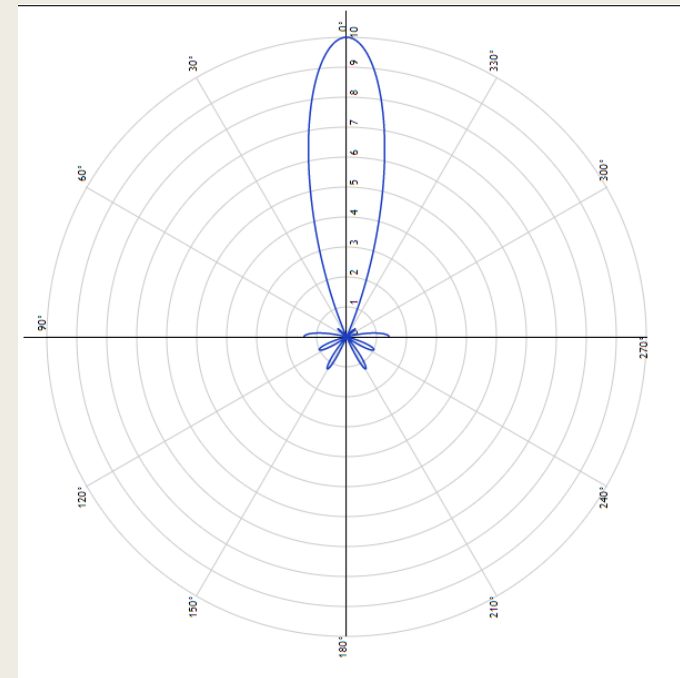
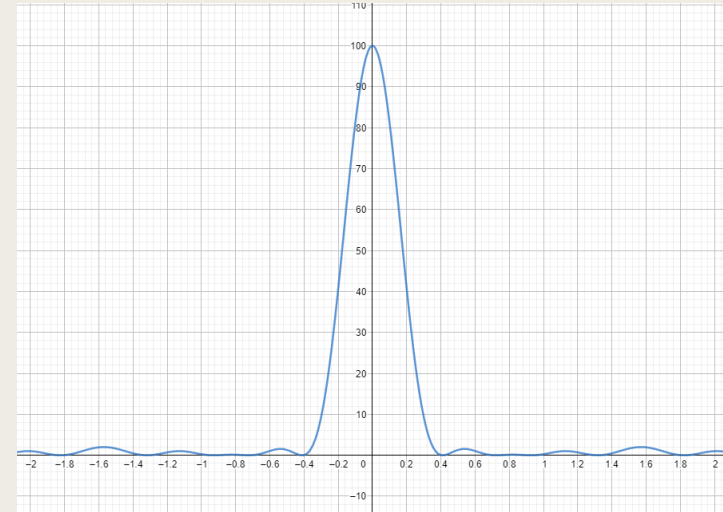


Интенсивность и диаграмма направленности

$$N = 10,$$

$$d < \lambda, d = \frac{1}{4} \lambda,$$

$$l = 2 \lambda$$

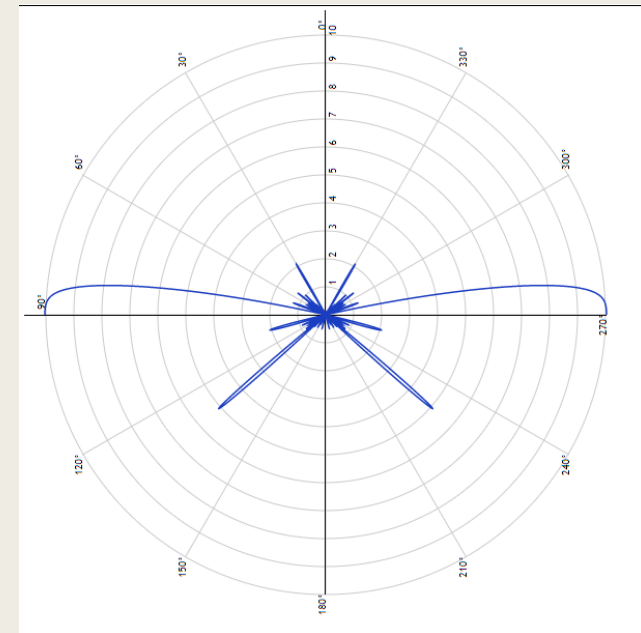
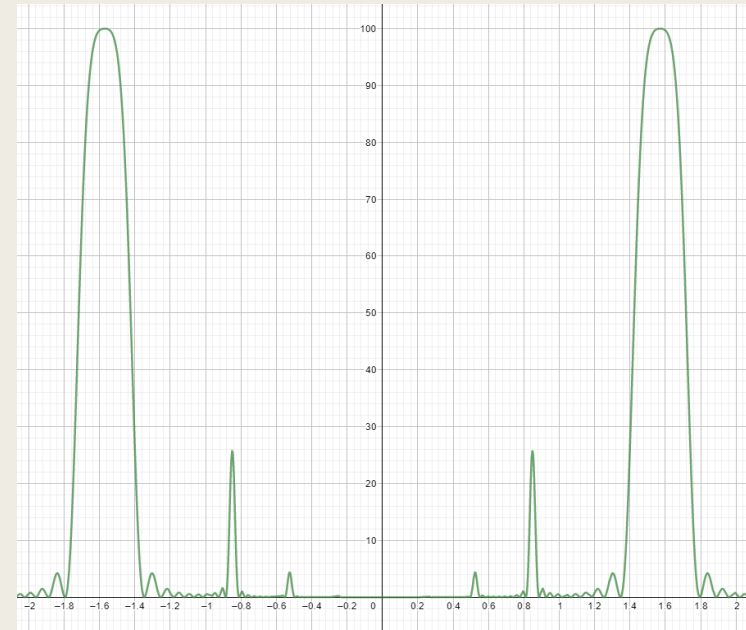


Интенсивность и диаграмма направленности

$$N = 10,$$

$$d > \lambda, d = 4 \lambda,$$

$$l = \frac{1}{2} \lambda$$

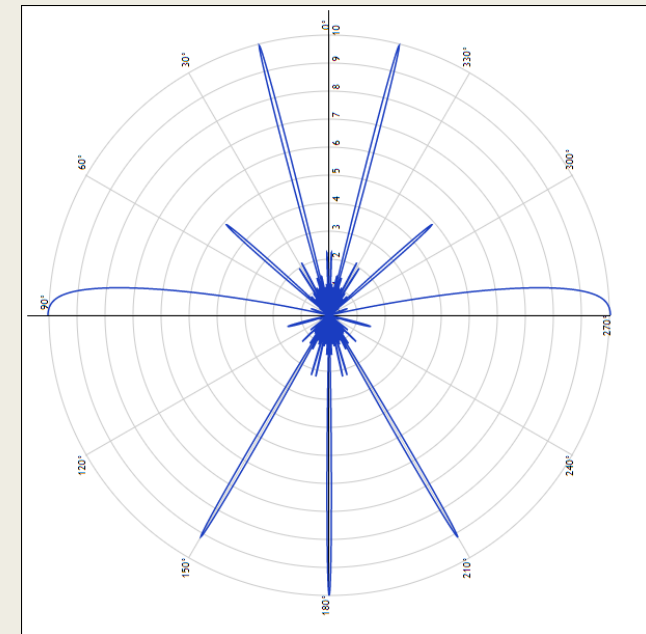
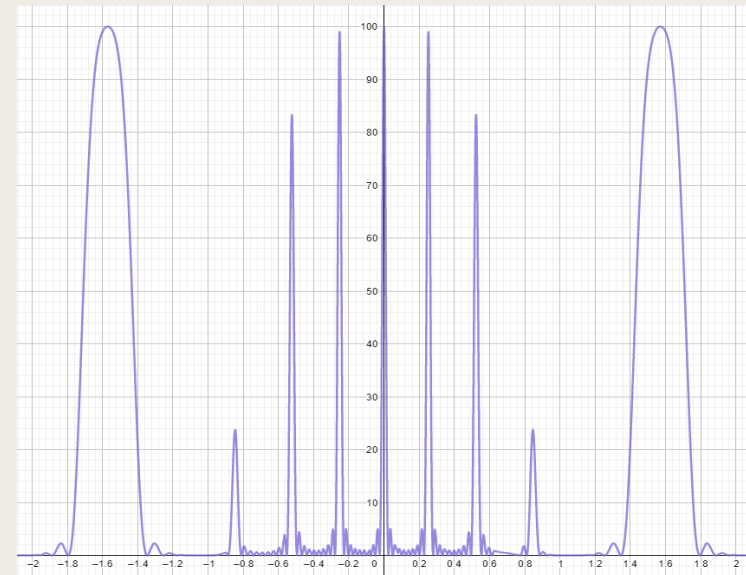


Интенсивность и диаграмма направленности

$$N = 10,$$

$$d > \lambda, d = 4\lambda,$$

$$l = \lambda$$

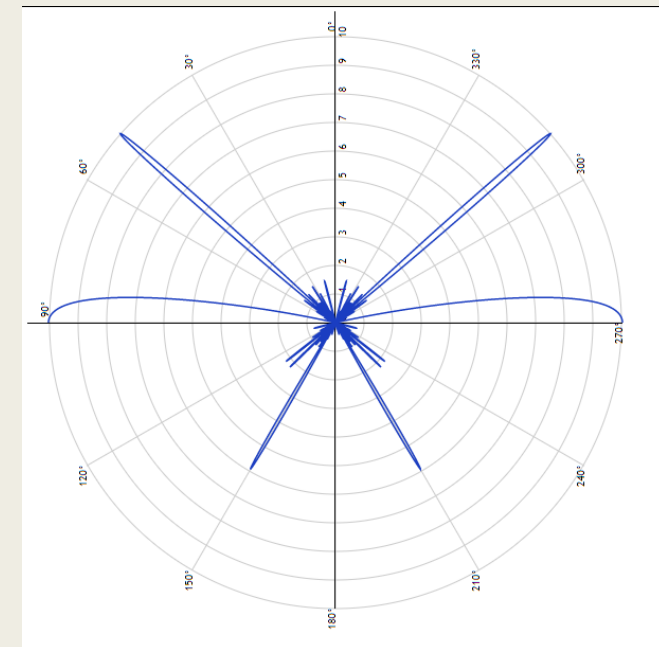
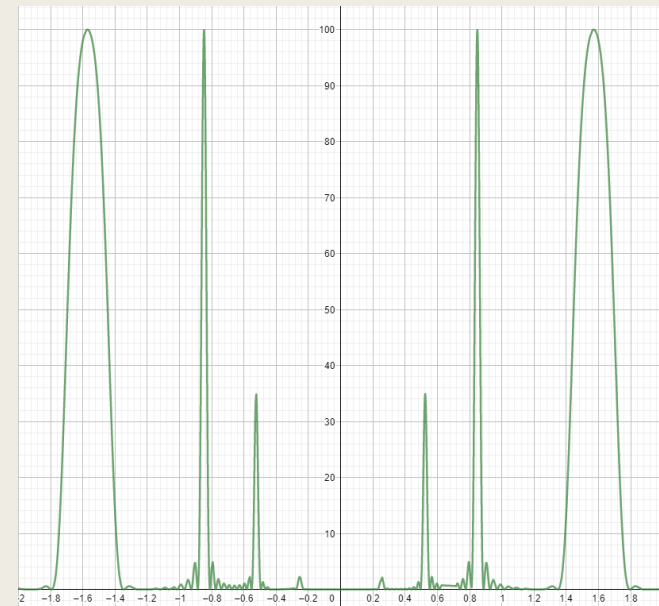


Интенсивность и диаграмма направленности

$$N = 10,$$

$$d > \lambda, d = 4 \lambda,$$

$$l = 3/2 \lambda$$



Интенсивность и диаграмма направленности

$$N = 10,$$

$$d > \lambda, d = 4 \lambda,$$

$$l = 2 \lambda$$

