

Задача 2

Написать программу (скрипт) на языке Python для расчета и отображения диаграммы направленности – зависимости коэффициента направленного действия (КНД) D от угла θ – для бесконечно тонкой вибраторной антенны с симметричными плечами, расположенной вдоль оси z , как показано на рисунке 1. В таблице 1 для каждого варианта заданы рабочая частота f и отношение длины $2l$ вибратора к длине волны λ .

Численно рассчитать максимальное значение КНД D_{\max} для заданной антенны. Вывести в консоль рассчитанное значение D_{\max} в разях и в децибелах.

Промоделировать заданную антенну в программе электродинамического моделирования и рассчитать зависимость КНД $D(\theta)$.

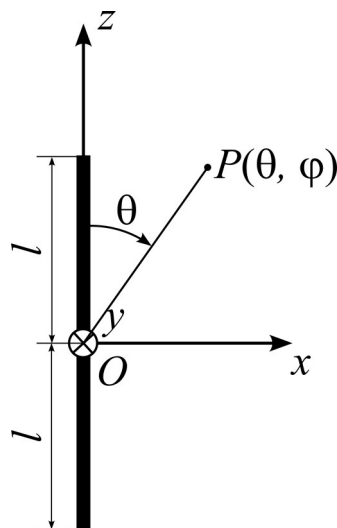


Рисунок 1 – Геометрия задачи

Построить зависимость КНД $D(\theta)$ антенны в разях и в децибелах в декартовой и полярной системах координат. На каждом графике должны быть отображены две кривые: рассчитанная аналитически и рассчитанная в программе электродинамического моделирования.

Скрипт загрузить в созданный репозиторий на сайте <https://github.com>.

Напряженность электрического поля в дальней зоне вибраторной антенны рассчитывается по формуле:

$$\dot{E}_{\theta}(\theta, \varphi) = \frac{j \dot{I}_0 Z}{2 \pi \sin(kl)} \frac{\cos(kl \cos \theta) - \cos(kl)}{\sin \theta} \frac{e^{-jkR}}{R}, \quad (1)$$

где j — мнимая единица;

\dot{I}_0 — ток в точке питания;

$Z = \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}}$ — характеристическое сопротивление среды;

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ — волновое число;

l — длина одного плеча вибратора, как показано на рисунке 1;

R — расстояние до точки наблюдения.

Максимальное значение КНД D_{\max} рассчитывается по формуле:

$$D_{\max} = \frac{4\pi}{\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} F^2(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi}, \quad (2)$$

где $F(\theta, \varphi)$ — нормированная характеристика направленности по полю. Для данной задачи:

$$F(\theta, \varphi) = \frac{|\dot{E}_\theta(\theta, \varphi)|}{|\dot{E}_\theta(\theta, \varphi)|_{\max}} \quad (3)$$

Зависимость КНД $D(\theta, \varphi)$ рассчитывается по формуле:

$$D(\theta, \varphi) = F^2(\theta, \varphi) D_{\max} \quad (4)$$

Таблица 1. Исходные данные

№	f , ГГц	$2l / \lambda$
1	1.0	0.01
2	2.0	0.25
3	3.0	0.5
4	4.0	0.7
5	5.0	0.9
6	6.0	1.0
7	7.0	1.1
8	8.0	1.2
9	9.0	1.3
10	10.0	1.4
11	1.5	1.5
12	2.5	2.0
13	3.5	2.5
14	4.5	2.7
15	5.5	3.0

№	f , ГГц	$2l / \lambda$
16	6.5	0.01
17	7.5	0.25
18	8.5	0.5
19	9.5	0.7
20	10.5	0.9
21	0.1	1.0
22	0.2	1.1
23	0.3	1.2
24	0.4	1.3
25	0.5	1.4
26	0.6	1.5
27	0.7	2.0
28	0.8	2.5
29	0.9	2.7
30	1.1	3.0

Требования к оформлению отчета

Отчет по заданию должен включать:

- Титульный лист с указанием названия предмета, фамилии студента, группы и номера варианта.
- Текст задания. Для ввода формул использовать редактор формул.
- Исходные данные для данного варианта.
- Текст программы в виде текста (не картинки) на светлом фоне.
- Снимок экрана с моделью антенны, созданной в программе электродинамического моделирования.
- График зависимости $D(\theta)$ в декартовой системе координат.
- График зависимости $D(\theta)$ в полярной системе координат.
- Ссылка на созданный git-репозиторий на сайте <https://github.com> с исходным кодом.
- Снимок экрана созданного git-репозитория на сайте <https://github.com> с исходным кодом.

Отчет присылать на электронную почту jenuay.ilin@gmail.com в формате PDF. Также отчет сдается в бумажном виде.