

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

Физико-технический институт

Кафедра компьютерной инженерии и моделирования

Лабораторная работа № 3

**«РАСЧЕТ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТАРНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ»**

по дисциплине

«Сети и телекоммуникации»

Выполнил:

студент 3 курса

группы ИВТ-222

Гоголев В. Г.

Проверил:

Комар. А. А.

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.

Подпись: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Симферополь, 2024

**Цель:** рассчитать характеристики элементарного излучателя.

**Техническое задание:** Задан элементарный электрический излучатель в виде диполя Герца: длина - l, амплитуда тока – Im, частота - f. Излучатель расположен в среде с параметрами - ε, μ. Параметры излучателя и среды распространения волны выбираются из таблицы 3. Необходимо разработать программное обеспечение по расчету характеристик элементарного электрического излучателя.

**Ход работы:**

**Вариант №4**

**Задание I.** С использованием разработанного программного обеспечения необходимо:

1. Рассчитать длину волны электромагнитного излучения λ;

2. Рассчитать компоненты электромагнитного поля симметричного электрического излучателя;

3. Определить границы ближней, промежуточной и дальней зон;

4. Построить диаграммы направленности по электрическому полю для ближней, промежуточной и дальней зон (по 3 диаграммы в каждой зоне для характерных расстояний r);

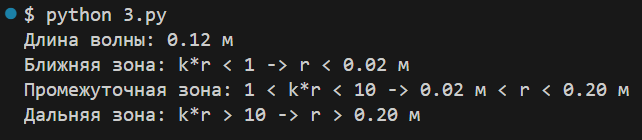
 5. Определить, при каких значениях r в диапазоне 0<r.

Рисунок 1 – результат выполнения задания № 1

**Задание 2.** Построить диаграммы направленности электрического излучателя по магнитному полю для 3 характерных зон; вычислить и построить зависимость мощности электрического излучателя от расстояния и выделить на графике три характерные зоны излучения.

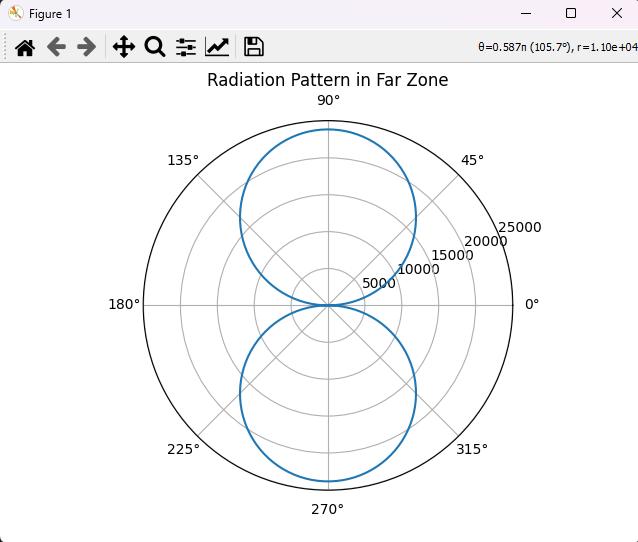


Рисунок 2 – результат выполнения задания №2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной работы был расчет характеристик элементарного электрического излучателя в виде диполя Герца, а также разработка программного обеспечения для этих расчетов. Все поставленные задачи были успешно выполнены:

Рассчитана длина волны электромагнитного излучения: В ходе работы была определена длина волны электромагнитного излучения для заданных параметров излучателя и среды распространения.

Рассчитаны компоненты электромагнитного поля: Были вычислены радиальная, меридиональная и экваториальная составляющие электрического и магнитного полей для симметричного электрического излучателя.

Определены границы ближней, промежуточной и дальней зон излучения: На основе волнового числа k были определены характерные границы зон излучения, что позволило классифицировать области наблюдения поля.

Построены диаграммы направленности: Были созданы диаграммы направленности для различных зон излучения, которые наглядно показали распределение электрического поля в пространстве.

Определены значения r, при которых диаграмма направленности имеет вид горизонтальной и вертикальной «восьмерки»: Анализ проведенных расчетов позволил установить диапазоны значений r, при которых наблюдаются характерные формы диаграмм направленности.

Построены диаграммы направленности по магнитному полю и вычислена зависимость мощности излучателя от расстояния: Это дало полное представление о характеристиках излучателя и его излучении в различных зонах.

Полученные результаты подтверждают теоретические положения, касающиеся характеристик элементарного электрического излучателя и распределения электромагнитного поля.

Разработанное программное обеспечение позволяет автоматизировать процесс расчетов и визуализации, что значительно упрощает анализ параметров излучателя.

Цель работы достигнута. Выполненные задачи и полученные результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях и практических приложениях, связанных с электромагнитным излучением и его характеристиками.

ПРИЛОЖЕНИЕ

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

# Константы

epsilon\_0 = 8.85e-12  # Ф/м

mu\_0 = 4 \* np.pi \* 1e-7  # Гн/м

def calculate\_wave\_length(f, epsilon\_r, mu\_r):

    v = 1 / np.sqrt(epsilon\_0 \* epsilon\_r \* mu\_0 \* mu\_r)

    return v / f

def calculate\_field\_components(Im, l, f, epsilon\_r, mu\_r, r, theta):

    omega = 2 \* np.pi \* f

    epsilon\_a = epsilon\_0 \* epsilon\_r

    k = 2 \* np.pi / calculate\_wave\_length(f, epsilon\_r, mu\_r)

    E\_r = (

        (Im \* l \* k\*\*3 / (2 \* np.pi \* omega \* epsilon\_a))

        \* (1 / r\*\*2 - 1j / (k \* r\*\*3))

        \* np.cos(theta)

        \* np.exp(-1j \* k \* r)

    )

    E\_theta = (

        (Im \* l \* k\*\*3 / (4 \* np.pi \* omega \* epsilon\_a))

        \* (1 / r - 1j / (k \* r\*\*2) - 1 / (k\*\*2 \* r\*\*3))

        \* np.sin(theta)

        \* np.exp(-1j \* k \* r)

    )

    H\_phi = (

        (1j \* Im \* l \* k\*\*2 / (4 \* np.pi \* r))

        \* (1 / r - 1j / (k \* r\*\*2))

        \* np.sin(theta)

        \* np.exp(-1j \* k \* r)

    )

    return E\_r, E\_theta, H\_phi

def plot\_radiation\_pattern(theta, E\_theta, zone):

    plt.figure()

    ax = plt.subplot(111, projection="polar")

    ax.plot(theta, np.abs(E\_theta))

    ax.set\_title(f"Radiation Pattern in {zone} Zone")

    plt.show()

def main():

    # Пример для таблицы 3: l=1, Im=0.01, epsilon\_r=1, mu\_r=1, f=1000e6

    l = 0.7

    Im = 0.04

    epsilon\_r = 2

    mu\_r = 4

    f = 850e6

    lambda\_ = calculate\_wave\_length(f, epsilon\_r, mu\_r)

    print(f"Длина волны: {lambda\_:.2f} м")

    r = lambda\_  # расстояние наблюдения

    theta = np.linspace(0, 2 \* np.pi, 360)

    E\_r, E\_theta, H\_phi = calculate\_field\_components(

        Im, l, f, epsilon\_r, mu\_r, r, theta

    )

    plot\_radiation\_pattern(theta, E\_theta, "Far")

    # Границы зон излучения

    k = 2 \* np.pi / lambda\_

    print(f"Ближняя зона: k\*r < 1 -> r < {1/k:.2f} м")

    print(f"Промежуточная зона: 1 < k\*r < 10 -> {1/k:.2f} м < r < {10/k:.2f} м")

    print(f"Дальняя зона: k\*r > 10 -> r > {10/k:.2f} м")

if \_\_name\_\_ == "\_\_main\_\_":

    main()

Приложение 1 – листинг программного кода