

Задачи к экзамену по предмету
«Устройства СВЧ и антенны»

Задачи сгруппированы по содержанию и методу решения.

1.

- 1.1. Два элементарных электрических вибратора ориентированы вдоль осей X и Y , расположены в начале системы координат и питаются во временной квадратуре токами равной величины. Найдите поляризационную диаграмму в направлении оси Z . Как изменится поляризационная диаграмма, если убрать вибратор, ориентированный вдоль оси Y ?
- 1.2. Два элементарных электрических вибратора ориентированы вдоль осей X и Y , расположены в начале системы координат и питаются синфазно токами равной величины. Найдите поляризационную диаграмму в направлении оси Z . Как изменится поляризационная диаграмма, если убрать вибратор, ориентированный вдоль оси Y ?
- 1.3. Два элементарных электрических вибратора ориентированы вдоль осей X и Y , расположены в начале системы координат и питаются во временной квадратуре токами равной величины. Как меняются поляризационные характеристики при отклонении направления наблюдения от оси Z . Найдите поляризационную диаграмму в плоскости XOZ в направлениях ($\vartheta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$).
- 1.4. Два элементарных электрических вибратора ориентированы вдоль осей X и Y , расположены в начале системы координат и питаются синфазно токами равной величины. Найдите поляризационную диаграмму в направлениях ($\vartheta = 45^\circ, \varphi = 0^\circ, 90^\circ$).
- 1.5. Два элементарных электрических вибратора ориентированы вдоль осей X и Y , расположены в начале системы координат и питаются синфазно. Величина тока вибратора, ориентированного вдоль оси X вдвое больше тока вибратора, ориентированного вдоль оси Y . Найдите поляризационную диаграмму в направлении оси Z .

2.

- 2.1. Изобразите качественно диаграммы направленности элементарного магнитного вибратора в главных плоскостях (Е- и Н-) в декартовой системе координат в масштабе напряжённости поля и в логарифмическом масштабе.
- 2.2. Изобразите качественно диаграммы направленности элементарного электрического вибратора в главных плоскостях (Е- и Н-) в декартовой системе координат в масштабе напряжённости поля и в логарифмическом масштабе.

3.

- 3.1. Найдите ориентацию векторов поля излучения (в дальней зоне) полуволнового вибратора, ориентированного вдоль оси Z , в точках наблюдения, заданных углами: $(\vartheta = 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ; \varphi = 0^\circ, 90^\circ)$.
- 3.2. Найдите ориентацию векторов поля излучения (в дальней зоне) магнитного вибратора, ориентированного вдоль оси Z , в точках наблюдения, заданных углами: $(\vartheta = 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ; \varphi = 0^\circ, 90^\circ)$.
- 3.3. Найдите ориентацию векторов поля излучения (в дальней зоне) элемента Гюйгенса, ось которого ориентирована вдоль оси Z , в точках наблюдения, заданных углами: $(\vartheta = 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ; \varphi = 0^\circ, 90^\circ)$.

4.

- 4.1. Вектор электрического поля элементарного электрического вибратора в дальней зоне описывается формулой:

$$E_\vartheta = j \frac{I^e l W}{2\lambda} \sin \vartheta \frac{e^{-jkR}}{R}$$

Рассчитайте КНД в направлении $(\vartheta = 45^\circ, \varphi = 12^\circ)$. Как изменится КНД при увеличении тока в 1.5 раза?

- 4.2. Вектор электрического поля рамочной антенны в дальней зоне описывается формулой:

$$E_\varphi = j \frac{I^e a^2 \pi^2 W}{\lambda^2} \sin \vartheta \frac{e^{-jkR}}{R}$$

Рассчитайте КНД в направлении $(\vartheta = 45^\circ, \varphi = 12^\circ)$. Как изменится КНД при уменьшении тока в 1.2 раза?

5.

- 5.1. Полуволновый вибратор расположен параллельно бесконечной идеально проводящей плоскости на высоте $h = \lambda$. Изобразить диаграмму направленности вибратора в плоскости E (в плоскости, содержащей вибратор, и перпендикулярной проводящей плоскости).
- 5.2. Полуволновый электрический вибратор подвешен над бесконечной металлической плоскостью на высоте $h = \lambda$ и ориентирован перпендикулярно ей. Изобразить диаграмму направленности в главных плоскостях.

6. Какими характерными чертами обладает диаграмма направленности двух сильно разнесённых вибраторов?
7. Каким образом с помощью рупорной антенны можно сконцентрировать мощность излучения на площади, меньшей площади раскрыва рупора?

8.

- 8.1. Диэлектрическая коническая антенна с диаметром $d_{\text{вх}} = 0.35\lambda$ и $d_{\text{вых}} = \lambda$ выполнена из материала с диэлектрической проницаемостью $\epsilon' = 2$. Оцените оптимальную длину антенны и её КНД.

- 8.2. Оптимальная диэлектрическая коническая антенна выполнена из материала с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon' = 2.5$ и на частоте $f = 3000$ ГГц обеспечивает КНД равный 32. Оцените основные размеры антенны.
- 8.3. Оптимальная диэлектрическая цилиндрическая антенна, выполненная из материала с диэлектрической проницаемостью $\epsilon' = 2$, на частоте $f = 2600$ ГГц обеспечивает КНД равный 35. Оцените основные размеры антенны.
- 8.4. Оптимальная диэлектрическая цилиндрическая антенна, выполненная из материала с диэлектрической проницаемостью $\epsilon' = 2.5$, на частоте $f = 2800$ ГГц обеспечивает КНД равный 23. Оцените основные размеры антенны.

9.

- 9.1. Оптимальная пирамидальная рупорная антенна должна обеспечить в главных плоскостях одинаковую ширину диаграммы направленности по нулям в 20° на волне $\lambda = 3$ см. Определите основные размеры рупора.
- 9.2. Усиление двухзеркальной антенны Кассегрена на волне 3 см равно 47 дБ при величине полного КИП=0.5. Угол облучения главного параболического рефлектора 180° , диаметр вспомогательного зеркала составляет 0.1 диаметра главного, а вторичный фокус находится в вершине главного рефлектора. Определить размер квадратного раскрыва синфазного рупора, облучающего край вспомогательного зеркала нулём диаграммы направленности. (Предполагается, что распределение амплитуды поля в раскрыве рупора равномерное).
- 9.3. Оптимальная коническая рупорная антенна со спадающим к краям до нуля распределением в раскрыве имеет диаметр раскрыва 40 см на волне $\lambda = 5$ см. Определите длину рупора, ширину диаграммы направленности по нулям и КНД.
- 9.4. Усиление двухзеркальной антенны Кассегрена на волне 5 см равно 49 дБ при величине полного КИП=0.5. Угол облучения главного параболического рефлектора 180° , диаметр вспомогательного зеркала составляет 0.1 диаметра главного, а вторичный фокус находится в вершине главного рефлектора. Определить размер квадратного раскрыва синфазного рупора, облучающего край вспомогательного зеркала нулём диаграммы направленности. (Предполагается, что распределение амплитуды поля в раскрыве рупора косинусоидальное в обеих плоскостях).

- 9.5. Оптимальная коническая рупорная антенна с равномерным распределением в раскрыве имеет диаметр раскрыва 40 см на волне $\lambda=5$ см. Определите длину рупора, ширину диаграммы направленности по нулям и КНД.
- 9.6. Усиление однозеркальной параболической антенны равно 42.5 дБ при КИП=0.5 и $F/D=0.5$ на частоте 6 ГГц. Найти диаметр и угол облучения рефлектора. Определить размеры облучателя - оптимального круглого рупора со спадающим к краям до нуля распределением в раскрыве.
- 9.7. Оптимальная пирамидальная рупорная антенна должна обеспечить в главных плоскостях одинаковую ширину диаграммы направленности по нулям в 30° на волне $\lambda=4$ см. Определите основные размеры рупора.
- 9.8. Усиление однозеркальной параболической антенны равно 27 дБ при КИП=0.5 и $F/D=0.5$ на частоте 3 ГГц. Найти диаметр и угол облучения рефлектора. Определить размеры облучателя - оптимального круглого рупора со спадающим к краям до нуля распределением в раскрыве.
- 9.9. Оптимальная пирамидальная рупорная антенна имеет квадратный раскрыв со стороной квадрата в 15 см. Длина волны $\lambda=3$ см. Определите ширину диаграммы направленности по нулям и КНД антенны.
- 9.10. Усиление однозеркальной параболической антенны равно 33 дБ при КИП=0.5 и $F/D=0.5$ на частоте 3 ГГц. Найти диаметр и угол облучения рефлектора. Определить размеры облучателя - оптимального круглого рупора с равномерным распределением в раскрыве.
- 9.11. При каком соотношении сторон прямоугольного раскрыва с равномерным распределением в Е-плоскости и косинусоидальным в Н-плоскости диаграмма направленности имеет одинаковую ширину по нулям в главных плоскостях?
- 10.
- 10.1. Как изменится диаграмма направленности эквидистантной синфазной решётки из N элементов, с равномерным распределением амплитуд токов, если m центральных элементов вышли из строя?

- 10.2. Как нужно изменить распределение тока на линейной эквидистантной решётке с постоянными амплитудами токов и постоянной разностью фаз $\Delta\Phi$ между элементами, чтобы полностью скомпенсировать излучение в направлении первого бокового лепестка.
- 10.3. Определите максимальное число N элементов эквидистантной решётки с постоянными амплитудами элементов и постоянной разностью фаз $\Delta\Phi = kd\xi$ при котором решётка не имеет побочных максимумов.
- 10.4. Сравните диаграммы направленности плоской синфазной апертуры с равномерным и косинусоидальным распределением поля в апертуре, по ширине диаграммы направленности и уровню боковых лепестков. Построить графики этих диаграмм от обобщённой координаты $\psi = 0.5 kL \sin \theta$.