

Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова  
Кафедра Радиотехнических приборов и антенных систем

Отчет  
по лабораторной работе №1  
«Вибраторные антенны»  
по курсу: Антенны

Студенты: Выскиль С.М.  
Петрунин Г.Г.  
Тимохин С.А.

Группа: ЭР-11-21

Бригада: 4

Преподаватель: Дайуб Али

Дата: 08.10.24

Оценка: \_\_\_\_\_

Москва 2024

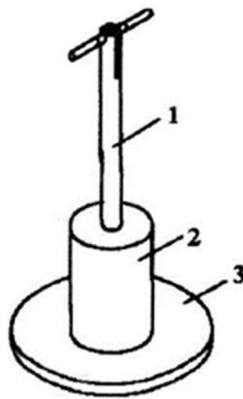
## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение характеристик вибраторных антенн. Указанные антенны являются наиболее распространенными простыми излучателями, которые используются как самостоятельные слабонаправленные антенны и как составные элементы сложных излучающих систем.

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

### 1. Диаграммы направленности симметричного вибратора

На рисунке 1 изображен макет симметричного вибратора, используемого в лабораторной установке.



*Рисунок 1 – Макет симметричного вибратора (1 – вертикальная штанга; 2 – детекторная секция; 3 – опорная площадка с низкочастотным разъемом)*

Конструкция макета позволяет исследовать поле вибраторной антенны в плоскости вектора  $E$ . Ненормированная ДН тонкой симметричной вибраторной антенны в любой меридиональной плоскости определена выражением:

$$f(\theta) = \frac{(\cos(kl \cos\theta) - \cos kl)}{\sin\theta},$$

где  $l$  - длина плеча вибратора;  $\theta$  - угол наблюдения в сферической системе координат, отсчитываемый от оси вибратора и изменяющийся в  $(0^\circ; 180^\circ)$

## 1.1 Теоретическая диаграмма направленности

Нормированная диаграмма направленности симметричной вибраторной антенны

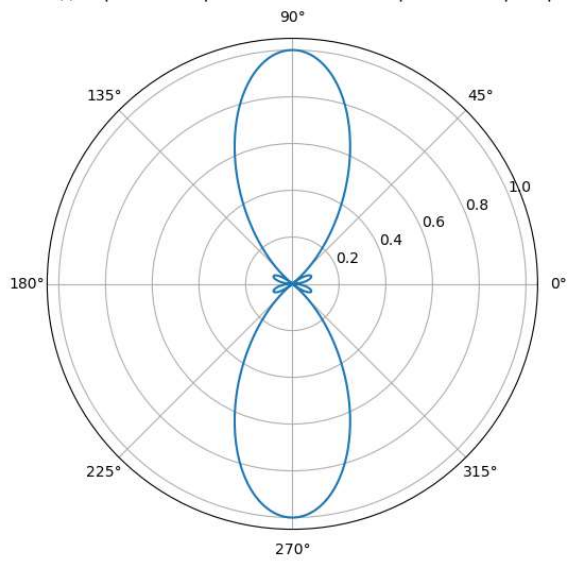


Рисунок 2. Диаграмма направленности симметричной вибраторной антенны  
при  $l = 0.56$

## 1.2 Эксперимент

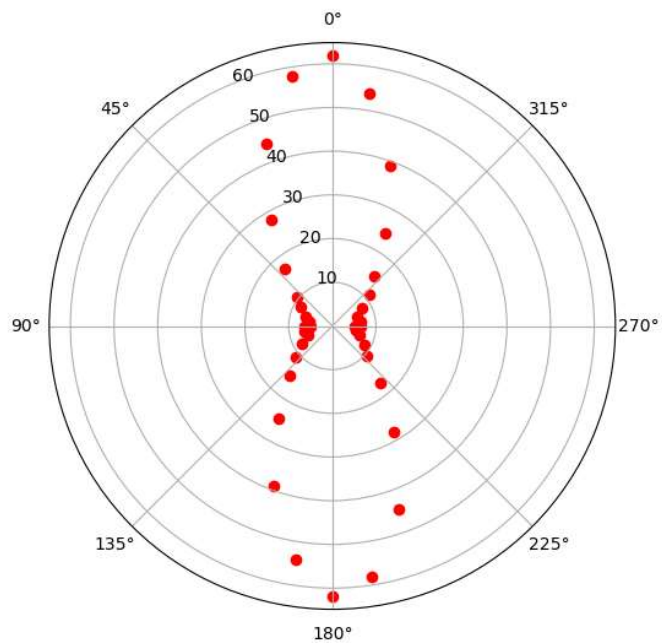
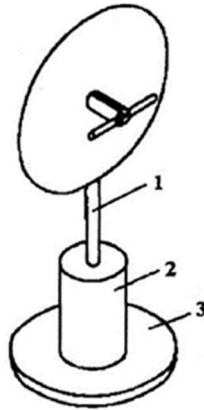


Рисунок 3. Реальная направленности симметричной вибраторной антенны при  
 $l = 0.56$

## 2. ДН симметричного вибратора над поверхностью металла



*Рисунок 4. Макет вибраторной антенны, расположенной вблизи металлической плоскости, параллельно ей (1 – вертикальная штанга; 2 – детекторная секция; 3 – опорная площадка с низкочастотным разъемом)*

На рисунке 4 изображен макет симметричного вибратора, расположенного над поверхностью металла, используемого в лабораторной установке.

Конструкция макета позволяет исследовать поле вибраторной антенны в плоскости вектора  $E$  и  $H$ .

При бесконечных размерах плоскости ее влияние может быть учтено введением зеркального изображения с током встречного направления. Таким образом, расчет диаграммы направленности исследуемой антенны приближенно может быть выполнен по формулам для решетки из двух противофазных излучающих элементов. Формулы диаграмм направленности в плоскости вектора  $H$  и плоскости вектора  $E$ , соответственно, имеют вид:

$$f(\theta) = \frac{(\cos(kl \cos\theta) - \cos kl)}{\cos\theta} \cdot \sin(kh \cos\theta),$$

где  $h$  - высота подвеса вибратора над металлическим экраном;  $l$  - длина плеча вибратора;  $\theta$  - угол наблюдения в сферической системе координат, отсчитываемый от оси решетки (от перпендикуляра к экрану) в одну или другую сторону в пределах  $\theta = (0; 90)^\circ$

## 2.1 Теоретические диаграммы направленности

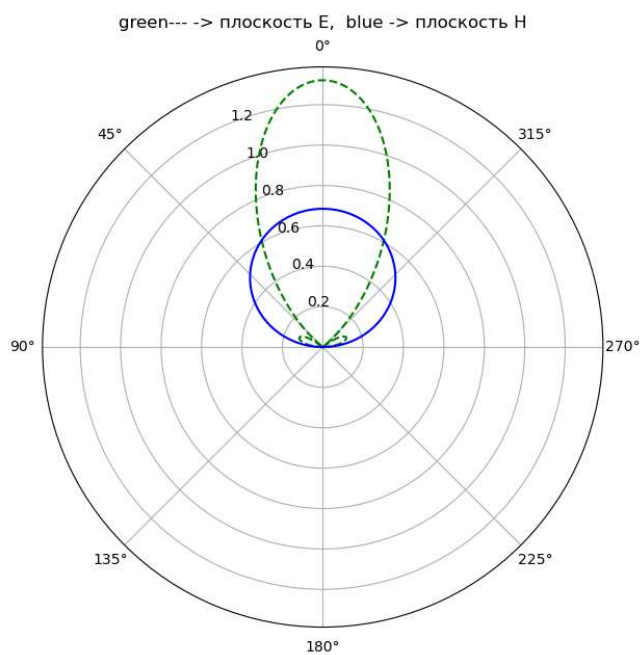


Рисунок 5. Высота вибратора  $h = 0.12$

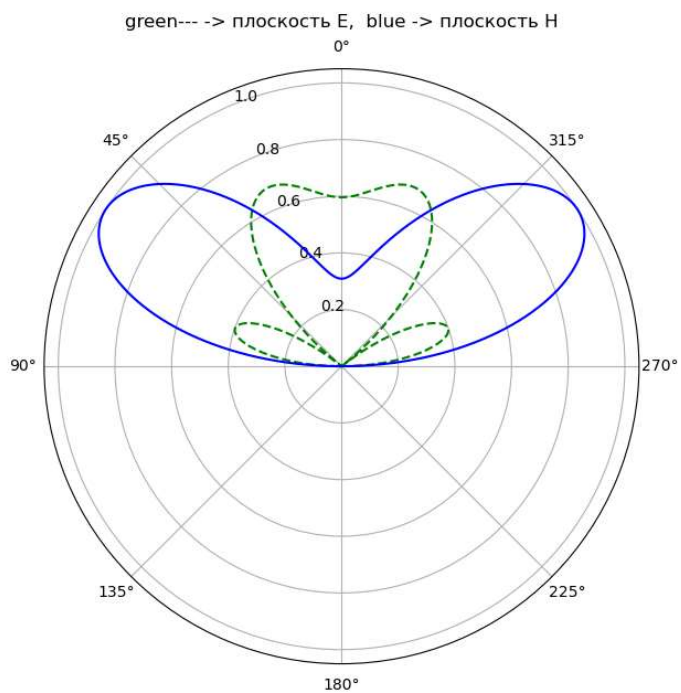


Рисунок 6. Высота вибратора  $h = 0.45$

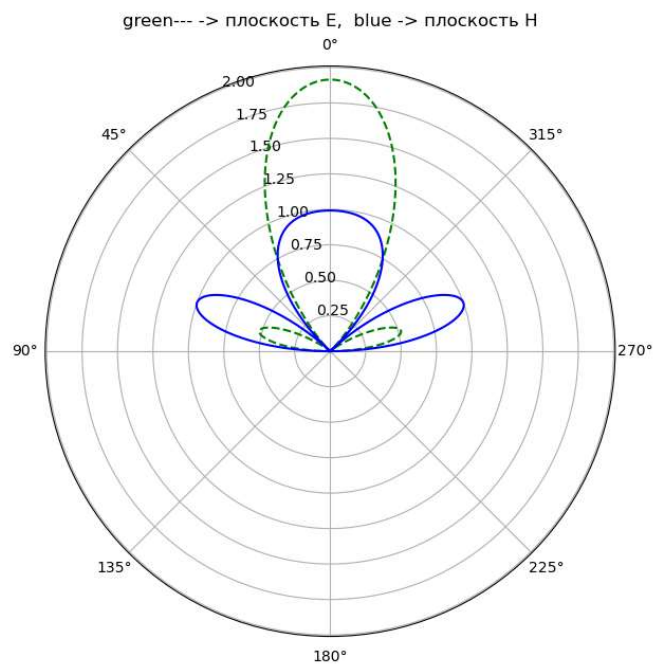


Рисунок 7. Высота вибратора  $h = 0.73$

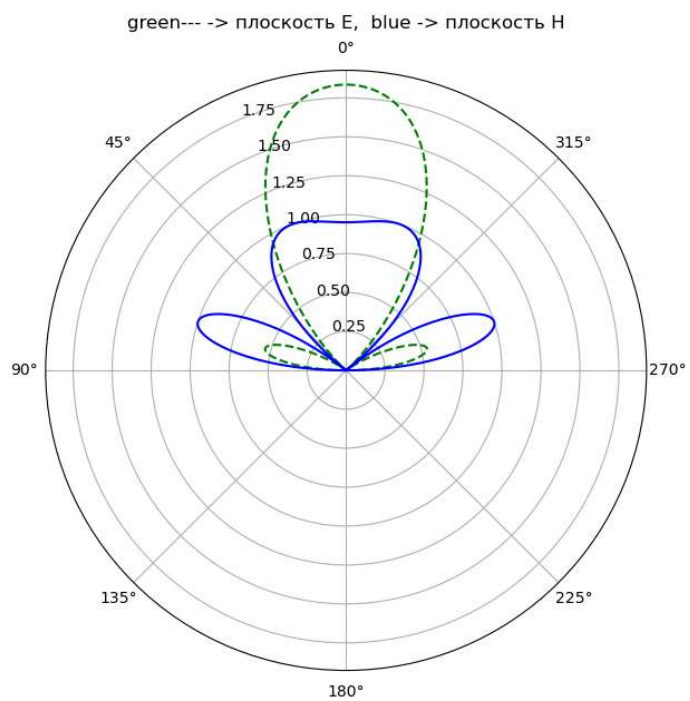


Рисунок 8. Высота вибратора  $h = 0.80$

## 2.2 Эксперимент

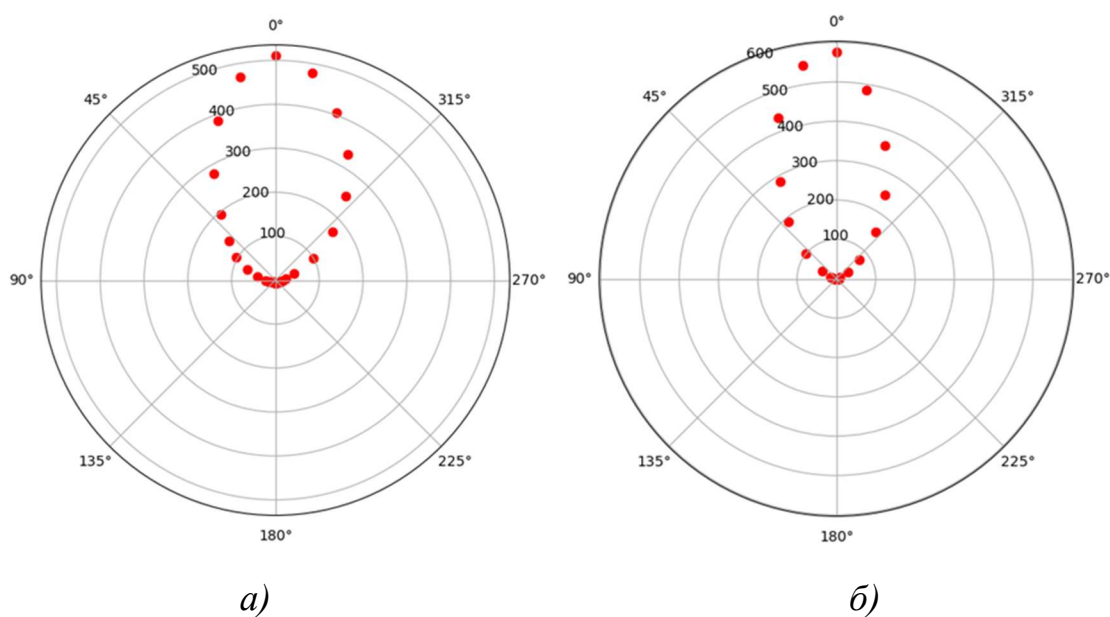


Рисунок 9. Диаграмма направленности  $r_{\text{exp}}(\varphi)$  (а),  $r_{\text{exp}}(\theta)$  (б), при  $h = 1.2$  см.

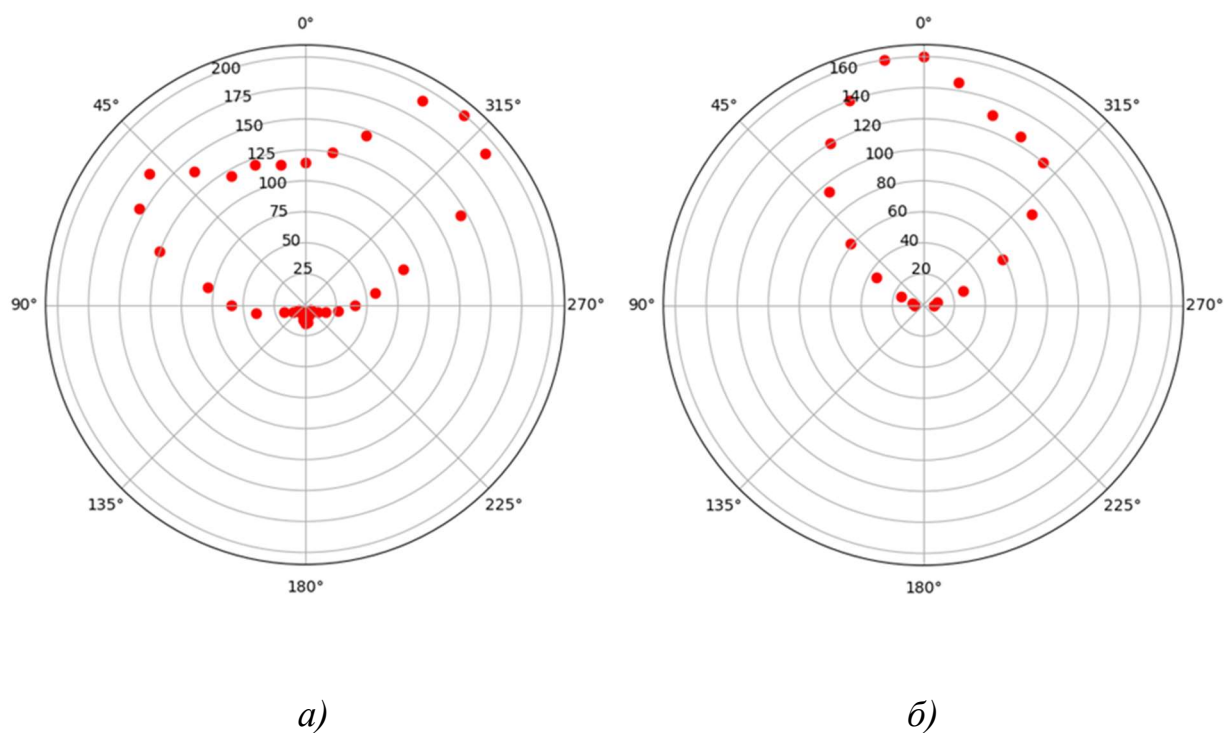


Рисунок 10. Диаграмма направленности  $r_{\text{exp}}(\varphi)$  (а),  $r_{\text{exp}}(\theta)$  (б), при  $h = 4.5$  см.

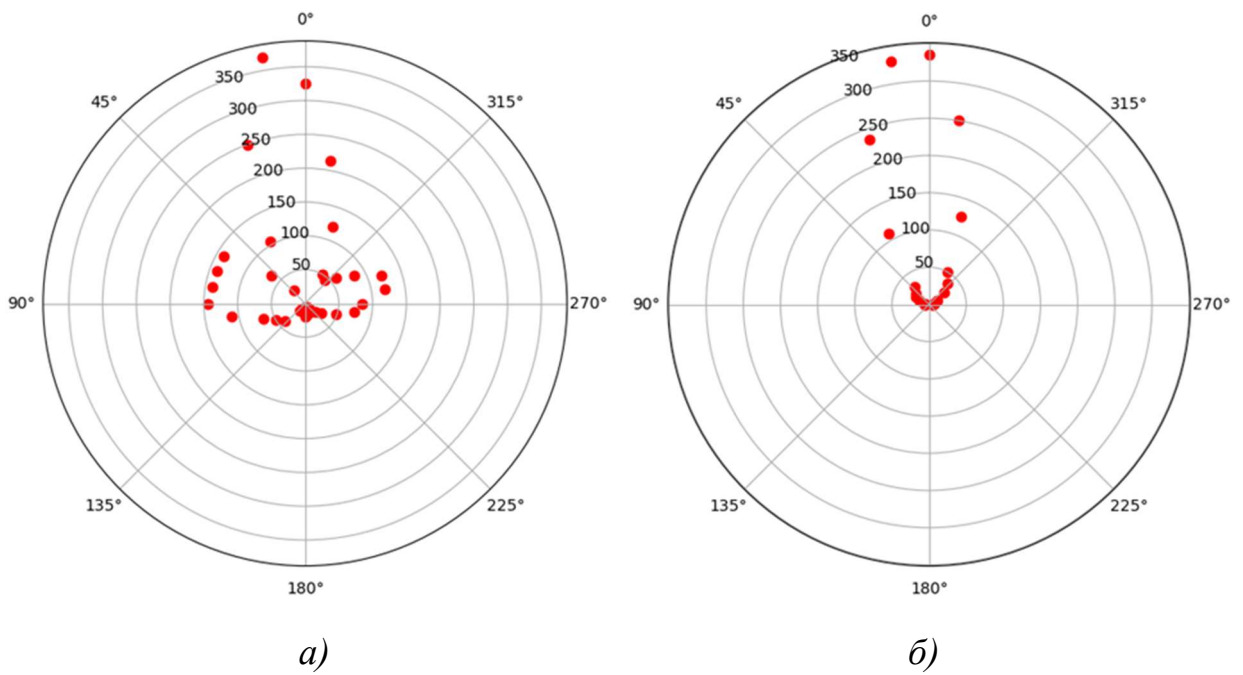


Рисунок 11. Диаграмма направленности  $r_{\text{exp}}(\varphi)$  (а),  $r_{\text{exp}}(\theta)$  (б), при  $h = 7.3$  см.

### 3. ДН и поляризационная характеристики турникетной антенны над металлическим экраном

На рисунке 12 изображен макет турникетной антенны, используемой в лабораторной установке.

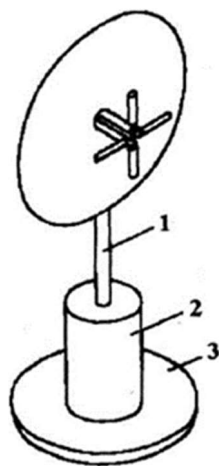


Рисунок 12. Макет турникетной вибраторной антенны



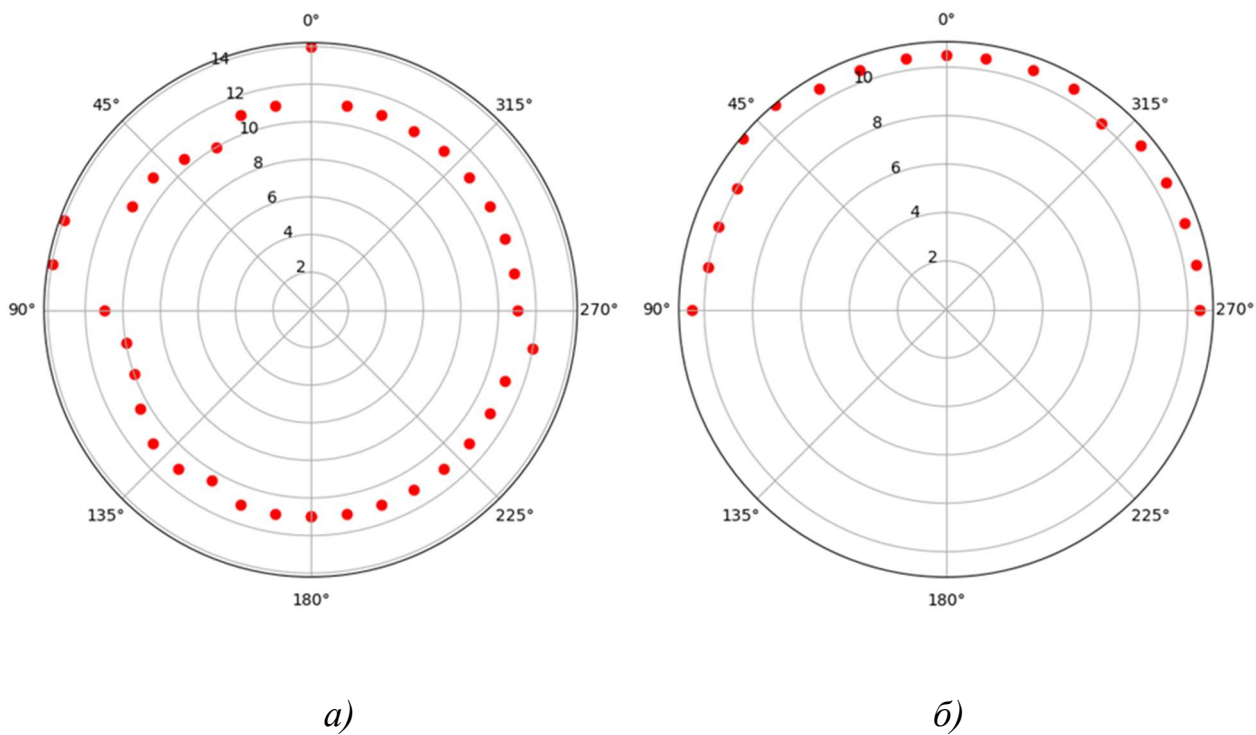


Рисунок 13. Диаграмма направленности турникетной антенны

$r_{\text{exp}}(\varphi)$  (а),  $r_{\text{exp}}(\theta)$  (б)

## ВЫВОДЫ

### Оценка уровня боковых лепестков

$$DM = \frac{E_{\text{норм } m}}{0.5 \cdot (E_{\text{норм } sl} + E_{\text{норм } sr})}$$

где  $E_{\text{норм } m}$  – максимум нормированной напряженности электрического поля в главном лепестке,  $E_{\text{норм } sl}$ ,  $E_{\text{норм } sr}$  – максимумы нормированной напряженности электрического поля в левом и правом боковых лепестках соответственно, коэффициент  $DM$  показывает, во сколько раз максимум напряженности электрического поля основного лепестка преобладает над усредненным максимумом напряженности электрического поля боковых лепестков без учета направленности ДН.

При увеличении отношения длины плеча вибратора к длине волны уменьшается ширина основных лепестков, т.е. диаграмма направленности становится «уже» (более узконаправленной) и увеличивается КНД.

### Оценка эллиптичности поляризационной характеристики

Коэффициент эллиптичности экспериментально измеренной поляризационной характеристики:

$$K_{\text{эл}} = \frac{E_{\text{min } 1} + E_{\text{mi}}}{E_{\text{max } 1} + E_{\text{max } 2}},$$

где  $E_{\text{min } 1}$ ,  $E_{\text{min } 2}$  – величины нормированных напряженностей электрического поля в крайних точках малой полуоси эллипса,  $E_{\text{max } 1}$ ,  $E_{\text{max } 2}$  – величины нормированных напряженностей электрического поля в крайних точках на большой полуоси эллипса.

За плоскостью металлической поверхности (в задней полусфере) излучение вибратора пренебрежимо мало, что подтверждается рисунками 9 – 11, 13. Кроме того, из рисунков 9 – 11, 13 можно сказать, что экспериментально полученные ДН вибратора, расположенного над металлической поверхностью, близки к теоретическим.

Ошибки могут объясняться следующими причинами:

- не идеальность материала, из которого изготовлен вибратор;
- не идеальность изготовления безэховой камеры;
- не идеальность металлического экрана, а также конечные размеры экрана.

Отличие эллиптической поляризации от круговой (поскольку турникетная антенна обладает круговой поляризацией), связано с расположением под антенной металлического листа, вызывающего отражение и интерференцию волны, что меняет характеристики электрического поля, а также связано с переотражением.