

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»  
Институт информационных технологий

Кафедра «Информационная безопасность»

## **ОТЧЁТ**

по лабораторной работе №3

«Основы теории антенн»

по дисциплине

«Физические основы защиты информации»

Выполнил: студент гр. ИБ/б-21-2-о

Толчин Максим Владимирович

Вариант №26

Защитил с оценкой: \_\_\_\_\_

Приняла: Контылева Е.А.

Севастополь

2023

## Содержание

1. Ответы на вопросы.....	3
1. Задачи.....	10

## **Ответы на контрольные вопросы**

### **1. Физические основы излучения электромагнитных волн в открытое пространство.**

Излучение электромагнитных волн возникает при колебании электрических зарядов или при изменении магнитного поля в открытом пространстве. Когда электромагнитные волны излучаются, они распространяются со скоростью света и переносят энергию через пространство. Излучение может быть создано источником, таким как антенна, которая генерирует электрические и магнитные поля. Различные частоты излучения соответствуют различным длинам волн и энергии. Излучение также может взаимодействовать с другими объектами в пространстве, например, отражаться, преломляться или поглощаться.

### **2. Определение и назначение антенны.**

Антенна – это устройство, которое используется для передачи или приема электромагнитных волн в радио- и телекоммуникационных системах. Назначение антенны заключается в том, чтобы преобразовать электрический сигнал, который проходит по кабелю или в воздухе, в электромагнитные волны, которые распространяются в пространстве. При приеме антенна выполняет обратную функцию, преобразуя электромагнитные волны, попадающие на неё, в электрический сигнал, который может быть обработан и декодирован для получения информации. Различные типы антенн имеют различные характеристики, такие как дальность действия, направленность, усиление и частотный диапазон, и могут быть использованы в различных приложениях, от радиовещания и телевидения до спутниковой связи и радиолокации.

### **3. Диаграмма направленности антенны. Обратимость антенны.**

Диаграмма направленности антенны – это графическое представление направленности излучения антенны в разных направлениях. Обычно она представляется в виде графика, который показывает зависимость уровня излучения антенны от угла направления в пространстве. Таким образом,

диаграмма направленности позволяет оценить, в каких направлениях антенна излучает больше энергии, а в каких меньше.

Обратимость антенны – это возможность использовать антенну как для передачи, так и для приема электромагнитных волн. Обратимая антенна может работать в обоих режимах без изменения конструкции. Это очень важно для многих приложений, так как позволяет использовать одну антенну для обеих целей и экономить на затратах и месте. Однако, обратимость антенны может быть ограничена из-за различных факторов, таких как взаимодействие с окружающей средой или эффекты многолучевого распространения.

#### **4. Коэффициент направленного действия антенны.**

Коэффициент направленного действия антенны (англ. Antenna Gain) – это мера того, насколько хорошо антенна направляет энергию в определенном направлении, по сравнению с идеальным изотропным излучателем. Он выражается в децибелах (dB) и представляет собой отношение мощности излучения в заданном направлении к мощности излучения изотропного излучателя при той же самой общей излучаемой мощности.

Коэффициент направленного действия является важным параметром антенны, который оценивает ее производительность в различных направлениях. Чем выше коэффициент направленного действия, тем больше энергии передается в заданном направлении, что позволяет добиться более дальней связи или более высокой точности направленного приема и передачи сигналов. Однако, высокий коэффициент направленного действия может быть достигнут только в узком диапазоне направлений, что может быть нежелательным в некоторых приложениях.

#### **5. Коэффициент усиления антенны.**

Коэффициент усиления антенны – это мера увеличения мощности сигнала в определенном направлении, которое достигается благодаря эффекту направленности антенны. Он выражается в децибелах (dB) и определяется как отношение мощности, излучаемой антенной в заданном направлении, к

мощности, которую бы излучало идеальное изотропное излучателей при той же самой общей излучаемой мощности.

Коэффициент усиления антенны показывает, насколько сильнее антенна излучает в определенном направлении по сравнению с изотропной антенной. Чем выше коэффициент усиления, тем сильнее антенна усиливает сигналы в направленном излучении и тем дальше может быть обеспечена связь. Однако, высокий коэффициент усиления может быть достигнут только в узком диапазоне направлений, что может быть нежелательным в некоторых приложениях.

## **6. Резонансные свойства антенн.**

Резонансные свойства антенн связаны с ее способностью излучать и принимать электромагнитные волны на определенной частоте, которая является резонансной частотой антенны. Когда антенна работает на своей резонансной частоте, энергия излучается или принимается с максимальной эффективностью.

Резонансная частота антенны зависит от ее геометрических размеров, формы и материала, а также от окружающей среды. Для определенных типов антенн, например, диполей, резонансная частота может быть вычислена по формуле, зависящей только от длины антенны.

Важным параметром резонансных свойств антенны является коэффициент отражения, который показывает, насколько хорошо антенна соответствует импедансу линии передачи. Когда антенна находится на своей резонансной частоте, коэффициент отражения должен быть минимальным, чтобы максимально передать мощность излучения или принимаемого сигнала на линию передачи.

## **7. Рабочая полоса частот антенны.**

Рабочая полоса частот антенны – это диапазон частот, на которых антенна может работать с достаточной эффективностью, т.е. с высоким коэффициентом усиления и минимальным коэффициентом отражения.

Рабочая полоса частот может быть определена по уровню коэффициента отражения или уровню коэффициента усиления.

Размеры и форма антенны, а также ее электрические характеристики, такие как импеданс и коэффициент усиления, влияют на рабочую полосу частот. Она также может быть ограничена окружающей средой и другими факторами, такими как электромагнитные помехи или ограничения на использование определенных диапазонов частот.

#### **8. Зависимости основных характеристик антенны от ее формы и линейных размеров.**

Основные характеристики антенны, такие как коэффициент усиления, диаграмма направленности, импеданс, резонансная частота и рабочая полоса частот, зависят от ее формы и линейных размеров. Например:

- Длина антенны напрямую влияет на ее резонансную частоту и коэффициент усиления. Для диполя длина антенны должна быть пропорциональна длине волны, которую она излучает или принимает, чтобы достичь наилучшей эффективности.
- Ширина и высота антенны могут влиять на ее диаграмму направленности и коэффициент усиления. Например, узкие антенны могут иметь более узкую диаграмму направленности и более высокий коэффициент усиления.
- Форма антенны также может влиять на ее диаграмму направленности и рабочую полосу частот. Например, параболические антенны имеют очень узкую диаграмму направленности, что позволяет им работать с очень слабыми сигналами на больших расстояниях. Однако они могут быть неэффективны при передаче или приеме сигналов на других частотах.
- Материал, используемый для изготовления антенны, также может влиять на ее электрические характеристики. Например, использование провода меньшей толщины может увеличить эффективность антенны, но может также уменьшить ее механическую прочность.

## **9. Случайная антенна.**

Случайная антенна – это антенна, которая не имеет определенной формы и размера, а складывается из случайного или случайно размещенного материала. Она может использоваться в различных приложениях, например, для получения сигналов в условиях, когда конструкция и форма антенны ограничены. Случайные антенны могут иметь широкий диапазон частот, но часто имеют низкий коэффициент усиления и эффективность. Однако, их удобство и простота изготовления позволяют использовать их в различных областях, таких как радиолокация, беспроводные коммуникации и другие приложения.

## **10. Какие характеристики и как влияют на максимальную дальность работы радиолинии?**

Максимальная дальность работы радиолинии зависит от нескольких факторов, таких как:

- Частота работы: частота сигнала влияет на проникающую способность в окружающую среду и на способность антенн передавать и принимать сигналы на большие расстояния. Обычно высокочастотные сигналы могут проникать на более дальние расстояния, чем низкочастотные.
- Мощность передатчика: высокая мощность передатчика позволяет увеличить дальность работы радиолинии, но она также может привести к электромагнитным помехам и несоблюдению нормативных требований по радиочастотной безопасности.
- Чувствительность приемника: чем более чувствительный приемник, тем больше шансов получить слабый сигнал на больших расстояниях. Однако, более чувствительные приемники могут также подвергаться помехам и иметь более высокий уровень шума.
- Препятствия в окружающей среде: физические препятствия, такие как стены, здания, горы и другие объекты, могут сильно влиять на дальность работы радиолинии. Чем больше препятствий, тем сильнее они ослабляют сигнал и снижают его дальность.

- Радиочастотный шум: электромагнитный шум, возникающий от других источников, может привести к снижению дальности работы радиолинии. Шум может исходить от приборов, оборудования, электропроводки, соседних радиостанций и т.д.
- Антенна: форма, размер и расположение антенн могут влиять на дальность работы радиолинии. Направленные антенны могут иметь большую дальность, чем не направленные, но они могут также иметь ограниченный угол обзора.

**11. Какая по вашему мнению должна быть диаграмма направленности антенны сотового телефона, комплекта антенн базовой станции сотовой связи?**

Для антенн сотовых телефонов рекомендуется использовать направленность в виде кольца или донута, чтобы обеспечить равномерное распределение сигнала по горизонтали. Для комплекта антенн базовой станции сотовой связи обычно используются направленные антенны, которые обеспечивают высокую дальность и точность направления сигнала. Диаграмма направленности должна быть широкой в горизонтальной плоскости и узкой в вертикальной, чтобы обеспечить максимальное покрытие района обслуживания. Однако конкретный выбор диаграммы направленности зависит от многих факторов, таких как конфигурация местности, требования к покрытию и допустимый уровень помех.

**12. Фазированная антенная решетка.**

Фазированная антенная решетка – это массив из нескольких антенн, расположенных в определенной геометрической конфигурации и работающих в фазе, чтобы создать узконаправленный луч. Фазирование достигается путем задания определенной разности фаз сигнала для каждой антенны в решетке. Фазированная антенная решетка широко используется в радиотехнике для обеспечения высокой направленности и точности направления сигнала в радиокommunikациях, радиолокации и других приложениях.



### **13. Виды узконаправленных антенн. Особенности конструкций этих антенн.**

Существует несколько видов узконаправленных антенн:

- Параболическая антенна - имеет форму параболоида и обычно используется для приема или передачи сигналов в радиолокации и спутниковых системах связи.
- Слот-антенна – имеет отверстие в центре, которое создает электромагнитное поле. Она широко используется в системах микроволновой связи, таких как Wi-Fi и сотовая связь.
- Волноводная антенна – это антенна, которая использует волновод для передачи сигнала. Она обычно используется в высокочастотных системах связи.
- Решетчатая антенна – это массив из нескольких элементов, расположенных в определенном порядке. Она широко используется в радиолокации и спутниковых системах связи.

Конструкции узконаправленных антенн могут быть различными в зависимости от типа антенны. Например, параболическая антенна имеет форму параболоида и часто используется с круговой рефлекторной сеткой для уменьшения веса. Слот-антенна может быть изготовлена из металлического листа, а волноводная антенна - из металлической трубы. Решетчатая антенна может иметь различные формы элементов в решетке, например, круглые или квадратные.

## Задачи

**Задание 1.** Изобразить в трех плоскостях диаграмму направленности антенны типа "полуволновой вибратор".

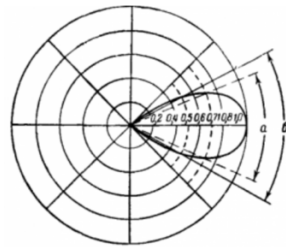


Рис. 1-11. Диаграмма направленности и ее параметры.  
 $a$  — угол раскрытия (ширина диаграммы направленности на уровне 0,707);  $b$  — ширина диаграммы направленности на уровне 0,5.

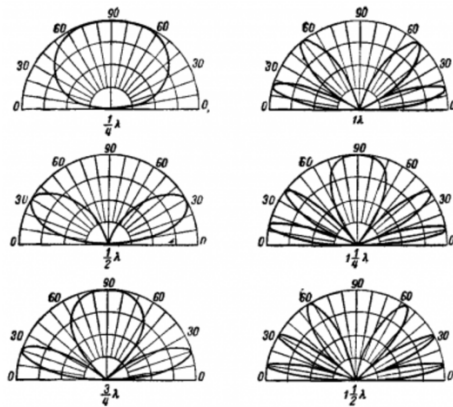


Рис. 1-10. Диаграмма направленности полуволнового вибратора в вертикальной плоскости.

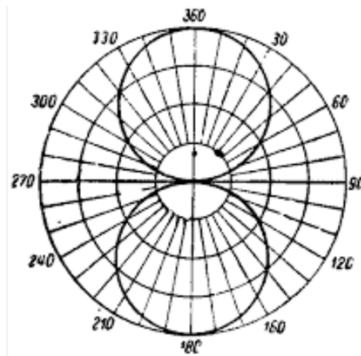


Рис. 1-9. Диаграмма направленности полуволнового вибратора в горизонтальной плоскости.

**Задание 2.** Изобразить в трех плоскостях диаграмму направленности двухзеркальной параболической антенны.

Диаграмма направленности  
в горизонтальной плоскости

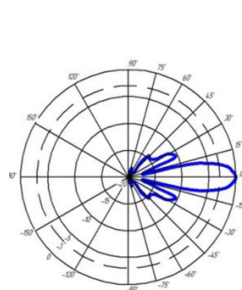


Диаграмма направленности  
в вертикальной плоскости

