



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра радиофизики и радиоэлектроники**



Декан ~~\_\_\_\_\_~~ Буднев Н.М.

«14» апреля 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины **Б1.В.03 Антенно-фидерные устройства**

Направление подготовки **10.03.01 Информационная безопасность**

Направленность (профиль) подготовки **Техническая защита информации**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол №42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель ~~\_\_\_\_\_~~ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 8 от «8» апреля 2024 г.

И.О. зав. кафедрой ~~\_\_\_\_\_~~ Колесник С.Н.

Иркутск 2024 г.

## Содержание

I. Цели и задачи дисциплины .....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
IV. Содержание и структура дисциплины .....	5
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	6
4.3. Содержание учебного материала .....	7
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	7
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) .....	8
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	9
4.5. Примерная тематика курсовых работ .....	9
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	9
а) основная литература .....	9
б) дополнительная литература.....	9
в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	10
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	10
6.1. Учебно-лабораторное оборудование: .....	10
6.2. Программное обеспечение:.....	10
6.3. Технические и электронные средства:.....	10
VII. Образовательные технологии .....	10
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....	10

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины разработана в соответствии с основной образовательной программой по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, по профилю подготовки «Техническая защита информации» предназначена для обеспечения курса «Антенно-фидерных устройства», изучаемого студентами в течение шестого семестра.

Основная *цель* курса – научить студентов осуществлять правильный выбор антенно-фидерных систем при решении практических задач; способствовать развитию их интеллекта, творческих способностей, критического мышления и эрудиции в ходе проведения занятий.

Для достижения данной цели поставлены *задачи*:

- Дать студентам основные знания по вопросам излучения и приема электромагнитных волн антенно-фидерными системами;
- Способствовать овладению методами расчета антенных систем;
- Ознакомить студентов с особенностями согласования антенн и фидеров
- Дать возможность получить навыки работы с реальными антеннами.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Антенно-фидерные устройства» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Распространение радиоволн
- Радиотехнические цепи и сигналы

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Теория информации
- Цифровые системы передачи информации
- Производственная практика. Технологическая практика
- Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки **10.03.01 Информационная безопасность**.

#### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-4 Способен использовать основные принципы построения и функционирования технических средств защиты информации	ИДК <sub>ПК4.1</sub> Применяет основные принципы построения и функционирования технических средств защиты информации	Знать: основные понятия антенно-фидерных устройств; принципы действия и основные параметры различных типов передающих и приемных антенн в системах радиосвязи и радиодоступа Уметь: применять на практике методы анализа и расчета напряженности поля в точке приема; осуществлять проектирование антенно-фидерных устройств с учетом требований к используемому радиочастотному диапазону Владеть: первичными навыками настройки и регулировки антенно-фидерных устройств, а также измерения их характеристик.

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, в том числе 0,47 зачетных единиц, 24 часов на экзамен

Из них 0 часов – практическая подготовка; Форма промежуточной аттестации: экзамен

##### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости	
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа		
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Основные понятия. Определение антенн. Основные принципы расчета антенн. Антенна в свободном пространстве.	6	6,05	0	4			0,05	2	Тестирование
2	Основные электрические понятия антенн.	6	6,1	0	2			0,1	2	Тестирование
3	Параметры приемных антенн.	6	4,1	0	2			0,1	2	Тестирование
4	Элементарные излучатели.	6	4,1	0	2			0,1	2	Тестирование
5	Согласование в антенно-фидерном тракте. Волны в фидерных линиях.	6	10,05	0	2	2/4		0,05	2	Письменный текущий контроль. Защита ЛР.
6	Симметричный электрический вибратор.	6	20,1	0	4	4/8		0,1	2	Письменный текущий контроль. Защита ЛР.
7	Система связанных электрических вибраторов.	6	4,1	0	2			0,1	2	Тестирование
8	Линейные антенные решетки. Направленные свойства линейных антенных решеток.	6	18,1	0	4	4/6		0,1	2	Письменный текущий контроль. Защита ЛР.
9	Возбужденные поверхности.	6	4,05	0	2			0,05	2	Тестирование
10	Рупорные антенны.	6	16,1	0	2	2/8		0,1	3	Письменный текущий контроль. Защита ЛР.
11	Антенны различного назначения. Антенны КВЧ и СВЧ.	6	4,05	0	2			0,05	2	Тестирование
12	Антенны различного назначения. Антенны ОВЧ и УВЧ.	6	16,05	0	2	4/6		0,05	4	Письменный текущий контроль. Защита ЛР.
13	Антенны различного назначения. Антенны НЧ, СЧ и ВЧ.	6	4,05	0	2			0,05	2	Тестирование

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудовое мкость (час.)		
6	Основные понятия. Определение антенн. Основные принципы расчета антенн. Антенна в свободном пространстве.	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточниками, конспектом.	1-2 неделя	2	Тестирование	
6	Основные электрические понятия антенн.		3-4 неделя	2	Тестирование	
6	Параметры приемных антенн.		5 неделя	2	Тестирование	
6	Элементарные излучатели.		6 неделя	2	Тестирование	
6	Согласование в антенно-фидерном тракте. Волны в фидерных линиях.	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточниками, конспектом. Компьютерное моделирование антенн.	7 неделя	2	Письменный текущий контроль. Защита ЛР.	
6	Симметричный электрический вибратор.		8-9 неделя	2	Письменный текущий контроль. Защита ЛР.	
6	Система связанных электрических вибраторов.		10 неделя	2	Тестирование	
6	Линейные антенные решетки. Направленные свойства линейных антенных решеток.		11 неделя	2	Письменный текущий контроль. Защита ЛР.	
6	Возбужденные поверхности.	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточниками, конспектом.	12 неделя	2	Тестирование	
6	Рупорные антенны.		13 неделя	3	Письменный текущий контроль. Защита ЛР.	
6	Антенны различного назначения. Антенны КВЧ и СВЧ.		14 неделя	2	Тестирование	
6	Антенны различного назначения. Антенны ОВЧ и УВЧ.		15 неделя	4	Письменный текущий контроль. Защита ЛР.	
6	Антенны различного назначения. Антенны НЧ, СЧ и ВЧ.		16 неделя	2	Тестирование	
<b>Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)</b>				<b>29</b>		

### 4.3. Содержание учебного материала

1. Основные понятия. Определение антенн. Основные принципы расчета антенн. Антенна в свободном пространстве.
2. Основные электрические понятия антенн.
3. Параметры приемных антенн.
4. Элементарные излучатели.
5. Согласование в антенно-фидерном тракте. Волны в фидерных линиях.
6. Симметричный электрический вибратор.
7. Система связанных электрических вибраторов.
8. Линейные антенные решетки. Направленные свойства линейных антенных решеток.
9. Возбужденные поверхности.
10. Рупорные антенны.
11. Антенны различного назначения. Антенны КВЧ и СВЧ.
12. Антенны различного назначения. Антенны ОВЧ и УВЧ.
13. Антенны различного назначения. Антенны НЧ, СЧ и ВЧ.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	5	ПЗ1 Знакомство с программой MMANA GAL. Согласование простой антенны (компьютерное моделирование) ЛР1 Согласование антенно-фидерного устройства с приемопередатчиком	6		Письменный текущий контроль. Защита ЛР.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
2	6	ПЗ2 Исследование свойств симметричного электрического вибратора (компьютерное моделирование) ЛР2 Исследование характеристик направленности симметричных электрических вибраторов	12		Письменный текущий контроль. Защита ЛР.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
3	8	ПЗ3 Исследование линейных антенных решеток	10		Письменный текущий контроль.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>

		(компьютерное моделирование) ЛР3 Исследование характеристик направленности и диапазонных свойств телевизионных антенн дециметрового диапазона».			Защита ЛР.	
4	10	ПЗ4 Решение задач ЛР4 Исследование характеристик рупорных антенн	10		Письменный текущий контроль. Защита ЛР.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
5	12	ПЗ5 Исследование антенн типа волновой канал (компьютерное моделирование) ЛР5 Исследование характеристик направленности фазированной линейки спиральных облучателей	10		Письменный текущий контроль. Защита ЛР	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Основные понятия. Определение антенн. Основные принципы расчета антенн. Антенна в свободном пространстве.	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ1.	ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>
2	Основные электрические понятия антенн.	Подготовка к выполнению ЛР1.	ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>
3	Параметры приемных антенн.		ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>
4	Элементарные излучатели.		ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>
5	Согласование в антенно-фидерном тракте. Волны в фидерных линиях.	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ1. Подготовка к защите ЛР1.	ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>
6	Симметричный электрический вибратор.	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ2. Подготовка к защите ЛР2.	ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>



7	Система связанных электрических вибраторов.	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ3. Подготовка к защите ЛР3.	ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>
8	Линейные антенные решетки. Направленные свойства линейных антенных решеток.		ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>
9	Возбужденные поверхности.	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ4. Подготовка к защите ЛР4.	ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>
10	Рупорные антенны.		ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>
11	Антенны различного назначения. Антенны КВЧ и СВЧ.	Осмысление материала лекций. Подготовка к ПЗ5. Подготовка к защите ЛР5.	ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>
12	Антенны различного назначения. Антенны ОВЧ и УВЧ.		ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>
13	Антенны различного назначения. Антенны НЧ, СЧ и ВЧ.		ПК-4	ИДК <sub>ПК4.1</sub>

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными, знаниями, умениями и навыками, опытом творческой и исследовательской деятельности по направлению подготовки. Основной формой самостоятельной работы является изучение учебного материала дисциплины по конспекту лекций, с привлечением рекомендованной литературы. Для работы с литературой используются в библиотечный алфавитный и систематический каталоги, а так же ресурсы сети Интернет. Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после полного уяснения предыдущего. Если в процессе самостоятельной работы над изучением учебного материала возникают вопросы необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ

Выполнение курсовых работ не предусмотрено учебным планом

### V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### а) основная литература

1. Антенны и устройства (СВЧ): расчет и измерение характеристик : учебное пособие для вузов / Ю. Е. Мительман, Р. Р. Абдуллин, С. Г. Сычугов, С. Н. Шабунин ; под общей редакцией Ю. Е. Мительмана. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 138 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08002-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492640+>
2. Терминологический словарь по антенно-фидерным устройствам : учебное пособие для вузов / И. А. Зеленин, Д. В. Журавлёв, Ю. Г. Пастернак, С. М. Федоров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-8277-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187478+>

3. Сажин В. И. Компьютерное моделирование направленных свойств антенн : учеб. пособие / В. И. Сажин, С. В. Унучков. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 86 с. Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.  
<https://isu.bibliotech.ru/Reader/Book/2015112909201770467400001060.+>

**б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная библиотека ИГУ [http://library.isu.ru/ru/resources/edu\\_resources/index.html](http://library.isu.ru/ru/resources/edu_resources/index.html)
2. БД книг и продолжающихся изданий  
[http://elibnb.library.isu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.htm?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IRCAT&P21DBN=IRCAT](http://elibnb.library.isu.ru/cgi-bin/irbis64r_15/cgiirbis_64.htm?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IRCAT&P21DBN=IRCAT)
3. Электронный читальный зал «БиблиоТех» <https://isu.bibliotech.ru/>
4. Электронная библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>
5. Электронная библиотечная система «РУКОНТ» <http://rucont.ru>

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Лаборатория 317 для проведения практических и лабораторных занятий, оснащенная лабораторным оборудованием/комплексом по изучению антенно-фидерных устройств, персональными компьютерами, специальным программным обеспечением и свободным доступом в сеть Internet.

### **6.2. Программное обеспечение:**

1. Программа моделирования антенн MMANA-GAL – базовая версия.
2. Microsoft OfficeProPlus 2013 RUS OLP NL Acdmc. Контракт № 03-013-14 от 08.10.2014.Номер Лицензии Microsoft 45936786. Бессрочно.
3. WinPro10 Rus Upgrd OLP NL Acdmc. Сублицензионный договор № 502 от 03.03.2017 Счет № ФРЗ- 0003367 от 03.03.2017 Акт № 4496 от 03.03.2017 Лицензия № 68203568. Бессрочно.
4. Kaspersky Free (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: <http://www.kaspersky.ru/free-antivirus/> . Бессрочно.

### **6.3. Технические и электронные средства:**

В ходе учебного процесса используются технические средства обучения и контроля знаний студентов (презентации, контролирующих программ, демонстрационных установок), использование которых предусмотрено методической концепцией преподавания

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

На лекциях используются активные методы обучения (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций). Практические занятия проводятся в интерактивной форме. Лабораторные работы проводятся с использованием ПЭВМ с последующей защитой.

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Текущий контроль реализуется в виде проведения тестирования, а также письменного текущего контроля на ПЗ1-ПЗ5, при защите лабораторных работ ЛР1-ЛР5. Текущий контроль направлен на выявление сформированности компетенции ПК-2.

### Примерные вопросы для текущего контроля:

1. Основные понятия. Определение антенны. Основные принципы расчета антенн. Антенна в свободном пространстве.
2. Основные электрические параметры антенн (передающий режим).
3. Параметры приемных антенн.
4. Ближняя и дальняя зона излучения антенны.
5. Элементарные излучатели ЭЭИ.
6. Элементарные излучатели ЭЦИ.
7. Элементарные излучатели ЭЭИ.
8. Элементарные излучатели ЭЭР.
9. Элементарные излучатели (элементарный участок фронта волны, элемент Гюйгенса).
10. Симметричный электрический излучатель. Распределение токов.
11. Симметричный электрический излучатель. Характеристика направленности.
12. Симметричный электрический излучатель. Сопротивление излучения. Входное сопротивление.
13. Система связанных вибраторов.
14. Антенные решетки. Направленные свойства.
15. Антенные решетки. Режимы работы.
16. Излучающие (возбужденные поверхности).
17. Рупорные антенны.
18. Антенны КВЧ и СВЧ.
19. Антенны ОВЧ и УВЧ.
20. Антенны НЧ, СЧ, ВЧ.
21. Антенна волновой канал.
22. Антенна спиральная.
23. Антенна логопериодическая.
24. Коллинеарная антенна.

### Пример заданий к практическим занятиям:

1. Рассчитать размеры СЭВ, работающего на заданной рабочей частоте. Выполнить моделирование данной антенны в MMana-GAL.
2. Выполнить согласование антенны в программе MMana-GAL, модель антенны задается преподавателем. Согласование выполнять изменением размеров антенны – оптимизацией.
3. Выполнить согласование антенны в программе MMana-GAL, модель антенны задается преподавателем. Согласование выполнять подключением реактивной нагрузки.
4. Определить диапазон рабочих частот антенны. Работа выполняется в программе MMana-GAL, модель антенны задается преподавателем.

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:**

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	Тестирование	Основные понятия. Определение антенн. Основные принципы	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>

		расчета антенн. Антенна в свободном пространстве.	
2	Тестирование	Основные электрические понятия антенн.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
3	Тестирование	Параметры приемных антенн.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
4	Тестирование	Элементарные излучатели.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
5	Собеседование при защите отчета	Согласование в антенно-фидерном тракте. Волны в фидерных линиях.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
6	Собеседование при защите отчета	Симметричный электрический вибратор.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
7	Тестирование	Система связанных электрических вибраторов.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
8	Собеседование при защите отчета	Линейные антенные решетки. Направленные свойства линейных антенных решеток.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
9	Тестирование	Возбужденные поверхности.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
10	Собеседование при защите отчета	Рупорные антенны.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
11	Тестирование	Антенны различного назначения. Антенны КВЧ и СВЧ.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
12	Собеседование при защите отчета	Антенны различного назначения. Антенны ОВЧ и УВЧ.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
13	Тестирование	Антенны различного назначения. Антенны НЧ, СЧ и ВЧ.	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
14	Тестирование	Все разделы	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>
15	Подготовка к экзамену	Все разделы	ПК-4 ИДК <sub>ПК4.1</sub>

**Демонстрационный вариант теста для проверки сформированности компетенции ПК-4**

1. Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ.

Спиральная антенна представляет разновидность:

- А) антенны бегущей волны;
- Б) низкопрофильной антенны;
- В) логопериодической антенны;
- Г) апертурной антенны

2. Задание с множественным выбором. Выберите несколько правильных ответов.  
Как известно свойства фазированных решеток определяются отношением  $d/\lambda$ . Увеличение данного отношения  $d/\lambda$  ведет к
- А) увеличению числа боковых лепестков;
  - Б) к уменьшению числа боковых лепестков;
  - В) к увеличению ширины диаграммы направленности;
  - Г) к сужению ширины диаграммы направленности;
3. Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ.  
При каких условиях (сдвиге фаз) линейная антенная решетка работает в режиме осевого излучения?
- А) при сдвиге фаз  $\Delta\psi = k \cdot d$ ;
  - Б) при синфазном возбуждении всех элементов  $\Delta\psi = 0$ ;
  - В) при сдвиге фаз, удовлетворяющем условию  $0 < \Delta\psi < k \cdot d$ ;
4. Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ.  
КНД  $D(\theta)$  в произвольном направлении  $\theta$  определяется через КНД в направлении максимального излучения  $D_0$  и значение нормированной характеристики направленности в этом направлении  $F(\theta)$  зависимостью:
- А)  $D(\theta) = F(\theta) \cdot D_0$ ;
  - Б)  $D(\theta) = F(\theta)^2 \cdot D_0$ ;
  - В)  $D(\theta) = F(\theta) \cdot D_0^2$ ;
  - Г)  $D(\theta) = F(\theta) \cdot D_0^{0.5}$ ;
5. Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ.  
Уровень бокового излучения в нормированной характеристике направленности по напряженности поля равен -40 дБ, что соответствует:
- А) 1,0 В/м;
  - Б) 0,1 В/м;
  - В) 0,01 В/м;
  - Г) 1,2 В/м;
6. Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ.  
В чем принципиальная разница между первичным и вторичным линейным симметричным электрическим вибратором в системе двух связанных вибраторов?
- А) первичный излучатель работает в режиме директора, вторичный в режиме рефлектора;
  - Б) вторичный излучатель связан с питающим фидером, первичный не связан с питающим фидером;
  - В) первичный излучатель связан с питающим фидером, вторичный не связан с питающим фидером;
  - Г) вторичный излучатель работает в режиме директора, первичный в режиме рефлектора;
7. Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ.  
В фидере, идеально согласованном с передающей антенной, значение коэффициента бегущей волны равно:
- А) 1,0;
  - Б) 0;
  - В)  $-\infty$ ;

Г) 1,5;

8. Задание с единичным выбором. Выберите один правильный ответ.

В поле излучения линейного симметричного электрического вибратора в свободном пространстве напряженность электрического поля в дальней зоне с ростом расстояния  $r$ :

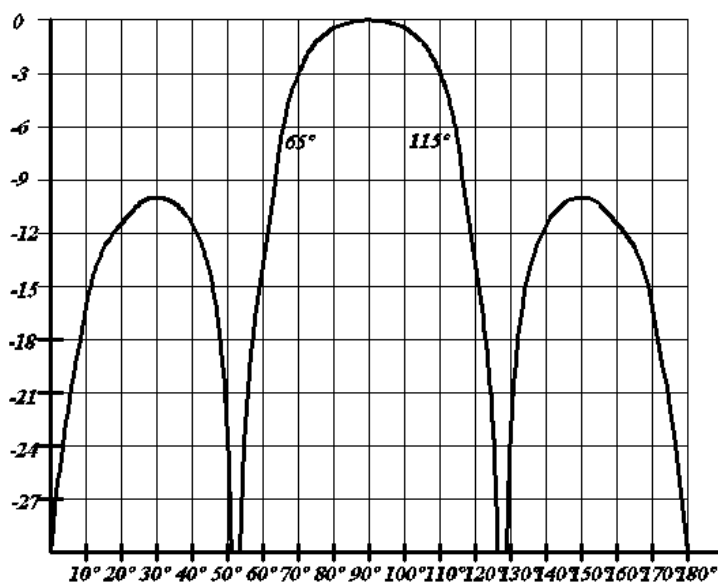
- А) убывает как  $\frac{1}{r}$ ;
- Б) не изменяется;
- В) убывает как  $\frac{1}{r^3}$ ;
- Г) убывает как  $\frac{1}{r^2}$ ;

9. Задание с открытым ответом. Введите ответ.

В системе связи, использующей для передачи радиоволны с длиной волны  $\lambda=7$  см, применяется антенна с геометрической площадью излучаемой поверхности  $490$  см<sup>2</sup>. Коэффициент использования излучающей поверхности  $k=0,8$ . Определить коэффициент направленного действия (ответ ввести в дБ, с точностью до одного знака после запятой)

10. Задание с открытым ответом. Введите ответ

На рисунке представлена диаграмма направленности рупорной антенны в декартовой системе координат с логарифмическим масштабом по оси ординат. Необходимо определить ширину диаграммы направленности  $2\theta_{0,5}$  (ответ записывайте в градусах, округление производить по правилам математики, вносить только целую часть)



11. Задание с открытым ответом. Введите ответ

КНД элементарного электрического излучателя в направлении максимального излучения равен .... Ответ ввести в виде соответствующего числа, с одним знаком после запятой, например, 3,5

12. Задание с открытым ответом. Введите ответ

Дана линейная антенная решетка, состоящая из двух элементов: первичного и вторичного. Полное реактивное сопротивление вторичного излучателя имеет индуктивный характер. В этом случае вторичный излучатель работает в режиме (ответ введите в именительном падеже)

## Перечень теоретических вопросов к экзамену

1. Основные электрические параметры антенн. Понятие дальней и ближней зоны.
2. Основные электрические параметры антенн. Режим приема волн.
3. Элементарные излучатели. Элементарный электрический излучатель.
4. Элементарные излучатели. Элементарный щелевой излучатель.
5. Элементарные излучатели. Элементарная электрическая рамка.
6. Элементарные излучатели. Элементарный участок фронта волны.
7. Симметричный электрический вибратор. Общие понятия, распределение тока на вибраторе. Распределение заряда на вибраторе.
8. Направленные свойства симметричного электрического вибратора. Амплитудная диаграмма направленности.
9. Сопротивление излучения. Входное сопротивление. Коэффициент направленного действия.
10. Согласование антенно-фидерных устройств. Режимы в волноводном тракте.
11. Система двух связанных вибраторов. Направленные свойства системы из двух связанных вибраторов.
12. Расчет тока в пассивных вибраторах. Коэффициент направленного действия. Действующая длина системы вибраторов.
13. Линейные электрические вибраторы вблизи отражающей поверхности. Метод зеркальных отражений. Несимметричный заземленный вибратор.
14. Линейные антенные решетки. Режим нормального излучения. Режим наклонного излучения. Режим осевого излучения. Коэффициент направленного действия линейных эквидистантных решеток.
15. Общие сведения об антеннах бегущей волны. Антенны «волновой канал» для диапазона УКВ.
16. Общие сведения об антеннах бегущей волны. Спиральные антенны для диапазона УКВ.
17. Питание вибраторных антенн. Конструкции вибраторных антенн. (Согласование, Симметрирование)
18. Коллинеарные антенны (Метровый, Дециметровый диапазон). Основы. Принципы построения. Коэффициент направленного действия линейных эквидистантных решеток.
19. Логопериодические антенны.
20. Излучающие (возбужденные поверхности).
21. Рупорные антенны.
22. Антенны различных диапазонов: антенны КВЧ и СВЧ.
23. Антенны различных диапазонов: антенны ОВЧ и УВЧ.
24. Антенны различных диапазонов: Антенны НЧ, СЧ, ВЧ.

## Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

1. Рассчитать волновое сопротивление и коэффициент затухания симметричной двухпроводной воздушной линии, работающей на частоте  $F=100$  МГц. Диаметр линии  $d=3$  мм, расстояние между ними  $D=200$  мм.
2. Сопротивление излучения проволочной передающей антенны  $R_{вх}=10$  Ом, сопротивление потерь в антенне  $R_{п}=5$  Ом. Определить КНД и КУ антенны в направлении максимума ДН, если эффективная длина антенны  $l_{эф}=3$  м, а длина волны  $12$  м.
3. Элементарный электрический вибратор длиной  $0,02$  м на частоте  $300$  МГц возбуждается током, амплитуда, которого равна  $1$  А. Определить мощность излучения вибратора.

4. Мощность, отдаваемая приемной антенной в несогласованную нагрузку  $P = 1 \text{ мВт}$ . Активная часть входного сопротивления антенны  $R_{вх} = 300 \text{ Ом}$ , а возбуждаемая в ней ЭДС равна  $400 \text{ мВ}$ . Определить коэффициент согласования антенны с нагрузкой. Потерями пренебречь

5. Определить эффективную площадь симметричного приемного вибратора без потерь, длина которого  $0,75\lambda$ . Сравнить эту площадь с эффективной площадью приемной антенны, длина которой  $0,5\lambda$ .

6. Определить входное сопротивление вертикальной заземленной антенны, имеющей высоту, равную половине длины волны. Волновое сопротивление антенны  $400 \text{ Ом}$ .

7. Антенна, состоящая из двух активных полуволновых вибраторов, расположенных на расстоянии  $d = 0,8\lambda$  друг от друга, возбуждается так, что отношение амплитуд токов в вибраторах  $m = 0,5$ , а сдвиг фаз  $\Delta\Phi = \pi$ . Определить сопротивление излучения и максимальный КНД антенны.

8. Определить сопротивление излучения линейной эквидистантной ( $d = 0,4\lambda$ ) решетки, состоящей из  $N = 3$  синфазных полуволновых вибраторов.

9. Антенна волновой канал имеет четыре директора и работает на частоте  $F = 75 \text{ МГц}$ . Общая длина антенны  $L = 2 \text{ м}$ . Рассчитать и построить в полярных координатах нормированные амплитудные ДН в плоскостях  $E$  и  $H$ .

10. Оценить коэффициент направленного действия рупорной антенны при заданных размерах рупора.

11. Дана линейная антенная решетка, состоящая из трех полуволновых симметричных электрических вибраторов, шаг решетки  $d = \lambda/3$ . Определить условия осевого режима работы для данной антенной решетки.

12. Дана линейная антенная решетка, состоящая из трех полуволновых симметричных электрических вибраторов, шаг решетки  $d = \lambda/4$ . Определить условия наклонного режима работы ( $\theta = 5^\circ$ ) для данной антенной решетки.

**Разработчики:**



доцент кафедры РЭиРФ Шустов Н.П.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учитывает рекомендации ПООП по направлению и профилю подготовки **10.03.01 Информационная безопасность**

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники «8» апреля 2024 г. протокол № 8

И.О. зав. кафедрой  Колесник С.Н.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*