

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и  
электроники

/ В.А. Небольсин /  
«16» декабря 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**  
**«Антенно-фидерные устройства**  
**беспилотных авиационных систем»**

**Направление подготовки (специальность) 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств»**

**Профиль (специализация) программа «Автоматизированное проектирование радиоэлектронных модулей беспилотных авиационных систем»**

**Квалификация выпускника Магистр**

**Нормативный период обучения 2 года**

**Форма обучения Очная**

**Год начала подготовки 2023 г.**

Автор программы

/Самодуров А.С./

Заведующий кафедрой  
конструирования и производства  
радиоаппаратуры

/Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

/Башкиров А.В./

**Воронеж 2022**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Теоретическое освоение основных разделов теории электромагнитного поля, линий передач и антенн и физически обоснованное использование теории электромагнитного поля при проектировании фидерных устройств и антенн беспилотных авиационных систем в соответствии с заданными требованиями и подготовка соответствующей конструкторской документации (КД).

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение принципа действия основных разделов теории электромагнитного поля, линий передач и антенн и физически обоснованное использование теории электромагнитного поля при проектировании антенно-фидерных устройств беспилотных авиационных систем. Изучение представления в КД конструкций различных линий передач и антенн.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Антенно-фидерные устройства беспилотных авиационных систем» относится к дисциплинам вариативной части блока Б.1 учебного плана.

# 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Антенно-фидерные устройства беспилотных авиационных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования радиоэлектронных модулей беспилотных авиационных систем.

ПК-3 - Способен проектировать функциональные блоки, модули, устройства и комплексы электронных средств беспилотных авиационных систем с учетом заданных требований.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	<p><b>Знать:</b> основы теории электромагнитного поля, основные характеристики направляемых электромагнитных волн, основы теории электрических цепей, основные характеристики линий передач и антенн</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования линий передачи и антенн, выполнять расчет и проектирование линий передачи и антенн для электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>

	<b>Владеть:</b> навыками работы по исследованию структуры электромагнитного поля, проведению расчетов основных характеристик линий передач и антенн
ПК-3	<b>Знать:</b> основы теории электромагнитного поля, основные характеристики направляемых электромагнитных волн, основы теории электрических цепей, основные характеристики линий передач и антенн
	<b>Уметь:</b> осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования линий передачи и антенн, выполнять расчет и проектирование линий передачи и антенн для электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
	<b>Владеть:</b> навыками работы по исследованию структуры электромагнитного поля, проведению расчетов основных характеристик линий передач и антенн

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Антенно-фидерные устройства беспилотных авиационных систем» составляет 3 зачетных единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72			
В том числе:					
Лекции	36	36			
Практические занятия (ПЗ)					
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
<b>Самостоятельная работа</b>	36	36			
Часы на контроль					
Курсовой проект					
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	+			
Вид промежуточной аттестации – экзамен					
Общая трудоемкость	час	108	108		
	зач. ед.	3	3		

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Классификация, основные характеристики и параметры антенн.	1. Назначение и классификация антенных устройств. 2. Основные характеристики и параметры передающих антенн. 3. Основные параметры приемных антенн. 4. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн.	4	4	4	12
2	Симметричный вибратор.	1. Распределение тока и заряда в симметричном вибраторе. 2. Поле излучения симметричного вибратора. 3. Основные параметры симметричного вибратора. 4. Укорочение симметричного вибратора и его питание.	4	4	4	12
3	Антенные решетки.	1. Направленные свойства системы из двух вибраторов. 2. Направленные свойства линейных антенных решеток. Правило перемножения диаграмм направленности. 3. Характеристики и параметры плоской антенной решетки. 4. Кольцевые антенные решетки.	4	4	4	12
4	Вибраторные антенны.	1. Вертикальный несимметричный вибратор (штыревая антенна). 2. Штыревые и дискоконусные антенны, их основные характеристики. 3. Директорные антенны, их основные характеристики. 4. Логопериодические антенны, их основные характеристики.	4	4	4	12
5	Спиральные, щелевые и рамочные антенны.	1. Основные характеристики и параметры спиральных антенн. 2. Основные характеристики и параметры щелевых антенн. 3. Основные характеристики и параметры рамочных антенн.	4	4	4	12
6	Основы теории антенн СВЧ. Рупорные и линзовые антенны.	1. Поле излучения плоского раскрыва. Влияние амплитудного и фазового распределения на направленные свойства излучающего раскрыва. 2. Характеристики и параметры рупорных антенн. 3. Назначение и классификация линз. Характеристики и параметры линзовых антенн.	4	4	4	12
7	Зеркальные антенны.	1. Устройство, принцип работы и классификация зеркальных антенн. 2. Параболическая антенна и ее основные характеристики. 3. Понятие о ФАР.	4	4	4	12
8	Способы описания и классификация многополюсников фидерного тракта	1. Назначение и состав типового фидерного тракта. 2. Способы описания многополюсников фидерного тракта. 3. Классификация многополюсников фидерного тракта.	4	4	4	12
9	Общие сведения об авиационных АФУ	1. Антенны авиационных систем радиосвязи. 2. Антенны авиационных систем радионавигации. 3. Антенны авиационных радиолокационных систем. 4. Антенны разведывательных систем. 5. Антенны систем РЭБ.	4	4	4	12
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Переходы волновых устройств
2. Согласующие волноводные устройства
3. Исследование объемного резонатора
4. Исследование коаксиальных линий передач
5. Конструктивный анализ различных волноводных линий передач
6. Исследование вибраторных антенн
7. Исследование антенных решеток антенн
8. Исследование рупорных и рупорно-линзовых антенн

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Учебным планом по дисциплине не предусмотрено выполнение курсовой работы.

Учебным планом по дисциплине не предусмотрено выполнение контрольной работы.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

#### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-2	<b>Знать:</b> основы теории электромагнитного поля, основные характеристики направляемых электромагнитных волн, основы теории электрических цепей, основные характеристики линий передач и антенн	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<b>Уметь:</b> осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования линий передачи и антенн, выполнять расчет и проектирование линий передачи и антенн для электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Владеть:</b> навыками работы по исследованию структуры электромагнитного поля, проведению расчетов основных характеристик линий передач и антенн	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	<b>Знать:</b> основы теории электромагнитного поля, основные характеристики направляемых электромагнитных волн, основы теории электрических цепей, основные характеристики линий передач и антенн	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Уметь:</b> осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования линий передачи и антенн, выполнять расчет и проектирование линий передачи и антенн для электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Владеть:</b> навыками работы по исследованию структуры электромагнитного поля, проведению расчетов основных характеристик линий передач и антенн	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения по системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	<b>Знать:</b> основы теории электромагнитного поля, основные характеристики направляемых электромагнитных волн, основы теории электрических цепей, основные характеристики линий передач и антенн	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Уметь:</b> осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования линий передачи и антенн, выполнять расчет и проектирование линий передачи и антенн для электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<b>Владеть:</b> навыками работы по исследованию структуры электромагнитного поля, проведению расчетов основных характеристик линий передач и антенн	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	<b>Знать:</b> основы теории электромагнитного поля, основные характеристики направляемых электромагнитных волн, основы теории электрических цепей, основные характеристики линий передач и антенн	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<p><b>Уметь:</b> осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования линий передачи и антенн, выполнять расчет и проектирование линий передачи и антенн для электронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>Решение стандартных практических задач</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p><b>Владеть:</b> навыками работы по исследованию структуры электромагнитного поля, проведению расчетов основных характеристик линий передач и антенн</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Два точечных заряда взаимодействуют с силой 8 мН. Какова будет сила взаимодействия (в мН) между зарядами, если, не меняя расстояния между ними, величину каждого из зарядов увеличить в 2 раза?

- а) 16;
- б) 24;
- в) 32;
- г) 44;
- д) нет правильного ответа.

2. Два одинаковых по размеру металлических шарика несут заряды 7 мкКл и  $-3$  мкКл. Шарик привели в соприкосновение и развели на некоторое расстояние, после чего сила их взаимодействия оказалась равной 40 Н. Определите это расстояние (в см).

- а) 13;
- б) 2;
- в) 1;
- г) 0,5;
- д) 0,3.

3. Плоская гармоническая волна ТЕМ распространяется по направлению оси  $z$  и при  $z = 0$  переходит из одного диэлектрика в другой. Ось  $y$  параллельна направлению вектора  $E$  Параметры среды:

для  $z < 0$   $\epsilon = 1, \mu = 1, \sigma = 0$  для  $z \geq 0$   $\epsilon_1 \mu_1 \sigma_1$

для  $\gamma = 0$ ,  $\beta = 4$ ,  $\alpha = 0$ ,  $\omega = 2\pi \cdot 10^8$  рад/с

Частота волны = 3 ГГц, амплитуда вектора напряженности электрического поля при  $z = 0$  = 1 мВ/м.  $f = 3 \text{ ГГц}$ ,  $E_0 = 1 \text{ мВ/м}$

Найти величину векторов напряженности электрического и магнитного полей.

а)  $E_{ml} = 1,5 \cdot 10^{-3} e^{-j120\pi z} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-j120\pi z} \text{ В/м,}$

$H_{ml} = 3,98 \cdot 10^{-6} \cdot e^{j120\pi z} + 1,3 \cdot 10^{-6} \cdot e^{j120\pi z} \text{ А/м,}$

б)  $E_{ml} = 1,5 \cdot 10^{-3} e^{j120\pi z} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot e^{j120\pi z} \text{ В/м,}$

$H_{ml} = 3,98 \cdot 10^{-6} \cdot e^{j120\pi z} + 1,3 \cdot 10^{-6} \cdot e^{j120\pi z} \text{ А/м,}$

в)  $E_{ml} = 1,5 \cdot 10^{-3} e^{-j120\pi z} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-j120\pi z} \text{ В/м,}$

$H_{ml} = 3,98 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-j120\pi z} + 1,3 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-j120\pi z} \text{ А/м,}$

г)  $E_{ml} = 0,5 \cdot 10^{-3} e^{-j120\pi z} + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot e^{j120\pi z} \text{ В/м,}$

$H_{ml} = 1,3 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-j120\pi z} + 3,98 \cdot 10^{-6} \cdot e^{j120\pi z} \text{ А/м}$

4. Кабель РК-75 длиной 14,5 м с изоляцией из полиэтилена ( $\epsilon = 2,3$ ) замкнут накоротко и питается генератором с частотой 50 МГц. Определить входное сопротивление кабеля

а)  $z = -j75 \text{ Ом}$

б)  $z = j75 \text{ Ом}$

в)  $z = 10 + j75$

г)  $z = -j25$

5. Линия без потерь имеет волновое сопротивление  $\rho = 100 \text{ Ом}$  и нагружена на чисто индуктивное сопротивление, равное  $X_n = 50 \text{ Ом}$ . Найти входное сопротивление линии на частоте  $f = 3 \text{ МГц}$  при длине линии  $l = 5 \text{ м}$

а)  $z = -j98 \text{ Ом}$

б)  $z = j98 \text{ Ом}$

в)  $z = 13 + j75$

г)  $z = 13 + j75$

6. От каких параметров зависит волновое сопротивление коаксиального кабеля

а) только от диэлектрической проницаемости диэлектрика;

б) от диэлектрической проницаемости диэлектрика и толщины внутреннего проводника;

в) от диэлектрической проницаемости диэлектрика и отношения диаметров внешнего и внутреннего проводников;

г) от отношения диаметров внешнего и внутреннего проводников.

7. Какое волновое сопротивление должен иметь кабель четверть волнового трансформатора для согласования активных сопротивлений 100 и 50 Ом

а) 50 Ом

б) 75 Ом

в) 30 Ом

г) 71 Ом

8. Какие типы волн могут распространяться в заполненном воздухом прямоугольном волноводе сечением  $b \times a = 5 \times 2,5 \text{ см}$  при частоте  $f = 7,5 \text{ ГГц}$ .

а)  $H_{10}$ ,  $H_{20}$ ,  $H_{11}$ ;

- б)  $H_{10}, H_{20}, H_{01}, H_{11}, E_{11}$ ;
- в)  $H_{10}, H_{20}, H_{01}, H_{11}, E_{11}, E_{01}$ ;
- г)  $H_{10}, H_{20}, H_{01}, H_{11}$

9. Предельная мощность, которую можно передать по волноводу МЭК-100 сечением  $a \times b = 23 \times 10$  мм на частоте  $f = 9375$  МГц, если волновод заполнен воздухом. Равна

- а) 41 кВт;
- б) 309 кВт;
- в) 110 кВт;
- г) 126 кВт.

10. Определить критическую длину волны в круглом волноводе, в котором распространяется волна  $H_{11}$  с частотой  $f = 10$  ГГц при длине волны в волноводе  $\lambda = 4,5$  см. Найти диаметр волновода.

- а)  $\lambda = 4,71$  см,  $D = 2,66$  см;
- б)  $\lambda = 4,89$  см,  $D = 2,64$  см;
- в)  $\lambda = 4,03$  см,  $D = 2,36$  см;
- г)  $\lambda = 3,79$  см,  $D = 2,06$  см.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определите размеры прямоугольного волновода так, чтобы в нем распространялась только волна  $H_{10}$ . Длина волны генератора  $l_g = 10$  см.
2. Дан волновод сечением  $a \times b = 2 \times 1$  см, длина волны генератора  $l_g = 3$  см. В волноводе используется основной тип волны. Необходимо определить: длину волны в волноводе, фазовую скорость, волновое сопротивление, скорость передачи энергии или групповую скорость.
3. Какие типы волн могут распространяться в прямоугольном волноводе с поперечными размерами  $72 \times 34$  мм, если длина волны генератора  $l_g = 5$  см?
4. Вычислите длину волны в прямоугольном волноводе с поперечными размерами  $72 \times 34$  мм при работе на основной волне, если длина волны генератора равна 10 см.
5. Вычислите критическую длину волны для волны  $E_{11}$ , в прямоугольном волноводе с поперечными размерами  $3 \times 2$  см.
6. Определите, какие типы волн могут распространяться в заполненном воздухом прямоугольном волноводе с размерами сечения  $a = 2,5$  см и  $b = 5$  см при частоте генератора  $f = 7,5 \times 10^9$  Гц, найдите критическую длину волны и длины волн в волноводе для всех волн, распространяющихся в нем.
7. В волноводе с воздушным диэлектриком возбуждается волна  $H$ , для которой критическая частота равна 2000 МГц. Рассчитайте постоянную (коэффициент) распространения, волновое сопротивление, фазовую и групповую скорости и длину волны в волноводе, если частота генератора равна 3 ГГц.
8. Определите, какие типы волн могут распространяться в волноводе с размерами сечения  $72 \times 34$  мм на частотах 2, 3 и 4,8 ГГц.

9. Вычислите длину волны в прямоугольном волноводе с поперечными размерами 72 x 34 мм при работе на основной волне, если длина волны генератора равна 11 см.

10. Рассчитайте коэффициент распространения волны основного типа, распространяющейся в круглом волноводе радиусом 33 мм, и волновое сопротивление, если частота колебаний равна 3 ГГц.

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. По конструкции дроссельно-фланцевого соединения двух волноводов оцените рабочую частоту радиотехнической системы, в которой используется данное соединение.

2. Для соединения двух прямоугольных волноводов (23 x 10), расположенных ортогонально друг другу, необходимо использовать двойной уголок, размеры которого требуется рассчитать.

3. По конструкции волноводной скрутки оцените рабочую частоту радиотехнической системы, в которой используется скрутка.

4. По конструкции волноводного изгиба оцените рабочую частоту радиотехнической системы, в которой используется изгиб.

5. По конструкции кольцевого моста, собранного на полосковой линии, оцените рабочую частоту радиотехнической системы, в которой используется кольцевой мост.

6. Рассчитайте ВЦМ на основе волновода 28 x 12.

7. По конструкции антенно-фидерного тракта, в который входит секция дифференциального фазового сдвига для волн с различной поляризацией, оцените относительную диэлектрическую проницаемость диэлектрической вставки.

8. Какие типы волн могут распространяться в прямоугольном волноводе с поперечными размерами 28,5 x 12,6 мм, если длина волны генератора 2 см?

9. Рассчитайте радиус круглого волновода, предназначенного для передачи энергии на основной волне при средней частоте диапазона 2 ГГц. Определите рабочий диапазон частот данного волновода.

10. Рассчитайте мощность потерь в согласованном волноводе с размерами 23 x 10 мм и длиной 10 м на частоте 10 ГГц. Максимальная амплитуда напряженности электрического поля на входе волновода равна 10 кВ/см. Коэффициент затухания мощности в волноводе 0,8 дБ/м.

### **7.2.4. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Назначение и классификация антенных устройств.
2. Основные характеристики и параметры передающих антенн.
3. Основные параметры приемных антенн.
4. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн.
5. Распределение тока и заряда в симметричном вибраторе.
6. Поле излучения симметричного вибратора.

7. Основные параметры симметричного вибратора.
8. Укорочение симметричного вибратора и его питание.
9. Направленные свойства системы из двух вибраторов.
10. Направленные свойства линейных антенных решеток. Правило перемножения диаграмм направленности.
11. Характеристики и параметры плоской антенной решетки.
12. Кольцевые антенные решетки.
13. Вертикальный несимметричный вибратор (штыревая антенна).
14. Штыревые и дискоконусные антенны, их основные характеристики.
15. Директорные антенны, их основные характеристики.
16. Логопериодические антенны, их основные характеристики.
17. Основные характеристики и параметры спиральных антенн.
18. Основные характеристики и параметры щелевых антенн.
19. Основные характеристики и параметры рамочных антенн.
20. Поле излучения плоского раскрыва. Влияние амплитудного и фазового распределения на направленные свойства излучающего раскрыва.
21. Характеристики и параметры рупорных антенн.
22. Назначение и классификация линз. Характеристики и параметры линзовых антенн.
23. Устройство, принцип работы и классификация зеркальных антенн.
24. Параболическая антенна и ее основные характеристики.
25. Понятие о ФАР.
26. Назначение и состав типового фидерного тракта.
27. Способы описания многополюсников фидерного тракта.
28. Классификация многополюсников фидерного тракта.
29. Антенны авиационных систем радиосвязи.
30. Антенны авиационных систем радионавигации.
31. Антенны авиационных радиолокационных систем.
32. Антенны разведывательных систем.
33. Антенны систем РЭБ.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Экзамен не предусмотрен учебным планом

### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса.

Оценка «**Неаттестован**» ставится в случае, если студент продемонстрировал:

-отсутствие знаний значительной части программного материала;

-неправильный ответ хотя бы на один из основных вопросов, существенные и грубые ошибки в ответах на остальные вопросы, непонимание сущности излагаемых вопросов;

-неумение применять теоретические знания при решении практических задач, отсутствие навыков в использовании математического аппарата.

Оценка «**Аттестован**» ставится, если студент продемонстрировал:

-глубокие и твердые знания всего программного материала учебной дисциплины, глубокое понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов, твердые знания основных положений смежных дисциплин;

-четкие, лаконичные, логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на поставленные вопросы;

-умение самостоятельно анализировать и прогнозировать рассматриваемые явления и процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии, использовать математический аппарат и применять теоретические положения к решению практических задач, делать правильные выводы из полученных результатов;

-твердые навыки, обеспечивающие решение практических задач, связанных с предстоящей профессиональной деятельностью.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Классификация, основные характеристики и параметры антенн.	ПК-2, ПК-3	Тест, устный опрос, зачет
2	Симметричный вибратор.	ПК-2, ПК-3	Тест, устный опрос, зачет
3	Антенные решетки.	ПК-2, ПК-3	Тест, устный опрос, зачет
4	Вибраторные антенны.	ПК-2, ПК-3	Тест, устный опрос, зачет
5	Спиральные, щелевые и рамочные антенны.	ПК-2, ПК-3	Тест, устный опрос, зачет
6	Основы теории антенн СВЧ. Рупорные и линзовые антенны.	ПК-2, ПК-3	Тест, устный опрос, зачет
7	Зеркальные антенны.	ПК-2, ПК-3	Тест, устный опрос, зачет
8	Способы описания и классификация многополюсников фидерного тракта.	ПК-2, ПК-3	Тест, устный опрос, зачет
9	Общие сведения об авиационных АФУ.	ПК-2, ПК-3	Тест, устный опрос, зачет

			рос, зачет
--	--	--	------------

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны. Под редакцией Д. И. Воскресенского. 2016 г.
2. В.И.Юдин, А.В.Останков, Электромагнитные поля и волны. Часть 1. Волны в бесконечных и полубесконечных средах: учеб. пособие. 2007 г.
3. А.В.Володько, Р.П.Краснов, В.И.Юдин, Электромагнитные поля и волны. Часть 2. Электромагнитные волны и колебания в волноводах и резонаторах: учеб. пособие. 2008 г.
4. С.И.Баскаков, Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие для вузов 1992 г.
5. Н.А.Семенов, Техническая электродинамика: Учебное пособие для вузов 1973 г.
6. Зеленин И.А. Волноводы, циркуляторы и антенны : лабораторный практикум / Зеленин И.А.. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 367 с. — ISBN 978-5-7731-

0783-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93311.html> (дата обращения: 12.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

7. Организация самостоятельной работы обучающихся : методические указания для студентов, осваивающих основные образовательные программы высшего образования – бакалавриата, специалитета, магистратуры: методические указания / сост. В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина, В.Р. Демидов; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж, 2020. – 14 с.

## **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Перечень ПО, включая перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Word,  
Microsoft Excel,  
Internet Explorer,  
Mmana,  
программный комплекс «Компас 3D LT»,  
расчетная программа на ЭВМ D5.exe для проведения расчета надежности и виброустойчивости различных конструкций РЭС,  
программа “Induct” для обработки экспериментальных данных при выполнении лабораторной работы №3,  
программа “Delays” для конструктивного расчета двухпроводной линии передачи.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> - единое окно доступа к информационным ресурсам;

<http://www.edu.ru/> - федеральный портал «Российское образование»;  
Образовательный портал ВГТУ.

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

<https://docplan.ru/> - бесплатная база ГОСТ.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 7436, 7434, 7426, 7422.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Антенно-фидерные устройства беспилотных авиационных систем» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Подготовка к дифференцированному зачету и экзамену	При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.