



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический
университет» (БГТУ)

Факультет энергетики и электроники

(наименование факультета/института)

Кафедра «Электронные, радиоэлектронные и электротехнические системы»

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

УТВЕРЖДАЮ

**Первый проректор по учебной
работе и цифровизации**

В.А. Шкаберин

«25» апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

«Устройства сверхвысокой частоты и антенны»

(наименование дисциплины)

11.03.01 Радиотехника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Радиоэлектронные системы

(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)

высшее образование – бакалавриат

(уровень образования)

бакалавр

(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)

очная

(форма обучения)

2023

(год набора)

Брянск 2023

Рабочая программа учебной дисциплины
«Устройства сверхвысокой частоты и антенны»

(наименование дисциплины)

11.03.01 Радиотехника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Радиоэлектронные системы

(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)

Разработал(и):

Доцент, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Горбунов А.Н.

(И.О. Фамилия)

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Электронные, радиоэлектронные и
электротехнические системы»

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

« 05 » апреля 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Малаханов

(И.О. Фамилия)

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой

«Электронные, радиоэлектронные и электротехнические системы»

(наименование выпускающей кафедры)

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Малаханов А.А.

(И.О. Фамилия)

© Горбунов А.Н. 2023

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС.....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	7
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	11
5.3. Лекции	14
5.4. Лабораторные работы	17
5.5. Практические занятия	17
5.6. Самостоятельная работа обучающихся	20
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	25
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	26
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	27
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся	27
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	27
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины	28
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем	29
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	29
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	29

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	31
11.1. Методические материалы для педагогических работников	31
11.2. Методические материалы для обучающихся	33
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	34
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины.....	34
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости	34
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся	36
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	37
12.5. Характеристика результатов обучения	37
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	37
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА	38

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Устройства сверхвысокой частоты и антенны» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, профиль «Радиоэлектронные системы».

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – изучение основных теоретических положений, формирующих знания, умения и навыки о работе и проектировании антенно-фидерных устройств, антенн различного назначения и устройств высоких и сверхвысоких частот.

Задачи дисциплины:

- научить обучающегося навыкам и умениям расчетов, проектирования и конструирования антенно-фидерных устройств, антенн и устройств высоких и сверхвысоких частот;
- приобретения навыков и умений для расчетов и конструирования антенн и устройств в соответствии с действующими стандартами и нормативной базой.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС

Дисциплина входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, и реализуется на 3 4 курсе(-ах) в 6 7 семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины: *«Электродинамика и распространение радиоволн», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Радиотехнические системы».*

Параллельно изучаются дисциплины: *«Основы конструирования и технологии приборостроения и производства радиоэлектронных систем», «Цифровые устройства и микропроцессоры».*

Базируются на изучении дисциплины: *«Радиосистемы управления», «Электромеханические системы», «Производственная (преддипломная) практика».*

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ПК-2, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:
--------------------------------	------------------------	--

		знать	уметь	владеть
ПК-2 Готов выполнять расчет, проектирование и конструирование электронных, радиоэлектронных и электротехнических устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием на основе современной элементной базы в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	<p>ПК-2.1. Имеет представление о методиках проведения расчета, электронных, радиоэлектронных и электротехнических устройств различного функционального назначения.</p> <p>ПК-2.2. Проводить расчет, проектирование и конструирование, электронных, радиоэлектронных и электротехнических устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием на основе современной элементной базы в том числе с использованием средств автоматизации проектирования.</p> <p>ПК-2.3. Имеет навыки разработки и оформления конструкторской и технической документации</p>	<p>основные методы проектирования и расчета антенн различного назначения, элементов антенно-фидерного тракта и устройств высоких и сверх высоких частот;</p> <p>основные методы сбора и анализа исходных данных, используемых при проектировании антенн и устройств высоких и сверх высоких частот;</p> <p>речень нормативной документации, используемой при разработке, производстве, монтаже, наладке и эксплуатации антенн и устройств высоких и сверх высоких частот.</p>	<p>использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач при проектировании антенн и устройств высоких и сверх высоких частот;</p> <p>осуществлять патентный поиск по проблемной тематике, обзор и анализ научных публикаций, руководств по проектированию антенн и устройств высоких и сверх высоких частот;</p> <p>осуществлять контроль соответствия разрабатываемой конструкторской и технологической документации стандартам и нормативам.</p>	<p>методами проектирования и моделирования антенн и устройств высоких и сверх высоких частот с учетом воздействия на них случайных факторов;</p> <p>навыками патентного поиска и анализа, обзора и анализа научно-технических источников информации, разработки технического задания с учетом данных о проектируемых антеннах и устройствах высоких и сверх высоких частот;</p> <p>навыками контроля соответствия нормативной документации разрабатываемых антенн и устройств высоких и сверх высоких частот.</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц(ы) (324 академических часа(-ов)). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	А	В	С
1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:	80	-	-	-	-	-	32	48	-	-	-	-	-
1.1. Лекции, час.	32	-	-	-	-	-	16	16	-	-	-	-	-
1.2. Лабораторные работы, час.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
1.3. Практические занятия, час.	48	-	-	-	-	-	16	32	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
2. Самостоятельная работа обучающихся, час.	172	-	-	-	-	-	85	87	-	-	-	-	-
3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:	54												
3.1. Экзамен, семестр	45	7											
3.2. Зачет, семестр	27	6											
3.3. Зачет с оценкой, семестр		-											
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр		-											
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр		-											
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр		-											
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр		-											
Общая трудоемкость (9 з.е.)	324	324											

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Раздел 1. Введение. Антенны и устройства СВЧ в радиосистемах	9	1		0	8

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 1. Общая теория приема и излучения. Характеристики антенн и устройств СВЧ. Особенности расчета и конструирования антенно-фидерных устройств. Классификация антенн и линий передачи. История развития антенн.	9	1			8
Раздел 2. Основы теории линейной передачи СВЧ	20	2		2	16
Тема 2. Классификация линейной передачи СВЧ. Дифференциальные уравнения длинной линии.	9	1			8
Тема 3. Режимы работы длинной линии без потерь. Коэффициент полезного действия длинной линии с потерями.	11	1		2	8
Раздел 3. Характеристики основных типов линий передачи СВЧ	11	1		2	8
Тема 4. Металлические волноводы. Обобщение теории длинных линий на волноводные тракты. Коаксиальные волноводы. Полосковые линии. Соединения линий передачи СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ. Переходы между линиями передачи СВЧ.	11	1		2	8
Раздел 4. Принципы согласования линий передачи СВЧ с нагрузкой	13	1		4	8
Тема 5. Цели согласования. Способы узкополосного согласования. Способы широкополосного согласования. Согласующие устройства в линиях передачи СВЧ.	13	1		4	8
Раздел 5. Основы теории устройств СВЧ	21	2		3	16
Тема 6. Особенности расчета устройств СВЧ. Матричное описание внешних характеристик устройств СВЧ. Принцип взаимности для устройств СВЧ. Матричные формулировки леммы Лоренца. Баланс энергии в устройствах СВЧ. Матричные формулировки теоремы Пойнтинга.	11	1		2	8
Тема 7. Спектральное представление матрицы рассеяния и его применение для анализа устройств СВЧ. Влияние геометрической симметрии устройства СВЧ на его внешние характеристики.	10	1		1	8
Раздел 6. Методы анализа устройств СВЧ	14	1		5	8
Тема 8. Принцип декомпозиции. Объединение устройств СВЧ в общую схему. Проекционные методы анализа устройств СВЧ.	14	1		5	8
Раздел 7. Элементы тракта СВЧ	12	1		3	8

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 9. Нагрузки СВЧ. Делители мощности СВЧ. Управляющие устройства СВЧ. Устройства СВЧ с применением ферритов.	12	1		3	8
Раздел 8. Управляющие устройства СВЧ	23	2		5	16
Тема 10. Устройства управления амплитудой СВЧ-колебаний.	9	1			8
Тема 11. Фазовращатели СВЧ. Поляризаторы СВЧ.	14	1		5	8
Раздел 9. Излучение антенн. Поле излучения и направленность действия антенн	11	1		4	6
Тема 12. Электродинамические основы теории антенн. Понятия ближней, промежуточной и дальней зоны. Векторная комплексная диаграмма направленности антенны. Коэффициент направленного действия и усиления антенны. Сопротивление излучения и входной импеданс антенны. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.	11	1		4	6
Раздел 10. Симметричный вибратор	9	1		2	6
Тема 13. Построение и строгое решение задачи о распределении тока на вибраторе. Приближенная теория вибратора. Поле излучения вибратора и его диаграмма направленности. Сопротивление излучения, действующая высота и входное сопротивление вибратора. Сравнительный анализ строгой и приближенной теории вибратора.	9	1		2	6
Раздел 11. Основы теории антенн. Антенные решетки	11	1		4	6
Тема 14. Антенные решетки и их классификация. Методы расчета характеристик антенных решеток. Излучение линейной синфазной антенны. Излучение плоской и пространственной синфазных решеток. Решетка с линейным набегом фазы. Антенны с электрическим сканированием.	11	1		4	6
Раздел 12. Расчет параметров антенн	20	2		6	12
Тема 15. Расчет параметров антенных решеток. Взаимодействие излучателей в антенной решетке и диаграмма направленности излучателя. Метод наведенных ЭДС. Расчет характеристик антенн с директором и рефлектором.	13	1		6	6

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 16. Антенна типа волновой канал. Антенна бегущей волны и диаграмма направленности линейной антенны. Коэффициент направленного действия антенны бегущей волны.	7	1			6
Раздел 13. Антенны в режиме приема.	8	2		0	6
Тема 17. Параметры и характеристики приемных антенн. Применение принципа взаимности при изучении приемных антенн. Приемная антенна как пассивный рассеиватель. Электромагнитная совместимость антенн.	8	2			6
Раздел 14. Слабонаправленные антенны	10	2		2	6
Тема 18. Характеристики антенн с учетом влияния проводящей земной поверхности или летательного аппарата. Диаграмма направленности антенны с учетом влияния земли. Несимметричный вибратор. Особенности расчета бортовых слабонаправленных антенн. Строгие и приближенные методы расчета слабонаправленных антенн летательных аппаратов. Щелевой вибратор. Полосковые и микрополосковые антенны. Активные слабонаправленные антенны. Сверхширокополосные антенны.	10	2		2	6
Раздел 15. Антенны СВЧ	8	2		0	6
Тема 19. Классификация антенн СВЧ. Строгая и приближенная теории антенн СВЧ. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн СВЧ. Поле излучения и диаграмма направленности плоского синфазного раскрыва. Коэффициент направленного действия (КНД) плоского синфазного раскрыва. Влияние фазовых ошибок на диаграмму направленности и КНД плоского раскрыва.	8	2			6
Раздел 16. Апертурные антенны	12	2		2	8
Тема 20. Излучатели в виде открытого конца волновода. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. Характеристики направленности зеркальных антенн. Предельный коэффициент усиления зеркальных антенн. Специальные типы зеркальных антенн. Линзовые антенны.	12	2		2	8
Раздел 17. СВЧ антенны бегущей волны	12	2		2	8
Тема 21. Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Антенны вытекающей волны.	12	2		2	8

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Раздел 18. Фазированные антенные решетки и антенные системы с пространственно-временной обработкой сигналов	8	2		0	6
Тема 22. Пространственно-временная обработка сигналов в антенных системах. Фазированные антенные решетки (ФАР). Схемы построения. Элементная база. Характеристики ФАР. Антенны с частотным сканированием. Линейная решетка СВЧ-излучателей. Многолучевые и совмещенные антенны. Активные ФАР. Проектирование излучателя ФАР.	8	2			6
Раздел 19. Многолучевые антенны	8	2		0	6
Тема 23. Классификация и схемы построения. Основные характеристики многолучевых антенных решеток (МАР). Многолучевые антенные решетки на основе параллельной диаграммообразующей схемы (ДОС). Многолучевые антенные решетки на основе последовательной ДОС. Основные применения многолучевых антенн.	8	2			6
Раздел 20. Построение антенн по заданным характеристикам	12	2		2	8
Тема 24. Особенности расчета и проектирования антенн. Задачи синтеза антенн и методы решения. Математическое моделирование антенн. Измерение параметров и характеристик излучения антенн.	12	2		2	8
Итого	252	32		48	172

5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины

Распределение формируемых компетенций по разделам дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Формирование компетенций по разделам дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-2
Раздел 1. Введение. Антенны и устройства СВЧ в радиосистемах	+						
Тема 1. Общая теория приема и излучения. Характеристики антенн и устройств СВЧ. Особенности расчета и конструирования антенно-фидерных устройств. Классификация антенн и линий передачи. История развития антенн.	+						
Раздел 2. Основы теории линейной передачи СВЧ	+						

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-2
Тема 2. Классификация линейной передачи СВЧ. Дифференциальные уравнения длинной линии.	+						
Тема 3. Режимы работы длинной линии без потерь. Коэффициент полезного действия длинной линии с потерями.	+						
Раздел 3. Характеристики основных типов линий передачи СВЧ	+						
Тема 4. Металлические волноводы. Обобщение теории длинных линий на волноводные тракты. Коаксиальные волноводы. Полосковые линии. Соединения линий передачи СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ. Переходы между линиями передачи СВЧ.	+						
Раздел 4. Принципы согласования линий передачи СВЧ с нагрузкой	+						
Тема 5. Цели согласования. Способы узкополосного согласования. Способы широкополосного согласования. Согласующие устройства в линиях передачи СВЧ.	+						
Раздел 5. Основы теории устройств СВЧ	+						
Тема 6. Особенности расчета устройств СВЧ. Матричное описание внешних характеристик устройств СВЧ. Принцип взаимности для устройств СВЧ. Матричные формулировки леммы Лоренца. Баланс энергии в устройствах СВЧ. Матричные формулировки теоремы Пойнтинга.	+						
Тема 7. Спектральное представление матрицы рассеяния и его применение для анализа устройств СВЧ. Влияние геометрической симметрии устройства СВЧ на его внешние характеристики.	+						
Раздел 6. Методы анализа устройств СВЧ	+						
Тема 8. Принцип декомпозиции. Объединение устройств СВЧ в общую схему. Проекционные методы анализа устройств СВЧ.	+						
Раздел 7. Элементы тракта СВЧ	+						
Тема 9. Нагрузки СВЧ. Делители мощности СВЧ. Управляющие устройства СВЧ. Устройства СВЧ с применением ферритов.	+						
Раздел 8. Управляющие устройства СВЧ	+						
Тема 10. Устройства управления амплитудой СВЧ-колебаний.	+						
Тема 11. Фазовращатели СВЧ. Поляризаторы СВЧ.	+						
Раздел 9. Излучение антенн. Поле излучения и направленность действия антенн	+						
Тема 12. Электродинамические основы теории антенн. Понятия ближней, промежуточной и дальней зоны. Векторная комплексная диаграмма направленности антенны. Коэффициент направленного действия и усиления антенны. Сопротивление излучения и входной импеданс антенны. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.	+						
Раздел 10. Симметричный вибратор	+						
Тема 13. Построение и строгое решение задачи о распределении тока на вибраторе. Приближенная теория вибратора. Поле излучения вибратора и его диаграмма направленности. Сопротивление излучения, действующая высота и входное сопротивление вибратора. Сравнительный анализ строгой и приближенной теории вибратора.	+						

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-2
Раздел 11. Основы теории антенн. Антенные решетки	+						
Тема 14. Антенные решетки и их классификация. Методы расчета характеристик антенных решеток. Излучение линейной синфазной антенны. Излучение плоской и пространственной синфазных решеток. Решетка с линейным набегом фазы. Антенны с электрическим сканированием.	+						
Раздел 12. Расчет параметров антенн	+						
Тема 15. Расчет параметров антенных решеток. Взаимодействие излучателей в антенной решетке и диаграмма направленности излучателя. Метод наведенных ЭДС. Расчет характеристик антенн с директором и рефлектором.	+						
Тема 16. Антенна типа волновой канал. Антенна бегущей волны и диаграмма направленности линейной антенны. Коэффициент направленного действия антенны бегущей волны.	+						
Раздел 13. Антенны в режиме приема.	+						
Тема 17. Параметры и характеристики приемных антенн. Применение принципа взаимности при изучении приемных антенн. Приемная антенна как пассивный рассеиватель. Электромагнитная совместимость антенн.	+						
Раздел 14. Слабонаправленные антенны	+						
Тема 18. Характеристики антенн с учетом влияния проводящей земной поверхности или летательного аппарата. Диаграмма направленности антенны с учетом влияния земли. Несимметричный вибратор. Особенности расчета бортовых слабонаправленных антенн. Строгие и приближенные методы расчета слабонаправленных антенн летательных аппаратов. Щелевой вибратор. Полосковые и микрополосковые антенны. Активные слабонаправленные антенны. Сверхширокополосные антенны.	+						
Раздел 15. Антенны СВЧ	+						
Тема 19. Классификация антенн СВЧ. Строгая и приближенная теории антенн СВЧ. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн СВЧ. Поле излучения и диаграмма направленности плоского синфазного раскрытия. Коэффициент направленного действия (КНД) плоского синфазного раскрытия. Влияние фазовых ошибок на диаграмму направленности и КНД плоского раскрытия.	+						
Раздел 16. Апертурные антенны	+						
Тема 20. Излучатели в виде открытого конца волновода. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. Характеристики направленности зеркальных антенн. Предельный коэффициент усиления зеркальных антенн. Специальные типы зеркальных антенн. Линзовые антенны.	+						
Раздел 17. СВЧ антенны бегущей волны	+						
Тема 21. Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Антенны вытекающей волны.	+						
Раздел 18. Фазированные антенные решетки и антенные системы с пространственно-временной обработкой сигналов	+						

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции						
	ПК-2
Тема 22. Пространственно-временная обработка сигналов в антенных системах. Фазированные антенные решетки (ФАР). Схемы построения. Элементная база. Характеристики ФАР. Антенны с частотным сканированием. Линейная решетка СВЧ-излучателей. Многолучевые и совмещенные антенны. Активные ФАР. Проектирование излучателя ФАР.	+						
Раздел 19. Многолучевые антенны	+						
Тема 23. Классификация и схемы построения. Основные характеристики многолучевых антенных решеток (МАР). Многолучевые антенные решетки на основе параллельной диаграммообразующей схемы (ДОС). Многолучевые антенные решетки на основе последовательной ДОС. Основные применения многолучевых антенн.	+						
Раздел 20. Построение антенн по заданным характеристикам	+						
Тема 24. Особенности расчета и проектирования антенн. Задачи синтеза антенн и методы решения. Математическое моделирование антенн. Измерение параметров и характеристик излучения антенн.	+						

5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 1. Общая теория приема и излучения. Характеристики антенн и устройств СВЧ. Особенности расчета и конструирования антенно-фидерных устройств. Классификация антенн и линий передачи. История развития антенн.	Общая теория приема и излучения. Характеристики антенн и устройств СВЧ. Особенности расчета и конструирования антенно-фидерных устройств. Классификация антенн и линий передачи. История развития антенн.	1
Тема 2. Классификация линейной передачи СВЧ. Дифференциальные уравнения длинной линии.	Классификация линейной передачи СВЧ. Дифференциальные уравнения длинной линии.	1
Тема 3. Режимы работы длинной линии без потерь. Коэффициент полезного действия длинной линии с потерями.	Режимы работы длинной линии без потерь. Коэффициент полезного действия длинной линии с потерями.	1
Тема 4. Металлические волноводы. Обобщение теории длинных линий на волноводные тракты. Коаксиальные волноводы. Полосковые линии. Соединения линий передачи СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ. Переходы между линиями передачи СВЧ.	Металлические волноводы. Обобщение теории длинных линий на волноводные тракты. Коаксиальные волноводы. Полосковые линии. Соединения линий передачи СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ. Переходы между линиями передачи СВЧ.	1
Тема 5. Цели согласования. Способы узкополосного согласования. Способы широкополосного согласования.	Цели согласования. Способы узкополосного согласования. Способы широкополосного согласования. Согласую-	1

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
сования. Согласующие устройства в линиях передачи СВЧ.	щие устройства в линиях передачи СВЧ.	
Тема 6. Особенности расчета устройств СВЧ. Матричное описание внешних характеристик устройств СВЧ. Принцип взаимности для устройств СВЧ. Матричные формулировки леммы Лоренца. Баланс энергии в устройствах СВЧ. Матричные формулировки теоремы Пойнтинга.	Особенности расчета устройств СВЧ. Матричное описание внешних характеристик устройств СВЧ. Принцип взаимности для устройств СВЧ. Матричные формулировки леммы Лоренца. Баланс энергии в устройствах СВЧ. Матричные формулировки теоремы Пойнтинга.	1
Тема 7. Спектральное представление матрицы рассеяния и его применение для анализа устройств СВЧ. Влияние геометрической симметрии устройства СВЧ на его внешние характеристики.	Спектральное представление матрицы рассеяния и его применение для анализа устройств СВЧ. Влияние геометрической симметрии устройства СВЧ на его внешние характеристики.	1
Тема 8. Принцип декомпозиции. Объединение устройств СВЧ в общую схему. Проекционные методы анализа устройств СВЧ.	Принцип декомпозиции. Объединение устройств СВЧ в общую схему. Проекционные методы анализа устройств СВЧ.	1
Тема 9. Нагрузки СВЧ. Делители мощности СВЧ. Управляющие устройства СВЧ. Устройства СВЧ с применением ферритов.	Нагрузки СВЧ. Делители мощности СВЧ. Управляющие устройства СВЧ. Устройства СВЧ с применением ферритов.	1
Тема 10. Устройства управления амплитудой СВЧ-колебаний.	Устройства управления амплитудой СВЧ-колебаний.	1
Тема 11. Фазовращатели СВЧ. Поляризаторы СВЧ.	Фазовращатели СВЧ. Поляризаторы СВЧ.	1
Тема 12. Электродинамические основы теории антенн. Понятия ближней, промежуточной и дальней зоны. Векторная комплексная диаграмма направленности антенны. Коэффициент направленного действия и усиления антенны. Сопротивление излучения и входной импеданс антенны. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.	Электродинамические основы теории антенн. Понятия ближней, промежуточной и дальней зоны. Векторная комплексная диаграмма направленности антенны. Коэффициент направленного действия и усиления антенны. Сопротивление излучения и входной импеданс антенны. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.	1
Тема 13. Построение и строгое решение задачи о распределении тока на вибраторе. Приближенная теория вибратора. Поле излучения вибратора и его диаграмма направленности. Сопротивление излучения, действующая высота и входное сопротивление вибратора. Сравнительный анализ строгой и приближенной теории вибратора.	Построение и строгое решение задачи о распределении тока на вибраторе. Приближенная теория вибратора. Поле излучения вибратора и его диаграмма направленности. Сопротивление излучения, действующая высота и входное сопротивление вибратора. Сравнительный анализ строгой и приближенной теории вибратора.	1
Тема 14. Антенные решетки и их классификация. Методы расчета характеристик антенных решеток. Излучение линейной синфазной антенны. Излучение плоской и пространственной синфазных решеток.	Антенные решетки и их классификация. Методы расчета характеристик антенных решеток. Излучение линейной синфазной антенны. Излучение плоской и пространственной синфазных решеток. Решетка с линейным на-	1

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
Решетка с линейным набегом фазы. Антенны с электрическим сканированием.	бегом фазы. Антенны с электрическим сканированием.	
Тема 15. Расчет параметров антенных решеток. Взаимодействие излучателей в антенной решетке и диаграмма направленности излучателя. Метод наведенных ЭДС. Расчет характеристик антенн с директором и рефлектором.	Расчет параметров антенных решеток. Взаимодействие излучателей в антенной решетке и диаграмма направленности излучателя. Метод наведенных ЭДС. Расчет характеристик антенн с директором и рефлектором.	1
Тема 16. Антенна типа волновой канал. Антенна бегущей волны и диаграмма направленности линейной антенны. Коэффициент направленного действия антенны бегущей волны.	Антенна типа волновой канал. Антенна бегущей волны и диаграмма направленности линейной антенны. Коэффициент направленного действия антенны бегущей волны.	1
Тема 17. Параметры и характеристики приемных антенн. Применение принципа взаимности при изучении приемных антенн. Приемная антенна как пассивный рассеиватель. Электромагнитная совместимость антенн.	Параметры и характеристики приемных антенн. Применение принципа взаимности при изучении приемных антенн. Приемная антенна как пассивный рассеиватель. Электромагнитная совместимость антенн.	2
Тема 18. Характеристики антенн с учетом влияния проводящей земной поверхности или летательного аппарата. Диаграмма направленности антенны с учетом влияния земли. Несимметричный вибратор. Особенности расчета бортовых слабонаправленных антенн. Строгие и приближенные методы расчета слабонаправленных антенн летательных аппаратов. Щелевой вибратор. Полосковые и микрополосковые антенны. Активные слабонаправленные антенны. Сверхширокополосные антенны.	Характеристики антенн с учетом влияния проводящей земной поверхности или летательного аппарата. Диаграмма направленности антенны с учетом влияния земли. Несимметричный вибратор. Особенности расчета бортовых слабонаправленных антенн. Строгие и приближенные методы расчета слабонаправленных антенн летательных аппаратов. Щелевой вибратор. Полосковые и микрополосковые антенны. Активные слабонаправленные антенны. Сверхширокополосные антенны.	2
Тема 19. Классификация антенн СВЧ. Строгая и приближенная теории антенн СВЧ. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн СВЧ. Поле излучения и диаграмма направленности плоского синфазного раскрытия. Коэффициент направленного действия (КНД) плоского синфазного раскрытия. Влияние фазовых ошибок на диаграмму направленности и КНД плоского раскрытия.	Классификация антенн СВЧ. Строгая и приближенная теории антенн СВЧ. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн СВЧ. Поле излучения и диаграмма направленности плоского синфазного раскрытия. Коэффициент направленного действия (КНД) плоского синфазного раскрытия. Влияние фазовых ошибок на диаграмму направленности и КНД плоского раскрытия.	2
Тема 20. Излучатели в виде открытого конца волновода. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. Характеристики направленности зеркальных антенн. Предельный коэффициент усиления зеркальных антенн. Специальные типы зеркаль-	Излучатели в виде открытого конца волновода. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. Характеристики направленности зеркальных антенн. Предельный коэффициент усиления зеркальных антенн. Специальные типы зеркаль-	2

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание лекции	Трудоемкость, час.
ных антенн. Линзовые антенны.	ны.	
Тема 21. Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Антенны вытекающей волны.	Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Антенны вытекающей волны.	2
Тема 22. Пространственно-временная обработка сигналов в антенных системах. Фазированные антенные решетки (ФАР). Схемы построения. Элементная база. Характеристики ФАР. Антенны с частотным сканированием. Линейная решетка СВЧ-излучателей. Многолучевые и совмещенные антенны. Активные ФАР. Проектирование излучателя ФАР.	Пространственно-временная обработка сигналов в антенных системах. Фазированные антенные решетки (ФАР). Схемы построения. Элементная база. Характеристики ФАР. Антенны с частотным сканированием. Линейная решетка СВЧ-излучателей. Многолучевые и совмещенные антенны. Активные ФАР. Проектирование излучателя ФАР.	2
Тема 23. Классификация и схемы построения. Основные характеристики многолучевых антенных решеток (МАР). Многолучевые антенные решетки на основе параллельной диаграммообразующей схемы (ДОС). Многолучевые антенные решетки на основе последовательной ДОС. Основные применения многолучевых антенн.	Классификация и схемы построения. Основные характеристики многолучевых антенных решеток (МАР). Многолучевые антенные решетки на основе параллельной диаграммообразующей схемы (ДОС). Многолучевые антенные решетки на основе последовательной ДОС. Основные применения многолучевых антенн.	2
Тема 24. Особенности расчета и проектирования антенн. Задачи синтеза антенн и методы решения. Математическое моделирование антенн. Измерение параметров и характеристик излучения антенн.	Особенности расчета и проектирования антенн. Задачи синтеза антенн и методы решения. Математическое моделирование антенн. Измерение параметров и характеристик излучения антенн.	2
Итого	–	32

5.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены учебным планом образовательной программы (таблица 6).

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
Итого	–	

5.5. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Тематика и содержание практических занятий

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Тема 3. Режимы работы длинной линии без потерь. Коэффициент полезного действия длинной линии с потерями.	Расчет коэффициента полезного действия длинной линии с потерями	2
Тема 4. Металлические волноводы. Обобщение теории длинных линий на волноводные тракты. Коаксиальные волноводы. Полосковые линии. Соединения линий передачи СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ. Переходы между линиями передачи СВЧ.	Расчет характеристического сопротивления длинной линии.	2
Тема 5. Цели согласования. Способы узкополосного согласования. Способы широкополосного согласования. Согласующие устройства в линиях передачи СВЧ.	Расчет согласующего устройства в линиях передачи СВЧ.	4
Тема 6. Особенности расчета устройств СВЧ. Матричное описание внешних характеристик устройств СВЧ. Принцип взаимности для устройств СВЧ. Матричные формулировки леммы Лоренца. Баланс энергии в устройствах СВЧ. Матричные формулировки теоремы Пойнтинга.	Проектирование фильтра нижних частот	2
Тема 7. Спектральное представление матрицы рассеяния и его применение для анализа устройств СВЧ. Влияние геометрической симметрии устройства СВЧ на его внешние характеристики.	Проектирование фильтра верхних частот	1
Тема 8. Принцип декомпозиции. Объединение устройств СВЧ в общую схему. Проекционные методы анализа устройств СВЧ.	Использование спектрального представления матрицы рассеяния для анализа устройств СВЧ.	5
Тема 9. Нагрузки СВЧ. Делители мощности СВЧ. Управляющие устройства СВЧ. Устройства СВЧ с применением ферритов.	Проектирование управляющих устройств СВЧ.	3
Тема 11. Фазовращатели СВЧ. Поляризаторы СВЧ.	Проектирование фазовращателей СВЧ.	5
Тема 12. Электродинамические основы теории антенн. Понятия ближней, промежуточной и дальней зоны. Векторная комплексная диаграмма направленности антенны. Коэффициент направленного действия и усиления антенны. Сопротивление излучения и входной импеданс антенны. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.	Определение коэффициентов направленного действия и усиления антенны.	4

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Тема 13. Построение и строгое решение задачи о распределении тока на вибраторе. Приближенная теория вибратора. Поле излучения вибратора и его диаграмма направленности. Сопротивление излучения, действующая высота и входное сопротивление вибратора. Сравнительный анализ строгой и приближенной теории вибратора.	Расчет сопротивления излучения, действующей высоты и входного сопротивления вибратора.	2
Тема 14. Антенные решетки и их классификация. Методы расчета характеристик антенных решеток. Излучение линейной синфазной антенны. Излучение плоской и пространственной синфазных решеток. Решетка с линейным набегом фазы. Антенны с электрическим сканированием.	Определение параметров решетки излучателей с линейным набегом фазы.	4
Тема 15. Расчет параметров антенных решеток. Взаимодействие излучателей в антенной решетке и диаграмма направленности излучателя. Метод наведенных ЭДС. Расчет характеристик антенн с директором и рефлектором.	Расчет диаграммы направленности излучателя в антенной решетке.	6
Тема 18. Характеристики антенн с учетом влияния проводящей земной поверхности или летательного аппарата. Диаграмма направленности антенны с учетом влияния земли. Несимметричный вибратор. Особенности расчета бортовых слабонаправленных антенн. Строгие и приближенные методы расчета слабонаправленных антенн летательных аппаратов. Щелевой вибратор. Полосковые и микрополосковые антенны. Активные слабонаправленные антенны. Сверхширокополосные антенны.	Исследование несимметричного вибратора. Исследование волноводной щелевой антенны	2
Тема 20. Излучатели в виде открытого конца волновода. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. Характеристики направленности зеркальных антенн. Предельный коэффициент усиления зеркальных антенн. Специальные типы зеркальных антенн. Линзовые антенны.	Исследование рупорных антенн.	2
Тема 21. Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Антенны вытекающей волны.	Исследование диэлектрической антенны	2
Тема 24. Особенности расчета и проектирования антенн. Задачи синтеза	Моделирования процессов измерения параметров антенн	2

Наименование темы дисциплины	Тема и содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
антенн и методы решения. Математическое моделирование антенн. Измерение параметров и характеристик излучения антенн.		
Итого	–	48

5.6. Самостоятельная работа обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Тема 3. Режимы работы длинной линии без потерь. Коэффициент полезного действия длинной линии с потерями.	Коэффициент полезного действия длинной линии с потерями
Тема 4. Металлические волноводы. Обобщение теории длинных линий на волноводные тракты. Коаксиальные волноводы. Полосковые линии. Соединения линий передачи СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ. Переходы между линиями передачи СВЧ.	Коаксиальные волноводы. Полосковые линии.
Тема 5. Цели согласования. Способы узкополосного согласования. Способы широкополосного согласования. Согласующие устройства в линиях передачи СВЧ.	Способы широкополосного согласования.
Тема 8. Принцип декомпозиции. Объединение устройств СВЧ в общую схему. Проекционные методы анализа устройств СВЧ.	Объединение устройств СВЧ в общую схему
Тема 9. Нагрузки СВЧ. Делители мощности СВЧ. Управляющие устройства СВЧ. Устройства СВЧ с применением ферритов.	Устройства СВЧ с применением ферритов.
Тема 13. Построение и строгое решение задачи о распределении тока на вибраторе. Приближенная теория вибратора. Поле излучения вибратора и его диаграмма направленности. Сопротивление излучения, действующая высота и входное сопротивление вибратора. Сравнительный анализ строгой и приближенной теории вибратора.	Сравнительный анализ строгой и приближенной теории вибратора
Тема 14. Антенные решетки и их классификация. Методы расчета ха-	Антенны с электрическим сканированием

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
<p>характеристик антенных решеток. Излучение линейной синфазной антенны. Излучение плоской и пространственной синфазных решеток. Решетка с линейным набегом фазы. Антенны с электрическим сканированием.</p>	
<p>Тема 21. Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Антенны вытекающей волны.</p>	<p>Антенны вытекающей волны.</p>
<p>Тема 22. Пространственно-временная обработка сигналов в антенных системах. Фазированные антенные решетки (ФАР). Схемы построения. Элементная база. Характеристики ФАР. Антенны с частотным сканированием. Линейная решетка СВЧ-излучателей. Многолучевые и совмещенные антенны. Активные ФАР. Проектирование излучателя ФАР.</p>	<p>Многолучевые и совмещенные антенны.</p>
<p>Тема 23. Классификация и схемы построения. Основные характеристики многолучевых антенных решеток (МАР). Многолучевые антенные решетки на основе параллельной диаграммообразующей схемы (ДОС). Многолучевые антенные решетки на основе последовательной ДОС. Основные применения многолучевых антенн.</p>	<p>Основные применения многолучевых антенн.</p>
<p>Тема 24. Особенности расчета и проектирования антенн. Задачи синтеза антенн и методы решения. Математическое моделирование антенн. Измерение параметров и характеристик излучения антенн.</p>	<p>Измерение параметров и характеристик излучения антенн.</p>

В процессе самостоятельной работы обучающиеся должны принимать решение по рассматриваемой проблеме с минимальным участием педагогического работника. Для решения поставленных задач может использоваться дополнительная литература и источники в информационно-коммуникационной сети «Интернет». Для закрепления пройденного материала педагогическим работником могут выдаваться домашние задания.

В таблице 9 указаны виды самостоятельной работы, выполняемые обучающимися при изучении соответствующих тем дисциплины.

Таблица 9 – Виды самостоятельной работы

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы <i>(выбрать нужное)</i>
Тема 1. Общая теория приема и излучения. Характеристики антенн и устройств СВЧ. Особенности расчета и конструирования антенно-фидерных устройств. Классификация антенн и линий передачи. История развития антенн.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 2. Классификация линей передачи СВЧ. Дифференциальные уравнения длинной линии.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 3. Режимы работы длинной линии без потерь. Коэффициент полезного действия длинной линии с потерями.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 4. Металлические волноводы. Обобщение теории длинных линий на волноводные тракты. Коаксиальные волноводы. Полосковые линии. Соединения линий передачи СВЧ. Изгибы и скрутки линий передачи СВЧ. Переходы между линиями передачи СВЧ.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 5. Цели согласования. Способы узкополосного согласования. Способы широкополосного согласования. Согласующие устройства в линиях передачи СВЧ.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 6. Особенности расчета устройств СВЧ. Матричное описание внешних характеристик устройств СВЧ. Принцип взаимности для устройств СВЧ. Матричные формулировки леммы Лоренца. Баланс энергии в устройствах СВЧ. Матричные формулировки теоремы Пойнтинга.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 7. Спектральное представление матрицы рассеяния и его применение для анализа устройств СВЧ. Влияние геометрической симметрии устройства СВЧ на его внешние характеристики.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию.

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы <i>(выбрать нужное)</i>
	Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 8. Принцип декомпозиции. Объединение устройств СВЧ в общую схему. Проекционные методы анализа устройств СВЧ.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 9. Нагрузки СВЧ. Делители мощности СВЧ. Управляющие устройства СВЧ. Устройства СВЧ с применением ферритов.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 10. Устройства управления амплитудой СВЧ-колебаний.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 11. Фазовращатели СВЧ. Поляризаторы СВЧ.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 12. Электродинамические основы теории антенн. Понятия ближней, промежуточной и дальней зоны. Векторная комплексная диаграмма направленности антенны. Коэффициент направленного действия и усиления антенны. Сопротивление излучения и входной импеданс антенны. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 13. Построение и строгое решение задачи о распределении тока на вибраторе. Приближенная теория вибратора. Поле излучения вибратора и его диаграмма направленности. Сопротивление излучения, действующая высота и входное сопротивление вибратора. Сравнительный анализ строгой и приближенной теории вибратора.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 14. Антенные решетки и их классификация. Методы расчета характери-	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта.

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы <i>(выбрать нужное)</i>
стик антенных решеток. Излучение линейной синфазной антенны. Излучение плоской и пространственной синфазных решеток. Решетка с линейным набегом фазы. Антенны с электрическим сканированием.	Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 15. Расчет параметров антенных решеток. Взаимодействие излучателей в антенной решетке и диаграмма направленности излучателя. Метод наведенных ЭДС. Расчет характеристик антенн с директором и рефлектором.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 16. Антенна типа волновой канал. Антенна бегущей волны и диаграмма направленности линейной антенны. Коэффициент направленного действия антенны бегущей волны.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 17. Параметры и характеристики приемных антенн. Применение принципа взаимности при изучении приемных антенн. Приемная антенна как пассивный рассеиватель. Электромагнитная совместимость антенн.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 18. Характеристики антенн с учетом влияния проводящей земной поверхности или летательного аппарата. Диаграмма направленности антенны с учетом влияния земли. Несимметричный вибратор. Особенности расчета бортовых слабонаправленных антенн. Строгие и приближенные методы расчета слабонаправленных антенн летательных аппаратов. Щелевой вибратор. Полосковые и микрополосковые антенны. Активные слабонаправленные антенны. Сверхширокополосные антенны.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 19. Классификация антенн СВЧ. Строгая и приближенная теории антенн СВЧ. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн СВЧ. Поле излучения и диаграмма направленности плоского синфазного раскрыва. Коэффициент направленного действия (КНД) плоского синфазного раскрыва. Влияние фазовых ошибок на диаграмму направленности и КНД плоского раскрыва.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 20. Излучатели в виде открытого конца волновода. Рупорные антенны. Зеркальные антенны. Характеристики	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала.

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы (выбрать нужное)
направленности зеркальных антенн. Предельный коэффициент усиления зеркальных антенн. Специальные типы зеркальных антенн. Линзовые антенны.	Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 21. Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Антенны вытекающей волны.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 22. Пространственно-временная обработка сигналов в антенных системах. Фазированные антенные решетки (ФАР). Схемы построения. Элементная база. Характеристики ФАР. Антенны с частотным сканированием. Линейная решетка СВЧ-излучателей. Многолучевые и совмещенные антенны. Активные ФАР. Проектирование излучателя ФАР.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 23. Классификация и схемы построения. Основные характеристики многолучевых антенных решеток (МАР). Многолучевые антенные решетки на основе параллельной диаграммообразующей схемы (ДОС). Многолучевые антенные решетки на основе последовательной ДОС. Основные применения многолучевых антенн.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 24. Особенности расчета и проектирования антенн. Задачи синтеза антенн и методы решения. Математическое моделирование антенн. Измерение параметров и характеристик излучения антенн.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Выполнение РГР. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации

Учебным планом в рамках дисциплины не предусмотрено выполнение расчетно-графической работы (РГР).

5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Формы контрольно-оценочных мероприятий, проводимых в рамках текущего контроля успеваемости, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
Практические занятия	Устный экспресс-опрос, экспресс-тестирование.	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	- устная (устный опрос, защита письменной работы, доклада по результатам самостоятельной работы, рефератов и т.д.); - письменная (письменный опрос, выполнение конспектов, глоссариев и т.д.); - тестовая (бланочное или компьютерное тестирование)	В течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме зачета и экзамена, проводимого в устной / письменной форме. Аттестационное испытание может включать в себя прохождение теста с использованием технологии компьютерного тестирования. Для уточнения оценки экзаменатор может проводить короткий опрос-собеседование с обучающимся и (или) выдавать ему дополнительные задания.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: личностно-ориентированные, активизации деятельности обучающихся, интеллектуальной направленности, проблемного обучения, диалоговые и профессионально-ориентированные (таблица 11).

Таблица 11 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
Лекции	Проблемная лекция. Лекция-визуализация. Лекция-беседа. Лекция-дискуссия.
Практические занятия	Групповые дискуссии. Решение практических задач.
Самостоятельная работа обучающихся	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к дискуссии. Выполнение практического задания. Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям. Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта. Подготовка к экзамену, зачету
Консультации	Концентрация внимания на отдельных вопросах. Личностно-ориентированный подход. Диалог.

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
Промежуточная аттестация обучающихся	Зачет, экзамен (в устной или письменной форме).

7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ – «Устройства сверхвысокой частоты и антенны – автор Горбунов А.Н. разработчика РПД для обучающихся по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, профиль «Радиоэлектронные системы», форма обучения – очная.

Электронный курс предназначен для обеспечения обучающихся всеми необходимыми учебно-методическими материалами, а также проведения контрольно-оценочных мероприятий в процессе обучения. При необходимости осуществляется файловый обмен отчетами о выполнении обучающимися самостоятельной работы.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

В учебно-методическое обеспечение включены методические указания для выполнения практических занятий.

Методические указания разработаны в соответствии с тематикой дисциплины и учебным планом.

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Зырянов, Ю. Т. Антенны : учебное пособие для вузов / Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 412 с. – ISBN 978-5-507-44510-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/233288>

2. Дмитриева, В. В. Антенные устройства в радиотехнике : учебное пособие / В. В. Дмитриева, К. О. Коровин, А. Н. Ликонцев. – Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. – 47 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/279206>

3. Головин, В. В. Проектирование антенных систем : учебное пособие / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин. – Москва : Центркаталог, 2020. – 152 с. – ISBN 978-5-903268-42-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/161552>

4. Малеханов, А. И. Лекции по теории антенных систем : учебно-методическое пособие / А. И. Малеханов. – Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. – 117 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/282908>

б) дополнительная литература

1. Основы теории антенн и распространения радиоволн [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Кубанов [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. – 257 с. – 978-5-9912-0152-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71866.html>

2. Антенны [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.Т. Зырянов [и др.]. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 416 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72576>. – Загл. с экрана.

3. Лобова, Г.Н. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] : учеб. пособие / Г. Н. Лобова ; ОмГТУ. - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2006. - 131, [1] с.

4. Осипов, Вадим Евгеньевич. Пакет математических программ МATHCAD в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие / В. Е. Осипов, В. В. Пшеничникова, 2012. - 106 с.

5. Подстригаев, А. С. Проектирование СВЧ-устройств: Практикум [Текст] + [Электронный ресурс] / А. С. Подстригаев. – Брянск: БГТУ, 2015. – 123 с.

6. Устройства СВЧ и антенны : учебно-методическое пособие / А. А. Солдатов, Д. С. Ключев, А. М. Нещерет, Ю. В. Соколова. – Самара : ПГУТИ, 2021. – 33 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/301196>

б) справочная литература

Техническое описание на антенны, производимые промышленностью.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины

- 1). Сайт научной библиотеки БГТУ (<https://libri.tu-bryansk.ru>)
- 2). Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
- 3). Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
- 4). Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).
- 5). Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
- 6). Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем

- 1). Операционная система класса Microsoft Windows.
- 2). Пакет офисных прикладных программ OpenOffice или Microsoft Office.
- 3). Система автоматизированного проектирования «КОМПАС-3D».
- 4). Пакет CadenceOrcad.
Примечание: Для выполнения лабораторных работ достаточно использовать ознакомительные (демонстрационные) версии OrCAD
- 5). Пакет инженерного ПО Scilab – свободно распространяемое ПО/

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных занятий и, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- компьютерный класс для проведения лабораторных работ с установленным комплектом программного обеспечения и доступом в информационно-коммуникационную сеть интернет, оборудованный мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном / лаборатория со специализированным оборудованием для проведения лабораторных работ;
- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций, зачета, зачета с оценкой, экзамена;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы обучающихся.

10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возмож-

ностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;

- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);

- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;

- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;

- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);

- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

11.1. Методические материалы для педагогических работников

Основными формами организации обучения по дисциплине являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа обучающихся.

Организация теоретического обучения предполагает использование инновационных технологий проведения занятий лекционного типа, к которым, в частности, относятся: проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-исследование.

1. *Проблемная лекция* предполагает преимущественно всесторонний анализ исторических и социокультурных, образовательных явлений, научный поиск истины. Проблемная лекция опирается на логику последовательно моделируемых проблемных ситуаций путем постановки проблемных вопросов или предъявления проблемных задач.

2. *Лекция-визуализация* реализует принцип наглядности и учит обучающихся преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

3. *Лекция-беседа* является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения обучающихся в учебный процесс. Такая лекция предполагает непосредственный контакт (диалог) педагогического работника с аудиторией.

4. *Лекция-дискуссия*, в которой в отличие от лекции-беседы педагогический работник при изложении лекционного материала не только использует ответы обучающихся на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами.

Организация практических занятий по дисциплине направлена на углубление научно-теоретических знаний обучающихся, формирование практических умений и овладение определенными методами самостоятельной работы.

Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях.

Задачи практических занятий:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить обучающихся приемам решения задач из предметной области

дисциплины;

- способствовать овладению навыками и умениями, входящих в структуру формируемых компетенций в результате освоения дисциплины;
- научить их работать с информацией, книгой, пользоваться справочной и научной и методической литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Содержание практических работ составляют:

- устные экспресс-опросы;
- групповые дискуссии;
- выполнение практических заданий;
- письменное или компьютерное экспресс-тестирование и др.

Цели практических занятий наилучшим образом достигаются в том случае, если студент предварительно проработал тематику практического занятия. Поэтому преподаватель должен информировать студентов о теме следующего практического занятия, чтобы они могли целенаправленно самостоятельно заниматься в домашних условиях.

Организация лабораторных занятий по дисциплине направлена на следующие цели и задачи:

- углубление и закрепление знания теоретического курса путем практического изучения в лабораторных условиях изложенных в лекциях законов и положений;
- приобретение навыков в научном экспериментировании, анализе полученных результатов;
- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения научных исследований.

Порядок подготовки лабораторного занятия:

- изучение требований программы дисциплины;
- формулировка цели и задач лабораторного занятия;
- разработка плана проведения лабораторного занятия;
- подбор содержания лабораторного занятия;
- разработка необходимых для лабораторного занятия инструкционных карт;
- моделирование лабораторного занятия;
- проверка специализированной лаборатории на соответствие санитарно-гигиеническим нормам, требованиям по безопасности и технической эстетике;
- проверка количества лабораторных мест, необходимых и достаточных для достижения поставленных целей обучения;
- проверка материально-технического обеспечения лабораторных занятий на соответствие требованиям программы дисциплины.

Формы проведения лабораторных занятий:

- фронтальная;
- по циклам;
- индивидуальная;

– смешанная (комбинированная).

При проведении лабораторных работ используют три подхода к их выполнению:

– на основе рецептурных действий обучающихся, когда они проявляют умение работать преимущественно в стандартных условиях, отраженных в руководстве по лабораторному практикуму;

– на основе частично поисковых действий, когда обучающиеся могут действовать достаточно самостоятельно, решать несложные творческие задачи при подсказке или непосредственном руководстве преподавателя;

– на основе активных творческих действий обучающихся, когда они проявляют способность действовать в условиях, близких к реальным, используя запас приобретенных знаний.

Самостоятельная работа обучающихся предполагает аудиторную и внеаудиторную формы организации.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия педагогического работника являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к занятиям; составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний и т.п.; текущий самоконтроль.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием педагогического работника являются: текущие консультации, прием и разбор домашних заданий и др.

При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, консультации преподавателя и др.

11.2. Методические материалы для обучающихся

Обучающимся, изучающим дисциплину, необходимо знать требования, предъявляемые к их различным видам учебных занятий, в том числе лекционным, практическим, индивидуальным и др. (таблица 12).

Таблица 12 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Изучение дисциплины следует начинать с прослушивания и конспектирования лекций, перечитывать конспект перед выполнением домашних заданий и практическими занятиями. 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. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
	удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии. Над конспектами лекций надо работать систематически: первый просмотр рекомендуется сделать вечером того же дня, когда была прочитана лекция, затем просмотреть через 3-4 дня, и сделать это еще раз накануне практического занятия.
Практические занятия	Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений
Подготовка к зачету и экзамену	При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-24). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-24).	Вопросы к зачету и экзамену представлены в ФОС по дисциплине

12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости

Оценивание отдельных видов работ в процессе изучения дисциплины рекомендуется осуществлять с использованием следующей шкалы:

– обучающийся ответил правильно на более, чем 90 % заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и успешно защитил практические работы, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 75-89% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы с незначительными замечаниями, показал хорошее владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «хорошо» (средний уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 60-74% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы со значительными замечаниями, показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на менее, чем 60% заданных вопросов или вопросов-тестов, не выполнил все или выполнил часть практических работ, не защитил или защитил их со значительными замечаниями, при выполнении задания обучающийся не продемонстрировал уровень самостоятельного владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут).

Критерии и шкала оценки РГР по дисциплине представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Критерии и шкала оценки РГР по дисциплине

Оценка	Оцениваемые параметры
«отлично»	Теоретический вопрос раскрыт полностью без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. На защите ответ обучающегося полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«хорошо»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточно высоком уровне без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. Имеются незначительные недочеты в определении единиц измерения, точности вычислений и т.п. На защите ответ обучающегося в целом полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«удовлетворительно»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточном уровне, без существенных смысловых и логических ошибок. Задание решено верно, но имеются значительные недочеты в его решении, связанные с неполнотой ответа, с правильным исчислением одних данных и неверным – других и пр. На защите ответ неполный. Обучающийся способен четко изложить решение задания, но допускает неточности в формулировке собственных выводов и анализе основных показателей. В неполном объеме представлен графический материал.
«неудовлетворительно»	Теоретический вопрос не раскрыт или раскрыт не полностью при

Оценка	Оцениваемые параметры
	наличии разного рода неточностей и ошибок. Задание решено со значительными недочетами, с неполными ответа, с неправильным исчислением данных. На защите ответ обучающегося неполный. Обучающийся не способен четко изложить решение задания, допускает неточности в формулировке собственных выводов, не способен проанализировать основные показатели. Графический материал не представлен или представлен не в полном объеме.

В процесс преподавания дисциплины педагогическим работником формируется оценка, характеризующая текущую успеваемость обучающегося.

12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

При проведении промежуточной аттестации обучающихся в форме зачета и экзамена используется шкала оценивания, представленная в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий (зачтено / «отлично»)	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, уверенно это демонстрирует в ходе промежуточной аттестации. Исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Повышенный (зачтено / «хорошо»)	Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Базовый (зачтено / «удовлетворительно»)	Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.
Низкий (не зачтено / «неудовлетворительно»)	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.

12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине определяется с учетом результатов промежуточной аттестации обучающегося (зачета и экзамена) и оценок, полученных обучающимся в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.

12.5. Характеристика результатов обучения

Характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

Оценка	Характеристика результатов обучения
Зачтено / «Отлично» (высокий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
Зачтено / «Хорошо» (повышенный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
Зачтено / «Удовлетворительно» (базовый уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
Не зачтено / «Неудовлетворительно» (низкий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий

12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся представлены в электронном курсе «Устройства сверхвысокой частоты и антенны», размещенном в системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования (edu.tu-bryansk.ru), входящей в состав электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>) и «Фонд оценочных средств по дисциплине «Устройст-

ва сверхвысокой частоты и антенны».

13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» воспитание - «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т.п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, самостоятельно мыслить, стремление к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения.