МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ В.А. Небольсин
_____/_____/
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Антенны, СВЧ устройства и их технологии»

Направление 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи
Направленность 05.12.07 - Антенны, СВЧ устройства и их технологии
Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь
Нормативный период обучения 4 года
Форма обучения Очная
Год начала подготовки 2020 г.

Автор программы _____ /Пастернак Ю.Г./

Заведующий кафедрой
радиоэлектронных устройств
и систем _____ /Журавлёв Д.В./

Руководитель ОПОП _____ /Пастернак Ю.Г./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины: изучение основных теоретических понятий, расчетных методов и принципов конструирования устройств СВЧ и антенн, подготовка к овладению современными методами их разработки на основе специализированных САПР. Уяснение решающей роли антенных систем и трактов СВЧ в обеспечении задач пространственной обработки сигналов в радиосистемах. Установление фундаментальных ограничений на достижимые параметры радиосистем, налагаемых электрическими размерами антенн, погрешностями изготовления, требованиями к применяемому диапазону волн и ширине рабочей полосы частот. Получение и закрепление навыков экспериментального исследования антенных систем и трактов СВЧ с упором на автоматизацию измерений. Понимание проблем воздействия СВЧ на окружающую среду и методов защиты от радиоизлучений, включая соответствующие аспекты общей проблемы электромагнитной совместимости. Приобретение студентами специальных теоретических знаний и практических навыков в области по основам теории и практики разработки, анализа и оптимизации устройств СВЧ и антенн, включая закономерности распространения радиоволн в реальных средах и функциональных устройствах.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение основ теории антенн, физических принципов построения устройств и конструкций антенных систем различного назначения, принципов построения и конструкций функциональных узлов и устройств СВЧ. Освоение методов экспериментальных исследований и измерений параметров и характеристик устройств СВЧ и антенн, а также изучение методов расчета и обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Антенны, СВЧ устройства и их технологии» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Антенны, СВЧ устройства и их технологии» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 – владением методами и программными средствами анализа, синтеза и оптимизации устройств СВЧ и антенн, методиками расчета и измерений их электрических характеристик.

ПК-4 – готовностью проектировать устройства СВЧ и антенны для использования в радиотехнических системах различного назначения, выполнять сборку и настройку антенно-фидерных трактов.

Компетенция	**Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции**
ПК-3	знать методы и программные средствами анализа, синтеза и оптимизации устройств СВЧ и антенн, методиками расчета и измерений их электрических характеристик
	уметь проводить анализ, синтеза и оптимизацию устройств СВЧ и антенн
	владеть навыком применения методов и программных средств анализа, синтеза и оптимизации устройств СВЧ и антенн, методик расчета и измерений их электрических характеристик
ПК-4	знать методы проектирования устройств СВЧ и антенн для использования в радиотехнических системах различного назначения
	уметь проектировать устройства СВЧ и антенны для использования в радиотехнических системах различного назначения, выполнять сборку и настройку антенно-фидерных трактов
	владеть навыком проектирования устройства СВЧ и антенны для использования в радиотехнических системах различного назначения, сборки и настройки антенно-фидерных трактов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Антенны, СВЧ устройства и их технологии» составляет 6 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		5	6		
Аудиторные занятия (всего)	44	20	24		
В том числе:					
Лекции	32	14	18		
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-		
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-		
Практическая подготовка	12	6	6		
Самостоятельная работа	157	58	99		
Курсовой проект					
Контрольная работа	27		27		
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	+			
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+		+		
Общая трудоемкость час	228	78	168		
зач. ед.	6	2	4		

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	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Линии передачи и СВЧ устройства	Основные параметры линии передачи (дисперсионная характеристика, затухание, электропрочность и др.). Классификация линий и краткий обзор по диапазонам волн. Единая математическая модель для отрезка линии передачи. Трансформация сопротивлений. Круговая номограмма. Расчет согласующих цепей. Типовые элементы трактов различных диапазонов волн (переходы, повороты, стыковочные узлы, нерегулярности, отражающие препятствия и др.). Отрезок направляющей структуры как резонатор. Понятие об общей теории электромагнитных резонаторов. Потери в резонаторах. Собственная, внешняя и нагруженная добротности резонатора. Способы возбуждения и выполнения элементов связи. Представление о методах измерений параметров резонаторов. Применения резонаторов. Интегральные схемы СВЧ. Волоконно-оптические тракты. Ограничения на элементы матриц, налагаемые условиями взаимности, симметрии и отсутствия потерь. Составление матриц на примерах тройников, балансных устройств (двойной Т- мост, щелевой мост) и циркуляторов. Методы анализа и синтеза устройств СВЧ. Принцип декомпозиции. Матричное описание многополюсников СВЧ. Виды матриц рассеяния, сопротивлений, проводимостей, передачи. Соотношения между матрицами. Способы измерений элементов матриц (включая автоматизированные).	12			61	73
2	Общие положения теории антенн	Структурная схема антенны Общий алгоритм нахождения с помощью ЭВМ электромагнитного поля излучающей системы токов в дальней, промежуточной и ближней областях. Простейшие излучатели линейной и круговой поляризации (вибраторы, рамки, турникеты, элементы Гюйгенса, микрополосковые элементы). Параметры антенных систем в передающем и приемном режимах. Комплексная характеристика направленности. Поляризационные и фазовые свойства. КНД, коэффициент усиления, ширина луча, уровень бокового излучения. Взаимосвязь между параметрами. Обобщенное представление антенны в радиосистемы в виде четырехполюсника Поляризационные соотношения при радиоприеме. Эффективная поверхность и шумовая температура приемной антенны. Взаимное сопротивление между близко и далеко расположенными излучателями. Основные принципы действия радиопоглотителей. Конструкции радиопоглотителей с частотно-избирательными решетками, выполненными из резистивного сплава. Анализ характеристик отражения радиопоглотителей с частотно-избирательными решетками с помощью метода эквивалентных схем.	12			61	73
3	Особенности построе-	Антенны осевого излучения – диэлектрические,	12			64	76

	ния и характеристики антенн различного предназначения, конструктивного исполнения и диапазонов волн	спиральные, импедансные, директорные. Оптимизация антенн осевого излучения. Волноводно-щелевые антенные решетки. Характеристики направленности, КНД, эффективная поверхность плоского раскрыва. Возможности фокусировки раскрывов в промежуточной и ближних областях излученного поля. Суммарная и разностная характеристики направленности. Плоские фазированные антенные решетки. Схемы построения и разновидности антенных решеток. Активные фазированные антенные решетки. Максимальная направленность. Сверхнаправленность Дольфа-Чебышева. Ширина полосы, эффективность и допуски. Согласование сверхнаправленных решеток. Зеркальные, рупорные, линзовые апертурные антенны. Схемы построения одно- , двух- и многозеркальных антенн. Оптимизация облучателей зеркал и линз. Эволюция рупорных ТЕМ- излучателей. Расчет и конструирование рупорных излучателей. Антенные решетки на основе ТЕМ- рупоров. Щелевые антенны бегущей волны.					
		Итого	**36**			**184**	**216**

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

Не предусмотрено учебным планом

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».

Компетенция	Результаты обучения,, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Отвечает на теоретические вопросы при промежуточной аттестации	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	уметь проводить теоретические и экспериментальные исследования в области профессиональной деятельности	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыком применения методологии теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области,	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать методики расчетов и проектирования корпусов-экранов радиоэлектронных средств	Отвечает на теоретические вопросы при промежуточной аттестации	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выполнять расчеты и проектирование корпусов-экранов радиоэлектронных средств	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыком применения методик расчетов и проектирования корпусов-экранов радиоэлектронных средств	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 5 и 6 семестре для очной формы обучения, в 5 и 6 семестре для заочной формы обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-1	знать методологию теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	уметь проводить теоретические и экспериментальные исследования в области профессиональной деятельности	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть навыком применения методологии теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-5	знать методики расчетов и проектирования корпусов-экранов радиоэлектронных средств	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выполнять расчеты и проектирование корпусов-экранов радиоэлектронных средств	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть навыком применения методик расчетов и проектирования корпусов-экранов радиоэлектронных средств	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

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. Какие функции в радиотехнических системах осуществляют антенны?
2. Каким образом классифицируются антенны по функциональному предназначению?
3. Сформулируйте классификацию антенн по диапазонам частот.
4. Как классифицируются антенны по конструктивному исполнению?
5. Дайте определение ВЧ (СВЧ) тракта.
6. Дайте определение линии передачи.
7. Перечислите основные параметры линий передачи.
8. Составьте таблицу классификации линий передач по типам используемых в них волн.
9. Каким образом классифицируются линии передачи по диапазону рабочих частот?
10. Дайте определение узкополосного, широкополосного и сверхширокополосного СВЧ- устройства (антенны).
11. По каким критериям можно считать антенну широкополосной (сверхширокополосной)?
12. Перечислите основные свойства Т-, Е-, Н-, НЕ- и ЕН- волн. В каких структурах они могут распространяться?
13. Почему для некоторых гибридных волн нижняя критическая частота равна нулю?

14. Что такое дисперсионная характеристика линии передачи?

15. Дайте определение фазовой и групповой скорости, поперечной и продольной длины волны в линии передачи, ее волнового сопротивления (чем оно отличается от характеристического сопротивления?).

16. Что такое коэффициент затухания, в каких единицах он измеряется?

17. Что такое постоянная распространения, в чем она измеряется?

18. Дайте определение комплексной постоянной распространения.

19. Перечислите материальные параметры сред.

20. Каким образом классифицируются среды (однородные и неоднородные, изотропные и анизотропные, линейные и нелинейные, активные и пассивные)?

21. От чего зависит величина максимально пропускаемой мощности по линии передачи?

22. Для каких целей может быть полезна модель регулярной линии передачи, основанная на рассмотрении эквивалентной двухпроводной линии?

23. Каков физический смысл полного нормированного напряжения и полного нормированного тока? Почему они имеют одинаковую размерность?

24. Что такое безразмерное (нормированное) комплексное сопротивление, как перейти к размерному комплексному сопротивлению?

25. Какое понятие является более фундаментальным – комплексный коэффициент отражения или комплексное входное сопротивление, почему?

26. Для каких целей могут использоваться отрезки линии передачи?

27. Сформулируйте математическую модель отрезка линии передачи, нагруженной на комплексное сопротивление произвольной величины.

28. В чем состоит удобство использования круговой номограммы Вольперта-Смита?

29. Как с помощью номограммы Вольперта-Смита показать, что действительно имеет место трансформация сопротивлений в линиях передачи?

30. Каким образом номограмма Вольперта-Смита используется для согласования комплексной нагрузки?

31. Каковы свойства короткозамкнутых и разомкнутых отрезков линии передачи четвертьволновой, полуволновой длины? Где используются эти свойства?

7.2.2 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Сформулируйте выражение для описания трансформации сопротивлений в линиях передач.

2. Что называется узкополосным согласованием?

3. Какие подходы наиболее часто используются для узкополосного согласования?

4. Какое согласование можно считать широкополосным?

5. Каковы ограничения на реализацию широкополосного согласования?

6. Перечислите наиболее часто употребляемые способы широкополосного согласования активной нагрузки?

7. Какие существуют варианты конструкций переходов «волновод прямоугольного сечения – круглый волновод»?

8. На какой основе могут строиться переходы «металлический волновод – коаксиальная линия»?

9. Похожесть структуры каких типов волн позволяет строить переходы «металлический волновод – микрополосковая линия», «коаксиальная линия – микрополосковая линия»?

10. Какие существуют виды нерегулярностей в волноводах, их использование в качестве фильтрующих и согласующих элементов?

11. Может ли использоваться отрезок направляющей линии как резонатор?

12. Перечислите способы возбуждения резонаторов.

13. Сформулируйте основные положения общей теории электромагнитных резонаторов.

14. Сформулируйте принципы конструктивного исполнения круглого, прямоугольного и коаксиального резонаторов, перечислите их основные характеристики и разъясните принципы действия.

15. Какие способы исполнения элементов связи волноводов и резонаторов применяются наиболее часто на практике?

16. Дайте определение полосковых и микрополосковых линий. Есть ли между ними четкое разделение?

17. Перечислите основные виды полосковых и микрополосковых линий. Почему именно такие виды полосковых и микрополосковых линий получили наибольшее распространение? Каким образом они запитываются от коаксиального разъема?

18. Что такое Е-, Н- и гибридный тройники? Каковы их основные свойства? Где они наиболее часто используются? Как они могут быть исполнены конструктивно?

19. Какие свойства ферритов используются для построения ферритовых циркуляторов, вентилей и фазовращателей. В чем отличия характеристик приборов с поперечным и продольным подмагничиванием, чем они отличаются по конструктивному исполнению?

20. Приведите примеры использования неосновных видов волн в технике устройств СВЧ и антенн.

21. Что понимается под декомпозицией и рекомпозицией сложных устройств СВЧ? Почему нельзя все электродинамические задачи теории антенн решать целиком?

22. Что такое обобщенная матрица рассеяния? Приведите примеры ее использования на практике.

23. Приведите примеры конструктивного исполнения направленных ответвителей. Поясните принципы их действия.

24. Какие известны Вам дискретизационные методы анализа СВЧ цепей? В чем их свойства и отличия?

25. Перечислите проекционные методы анализа СВЧ цепей. В чем состоит их математическая трактовка?

26. Какие известны Вам разновидности метода интегральных уравнений (скалярная и векторная, уравнения 1-го и 2-го рода). Что такое регуляризация уравнений 1-го рода, какие методы ее используются наиболее часто?

27. Проведите сравнительный анализ методов конечных элементов и минимальных автономных блоков.

28. Какие электромагнитные излучатели считаются элементарными? Каковы их общие свойства? Чем они отличаются от акустических излучателей?

29. Сформулируйте алгоритм нахождения электромагнитного поля излучающей системы заданных токов (линейных, поверхностных и объемных). Каковы формальные отличия реализации данного алгоритма для линейных, поверхностных и объемно- излучающих антенн?

7.2.3 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Каким образом классифицируются антенны по функциональному предназначению? Сформулируйте классификацию антенн по диапазонам частот. Как классифицируются антенны по конструктивному исполнению?

2. Дайте определение ВЧ (СВЧ) тракта и линии передачи.

3. Перечислите основные параметры линий передачи. Составьте таблицу классификации линий передач по типам используемых в них волн.

4. Каким образом классифицируются линии передачи по диапазону рабочих частот? Дайте определение узкополосного, широкополосного и сверхширокополосного СВЧ- устройства (антенны). По каким критериям можно считать антенну широкополосной (сверхширокополосной)?

5. Перечислите основные свойства Т-, Е-, Н-, НЕ- и ЕН- волн. В каких структурах они могут распространяться? Почему для некоторых гибридных волн нижняя критическая частота равна нулю?

6. Что такое дисперсионная характеристика линии передачи? Дайте определение фазовой и групповой скорости, поперечной и продольной длины волны в линии передачи, ее волнового сопротивления (чем оно отличается от характеристического сопротивления?). Что такое коэффициент затухания, в каких единицах он измеряется?

7. Что такое постоянная распространения, в чем она измеряется? Дайте определение комплексной постоянной распространения.

8. Перечислите материальные параметры сред. Каким образом классифицируются среды (однородные и неоднородные, изотропные и анизотропные, линейные и нелинейные, активные и пассивные)?

9. От чего зависит величина максимально пропускаемой мощности по линии передачи?

10. Для каких целей может быть полезна модель регулярной линии передачи, основанная на рассмотрении эквивалентной двухпроводной линии?

11. Каков физический смысл полного нормированного напряжения и полного нормированного тока? Почему они имеют одинаковую размерность?

12. Что такое безразмерное (нормированное) комплексное сопротивление, как перейти к размерному комплексному сопротивлению?

13. Для каких целей могут использоваться отрезки линии передачи?

14. Сформулируйте математическую модель отрезка линии передачи, нагруженной на комплексное сопротивление произвольной величины.

15. Как с помощью номограммы Вольперта-Смита показать, что действительно имеет место трансформация сопротивлений в линиях передачи? Каким образом номограмма Вольперта-Смита используется для согласования комплексной нагрузки?

16. Каковы свойства короткозамкнутых и разомкнутых отрезков линии передачи четвертьволновой, полуволновой длины? Где используются эти свойства? Сформулируйте выражение для описания трансформации сопротивлений в линиях передач.

17. Какие подходы наиболее часто используются для узкополосного согласования?

18. Каковы ограничения на реализацию широкополосного согласования?

19. Какие существуют варианты конструкций переходов «волновод прямоугольного сечения – круглый волновод»?

20. На какой основе могут строиться переходы «металлический волновод – коаксиальная линия»?

21. Какие существуют виды нерегулярностей в волноводах, их использование в качестве фильтрующих и согласующих элементов?

22. Перечислите способы возбуждения резонаторов.

23. Какие способы исполнения элементов связи волноводов и резонаторов применяются наиболее часто на практике?

24. Перечислите основные виды полосковых и микрополосковых линий. Почему именно такие виды полосковых и микрополосковых линий получили наибольшее распространение? Каким образом они запитываются от коаксиального разъема?

25. Что такое Е-, Н- и гибридный тройники? Каковы их основные свойства? Где они наиболее часто используются? Как они могут быть исполнены конструктивно?

26. Какие свойства ферритов используются для построения ферритовых циркуляторов, вентилей и фазовращателей. В чем отличия характеристик приборов с поперечным и продольным подмагничиванием, чем они отличаются по конструктивному исполнению?

27. Приведите примеры конструктивного исполнения направленных ответвителей. Поясните принципы их действия.

28. Какие электромагнитные излучатели считаются элементарными? Каковы их общие свойства? Чем они отличаются от акустических излучателей?

29. Каким образом может быть найдено поле идеального линейного излучателя в дальней зоне? Как зависят направленные свойства от электрической длины и коэффициента замедления?

30. Перечислите свойства поля излучения плоского раскрыва прямоугольной формы в дальней зоне.

31. Какие используют основные характеристики приемных и передающих антенн?

32. Каким образом классифицируют вибраторные антенны? В чем особенности запитки, симметрирования и согласования симметричных и несимметричных антенн?

33. Каковы свойства поля излучения двух вибраторов? Что такое рефлектор и директор. Каким соотношениям должен удовлетворять закон распределения поля вблизи рефлектора и директора?

34. Для каких целей используют теорему перемножения диаграмм направленности? Что такое множитель решетки? Как он зависит от геометрии решетки и от частоты?

35. Каким образом влияет подстилающая поверхность на излучение антенн с горизонтальной и вертикальной поляризацией?

36. Перечислите методы получения секторных (и в частности, кардиоидных) диаграмм направленности.

37. Почему на практике используются многовибраторные антенны? Почему их нельзя заменить одной вибраторной антенной большего размера? Как найти множитель направленности решетки?

38. Дайте определения антенн бегущей и вытекающей волны, перечислите их основные свойства. Приведите примеры зависимостей характеристик антенн бегущей и вытекающей волны от их геометрии и электрических свойств в заданной полосе частот.

39. Какие антенны называются апертурными? Дайте их классификацию, приведите их основные характеристики.

40. Дайте примеры схем построения зеркальных антенн, перечислите их характеристики. Каким образом они зависят от способа построения облучателя? Дайте сравнение антенн Грегори и Кассегрена.

41. Какие виды линзовых антенн Вам известны? Проиллюстрируйте схемы их построения, приведите их основные характеристики. Что такое линза Люнеберга? Где она используется и для каких целей?

42. Перечислите основные конструкции щелевых, волноводно-щелевых и резонаторно-щелевых антенн.

43. Какие виды широкополосных антенн Вам известны? Какие принципы в них заложены?

44. Каким образом осуществляют управление диаграммой направленности в антенных решетках?

45. Какие меры применяются для подавления вторичных интерференционных максимумов в антенных решетках?

46. Каким образом строят антенны с вращающейся поляризацией? Перечислите их основные виды. Какие виды спиральных антенн Вам известны?

47. Как строятся логопериодические антенны, какова их классификация? Каковы их основные свойства?

Каким образом строятся сверхнаправленные антенные решетки? Принципы согласования сверхнаправленных антенных решеток. Сверхнаправленность Дольфа-Чебышева

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет и экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 3 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 3 до 5 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 8 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 9 до 10 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Линии передачи и СВЧ устройства	ОПК-1, ПК-5	Тест, зачет, экзамен, устный опрос
2	Общие положения теории антенн	ОПК-1, ПК-5	Тест, зачет, экзамен, устный
3	Особенности построения и характеристики антенн различного предназначения, конструктивного исполнения и диапазонов волн	ОПК-1, ПК-5	Тест, зачет, экзамен, устный

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.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Замотринский В.А. Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Устройства СВЧ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Замотринский В.А., Шангина Л.И.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 222 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13996.html.

2. Гошин Г.Г. Устройства СВЧ и антенны. Часть 2. Антенны [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гошин Г.Г.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 159 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13997.html.

3. Баланис К.А. Введение в смарт-антенны [Электронный ресурс]/ Баланис К.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 200 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16972.html.

4. Пониматкин В.Е. Антенно-фидерные устройства систем связи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пониматкин В.Е., Шпилевой А.А.— Электрон. текстовые данные.— Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2010.— 122 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/23761.html.

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

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная плакатами и пособиями по профилю.

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

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Освоение дисциплины оценивается на зачете и экзамене.

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 удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Подготовка к зачету и экзамену	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.