ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2FC246F6C833D54E80E94DC86683EC3124321638
Владелец: Глебов Владимир Владимирович
Действителен: с 07.09.2021 до 07.12.2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор АПИ НГТУ:
_____ Глебов В.В.
(подпись) *(ФИО)*
«_22_» _июня____2021_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 Проектирование СВЧ устройств
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: Проектирование и технология радиоэлектронных средств
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: ____очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: ____2018

Объем дисциплины: ____ 108 / 3
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: __зачет с оценкой__
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: ____КиТ РЭС
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: ____КиТ РЭС
(аббревиатура кафедры)

Разработчик(и): ____Рязанов А.В., к.т.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2021г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19 сентября 2017г. № 928 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ,

протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 15.06.2021 г. № 8

Заведующий кафедрой _____ Ямпурин Н.П.

(подпись) *(ФИО)*

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,

протокол от 22.06.2021 г. № 15

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.

(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 11.03.03-36

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.

(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.

(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 4
1.1 Цель освоения дисциплины (модуля) 4
1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля) 4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 7
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам 7
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам 7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 10
5.1 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания 10
5.2 Оценочные средства для контроля освоения дисциплины 14
5.2.1Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости 14
5.2.2Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации 16
5.3 Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине 18
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 20
6.1 Основная литература 20
6.2 Дополнительная литература 20
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям 21
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 21
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы 21
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины 21
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ 22
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) 22
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 23
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии 23
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа 24
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах 24
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях 25
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся 25
10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса 25

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины «Проектирование СВЧ устройств» изучение основных методов экспериментального исследования антенн и устройств СВЧ; методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; методов расчета характеристик устройств СВЧ и антенн, конструкции типовых элементов устройств СВЧ и антенных систем; параметров и характеристик электрических и магнитных цепей, материалов и компонентов, используемых при проектировании.

1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)

К основным задачам освоения дисциплины относятся:

– изучение основных методов экспериментального исследования антенн и устройств СВЧ;

– изучение методов обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ;

– ознакомление с основными методами расчета характеристик устройств СВЧ и антенн, конструкции типовых элементов устройств СВЧ и антенных систем;

– ознакомление с параметрами и характеристиками электрических и магнитных цепей, материалов и компонентов, используемых при проектировании.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Проектирование СВЧ устройств» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Физика», «Компоненты электронной техники», «Схемотехника», «Техническая электродинамика», «Компоненты устройств СВЧ».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Проектирование СВЧ устройств», необходимы при освоении следующих дисциплин, «Преддипломная практика».

Рабочая программа дисциплины «Проектирование СВЧ устройств» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Проектирование СВЧ устройств» направлен на формирование элементов профессиональной компетенции ПКС-2 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений								
Проектирование СВЧ устройств			■					
Правоведение				■				
Проектирование механических узлов электронных средств				■				
Технологическая (проектно-технологическая) практика				■				
Безопасность жизнедеятельности					■			
Компоненты электронной техники					■			
Управление техническими системами					■			
Основы финансовой грамотности					■			
Надежность электронных средств					■			
Цифровые устройства и элементы электронных средств					■			
Схемотехника						■		
Промышленные САПР						■		
Технологическая (проектно-технологическая) практика						■		
Методология синтеза конструкторско-технологических решений электронных средств						■		
Приборы и системы							■	
Теория цифровой обработки сигналов							■	
Проектирование СВЧ устройств							■	
Автоматизация технологических процессов							■	
Проектирование СВЧ устройств								■
Компьютерное проектирование и моделирование электронных средств								■
Преддипломная практика								■
Выполнение и защита ВКР								■

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Проектирование СВЧ устройств», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений	ИПКС-2.3. Проектирует структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также выполняет расчет узлов и модулей электронных средств	**Знать:** Методы экспериментального исследования антенн и устройств СВЧ; методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ. Методы расчета характеристик устройств СВЧ и антенн, конструкции типовых элементов устройств СВЧ и антенных систем. Параметры и характеристики электрических и магнитных цепей, материалов и компонентов, используемых при проектировании.	**Уметь:** Выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов электронных средств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры. Осуществлять расчеты основных характеристик волноводных трактов и антенн . Применять знание параметров и характеристик СВЧ устройств в профессиональной деятельности.	**Владеть:** Навыками работы с основными современными измерительными средствами. Навыками составления проектно-технической документации. Методами расчета антенн и СВЧ устройств.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. или 108 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения / заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 8 семестр/ 9 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	**108/108**	**108/108**
1. Контактная работа:	**53/33**	**53/33**
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	**48/28**	**48/28**
занятия лекционного типа (Л)	24/10	24/10
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	12/10	12/8
лабораторные работы (ЛР)	12/8	12/10
1.2. Внеаудиторная, в том числе	**5/5**	**5/5**
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	1/1	1/1
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	–	–
2. Самостоятельная работа (СРС)	**55/75**	**55/75**
реферат/эссе (подготовка)	–	–
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	18/18	18/18
контрольная работа	–	–
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	–	–
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	27/47	27/47
Подготовка к экзамену (контроль)	–	–
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)	10/10	10/10

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной/заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	**Наименование разделов, тем**	**Виды учебной работы (час)**				**Вид СРС**
		Контактная работа			**Самостоятельная работа студентов**	
		Лекции	**Лабораторные работы**	**Практические занятия**		
8 семестр / 9 семестр						
ПКС-2 ИПКС-2.2	**Раздел 1. Введение**					
	Тема 1.1. Матричное описание устройств СВЧ. Матричное описание устройств СВЧ. Импедансные и волновые матрицы. Матрица рассеяния, её свойства и применение к расчёту узлов СВЧ. Связь импедансных и волновых матриц. Определение элементов матрицы рассеяния.	1/1			1/2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Итого по 1 разделу	**1/1**			**1/2**	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
	Раздел 2.Конструирование линий передач					
	Тема 2.1 Классификация линий передач. Коаксиальные, волноводные линии передачи. Выбор геометрических размеров. Тема 2.2. Параметры линий передач. Электрическая прочность линии, тепловой пробой. Влияние точности изготовления и обработки на характеристики линии. Тема 2.3 Согласование линии передачи с нагрузкой. Методы узкополосного и широкополосного согласования.	5/1			3/6	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Итого по 2 разделу	**5/1**			**3/6**	
	Раздел 3. Конструирование элементов СВЧ тракта					
	Тема 3.1 Соединение линий передач разного поперечного сечения. Изгибы линий передач, тройники последовательного, параллельного типов. Разъёмные соединения линий передач. Вращающиеся соединения линий передач. Неоднородности в волноводах. Переходы в линиях передачи.	4/1			2/5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Лабораторная работа №1. Исследование элементов волноводного тракта.		4/0		2/0	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.2], [6.2.1] [6.3.2]
	Итого по 3 разделу	**4/1**	**4/0**		**4/4**	
	Раздел 4. Объемные резонаторы					
	Тема 4.1 Классификация резонаторов. Тема 4.2 Параметры объёмных резонаторов. Тема 4.3 Квазистационарные резонаторы. Резонаторы на отрезках линий передач.	2/1			2/4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Практическая работа №1. Квазистационарные резонаторы. Резонаторы на отрезках линий передач.			2/0	1/0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1]
	Итого по 4 разделу	**2/1**		**2/0**	**3/4**	
	Раздел 5. Многополюсные схемы СВЧ					
	Тема 5.1 Общие свойства многополюсников СВЧ. Тема 5.2 Делители мощности. Направленные ответвители и мостовые схемы..	2/1			1/3	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Итого по 5 разделу	**2/1**			**1/3**	
	Раздел 6. Ферритовые устройства СВЧ					
	Тема 6.1 Характеристики современных ферритовых приборов: вентилей, циркуляров, фазовращателей.	1/1			1/3	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Итого по 6 разделу	**1/1**			**1/3**	
	Раздел 7. Одиночные слабонаправленные антенны. Параметры антенн					
	Тема 7.1 Теория симметричного вибратора и его параметры. Тема 7.2 Принцип двойственности и его применение для нахождения параметров щелевых антенн. Тема 7.3 Особенности приемных антенн.	2/1			2/3	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Практическая работа №2. Принцип двойственности. Особенности приемных антенн. Шумовая температура.			2/2	1/2	Подготовка к практическим занятиям

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
						[6.1.2], [6.2.1] [6.3.2]
	Итого по 7 разделу	**2/1**		**2/2**	**3/5**	
	Раздел 8. Антенные решётки					
	Тема 8.1 Поле излучения плоских раскрывов. Теорема эквивалентных поверхностных токов. Формула Кирхгофа. Тема 8.2 Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные антенны. Антенны с ДН специальной формы.	2/1			2/3	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Практическая работа №3. Антенные решётки с оптимальной ДН. Антенны с синтезированной апертурой. Схемы построения. Достоинства и недостатки АФАР.			2/2	1/2	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1] [6.3.2]
	Итого по 8 разделу	**2/1**		**2/2**	**3/5**	
	Раздел 9. Конструкции антенн					
	Тема 9.1 Антенны в виде излучающих поверхностей. Поле излучения плоских раскрывов. Теорема эквивалентных поверх-ностных токов. Формула Кирхгофа. Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные антенны. Антенны с ДН специальной формы. Тема 9.2 Антенны бегущей волны. Антенны типа "волновой канал", диэлектрические, спиральные антенны.	4/2			2/4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Практическая работа №4. Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные антенны. Антенны с ДН специальной формы.			2/2	1/2	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям [6.1.2], [6.2.1] [6.3.2]
	Практическая работа №5. Диэлектрические, спиральные антенны.			4/2	1/2	
	Лабораторная работа №2. Исследование антенны с косекансной диаграммой направленности.		4/4		2/4	
	Лабораторная работа №3. Исследование антенны типа “волновой канал”.		4/4		2/4	
	Итого по 9 разделу	**4/2**	**8/8**	**6/4**	**8/16**	
	ИТОГО за семестр	**24/10**	**12/8**	**12/10**	**27/47**	
	ИТОГО по дисциплине	**24/10**	**12/8**	**12/10**	**27/47**	

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Информационно-коммуникационные технологии

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Проектирование СВЧ устройств» проводятся преподавателем дисциплины.

На лекциях оценивается посещаемость студентом лекции, активность участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов, индивидуальные выступления по заданным на самостоятельное рассмотрение темам.

Для оценки текущего контроля **знаний** используются дискуссионные опросы, проводимые на практических занятиях.

Для оценки текущего контроля **умений** и **навыков** проводятся лабораторные работы и практические занятия в форме выполнения заданий. При выполнении практического задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на предложенные преподавателем контрольные вопросы устно или в письменном виде в конце отчета.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Часть процедуры промежуточной аттестации по дисциплине представлена выполнением студентом РГР, с последующим представлением на проверку преподавателю выполненной и оформленной надлежащим образом пояснительной записки.

Типовая тематика и требования к содержанию и оформлению РГР отражаются в фонде оценочных средств дисциплины. Студенту выдается индивидуальное задание с указанием даты выдачи и срока сдачи выполненного задания на РГР.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания результатов выполнения РГР представлены в табл. 5.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме РГР проводится до начала проведения промежуточной аттестации в форме экзамена по данной дисциплине.

Студент допускается к промежуточной аттестации (экзамену), если в результате изучения разделов дисциплины набрал в ходе текущего контроля по ПКС-2 не менее 3 баллов (1 балл – по результатам РГР, 2 балла – по результатам выполнения лабораторных работ и практических заданий).

По итогам освоения дисциплины «Проектирование СВЧ устройств» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена и предполагает письменный ответ студента по билетам на теоретические вопросы.

Экзаменационный билет для промежуточной аттестации содержит два теоретических вопроса. Время на подготовку ответов - 45 минут. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 2 баллов.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2 и 5.3.

---

*Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Форма контроля
			1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений	ИПКС-2.3. Проектирует структурные, функциональные и принципиальные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также выполняет расчет узлов и модулей электронных средств	***Знания:***	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	а) Контроль посещения лекций б) Контроль участия в дискуссиях на лекциях и практических занятиях в) Проверка конспектов лекций
		Методы экспериментального исследования антенн и устройств СВЧ; методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ. Методы расчета характеристик устройств СВЧ и антенн, конструкции типовых элементов устройств СВЧ и антенных систем. Параметры и характеристики электрических и магнитных цепей, материалов и компонентов, используемых при проектировании.	а) посещение <30% всех лекций б) отсутствие участия в обсуждении вопросов в) конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам не составлен	а) посещение ≥30%, но <50% всех лекций б) единичное высказывание в обсуждении вопросов в) составлен не полный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам	а) посещение ≥50%, но <80% всех лекций б) активное участие в обсуждении вопросов в) составлен полный, но логически не связанный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам	а) посещение всех лекций б) высказывает неординарные суждения в дискуссиях в) составлен полный, логически связанный конспект по заданным на самостоятельное рассмотрение темам	
		Умения:	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	Контроль выполнения и защиты практических заданий: ПЗ№1, ПЗ№2, ПЗ №3, ПЗ №4, ПЗ №5,
		Выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов электронных средств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры. Осуществлять расчеты основных характеристик волноводных трактов и антенн . Применять знание параметров и характеристик СВЧ устройств в профессиональной деятельности.	Студент не демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание, обосновать свои суждения при защите отчета	Студент не уверенно демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание, обосновать свои суждения при защите отчета	Студент демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание (в полном объеме, вовремя, с незначительными замечаниями), обосновать свои суждения при защите отчета	Студент уверенно демонстрирует умения самостоятельно выполнять индивидуальное задание (правильно, вовремя, в полном объеме), уверенно обосновать свои суждения при защите отчета	
		Навыки (при наличии):	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	Контроль выполнения и защиты лабораторных работ: ЛБ №1, ЛБ №2, ЛБ №3,
		Навыками работы с основными современными измерительными средствами. Навыками составления проектно-технической документации. Методами расчета антенн и СВЧ устройств.	Студент не владеет самостоятельными навыками выполнения индивидуального задания в рамках профессиональной деятельности	Студент неуверенно владеет самостоятельными навыками выполнения и оформления индивидуального задания в рамках профессиональной деятельности	Студент хорошо владеет самостоятельными навыками своевременного выполнения и оформления индивидуального задания, критического анализа и формулировки выводов в рамках профессиональной деятельности	Студент уверенно владеет самостоятельными навыками своевременного выполнения и оформления индивидуального задания, критического анализа и формулировки выводов (рекомендаций) в рамках профессиональной деятельности	

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (РГР)

Код и индикаторы достижения компетенций	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			
		1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение
	Знания:	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
ПКС-2 ИПКС-2.3	Методы расчета характеристик устройств СВЧ и антенн, конструкции типовых элементов устройств СВЧ и антенных систем. Параметры и характеристики электрических и магнитных цепей, материалов и компонентов, используемых при проектировании.	а) содержание в целом не соответствует заданию б) большое количество нарушений в логике изложения материала в) полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в задании, большое количество существенных ошибок по сути работы г) выводы и предложения отсутствуют д) много грамматических и стилистических ошибок и др. е) имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении, РГР не представлена преподавателю	а) содержание частично не соответствует заданию б) есть нарушения в логике изложения материала в) полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в задании, имеются одна-две существенных ошибки в расчетах, в построенных диаграммах г) аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует д) много грамматических и/или стилистических ошибок е) имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении РГР	а) содержание достаточно полно соответствует заданию б) в целом структура логически и методически выдержана в) имеются одна-две несущественные ошибки в расчетах, в построенных диаграммах г) большинство выводов и предложений аргументировано д) наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок е) оформление в целом отвечают требованиям, предъявляемым к оформлению текстовой и графической документации.	а) содержание полностью соответствует заданию б) структура логически и методически выдержана в) нет ошибок расчетов и построения чертежей г) все выводы и предложения убедительно аргументированы д) отсутствуют грамматические и/или стилистические ошибки е) оформление полностью отвечает требованиям, предъявляемым к оформлению текстовой и графической документации
	Умения и навыки (при наличии):	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
ПКС-2 ИПКС-2.3	Осуществлять расчеты основных характеристик волноводных трактов и антенн . Применять знание параметров и характеристик СВЧ устройств в профессиональной деятельности. Навыками составления проектно-технической документации. Методами расчета антенн и СВЧ устройств.	а) не правильный ответ на все заданные вопросы б) слабое понимание теоретического материала в) отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы	а) грубые ошибки при ответах на вопросы и /или не правильный ответ более чем на 30% вопросов б) слабое знание теоретического материала в) в большинстве случаев отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы	а) правильный и уверенный ответ на большинство вопросов, при наводящих вопросах преподавателя исправляются ошибки в ответе б) хорошее знание теоретического материала в) не всегда присутствует способность аргументировать собственные утверждения и выводы	а) правильный и уверенный ответ на вопросы б) глубокое знание теоретического материала в) способность аргументировать собственные утверждения и выводы

Таблица 5.3 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (экзамен)

Код и индикаторы достижения компетенций	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Показатели контроля успеваемости
		1 критерий – отсутствие усвоения	2 критерий – не полное усвоение	3 критерий – хорошее усвоение	4 критерий – отличное усвоение	
	Знания:	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
ПКС-2 ИПКС-2.3	Методы экспериментального исследования антенн и устройств СВЧ; методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ. Методы расчета характеристик устройств СВЧ и антенн, конструкции типовых элементов устройств СВЧ и антенных систем. Параметры и характеристики электрических и магнитных цепей, материалов и компонентов, используемых при проектировании.	а) не правильный ответ на все теоретические вопросы билета б) слабое понимание теоретического материала в) отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы г) не может ответить на дополнительные вопросы д) отказ от ответа	а) грубые ошибки при ответах на вопросы и /или не правильный ответ более чем на 30% вопросов б) слабое знание теоретического материала в) в большинстве случаев отсутствует способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы	а) правильный и уверенный ответ на большинство вопросов, при наводящих вопросах преподавателя исправляются ошибки в ответе б) хорошее знание теоретического материала в) не всегда присутствует способность аргументировать собственные утверждения и выводы	а) правильный и уверенный ответ на вопросы б) глубокое знание теоретического материала в) способность аргументировать собственные утверждения и выводы	Контроль использования практических примеров в ответе Контроль ответов на дополнительные вопросы

Промежуточная аттестация по дисциплине пройдена, если слушатель набрал не менее 1 балла за РГР и не менее 1 балла за экзамен.

Таблица 5.4 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (РГР)

Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
Суммарное количество баллов*	
0 баллов	«неудовлетворительно»
1 балл	«удовлетворительно»
2 балла	«хорошо»
3 балла	«отлично»

**) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.*

Таблица 5.5 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (экзамен)

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
	Суммарное количество баллов**	
0..2 баллов	0 баллов	«неудовлетворительно»
3..5 баллов	1 балл	«удовлетворительно»
6..8 баллов	2 балла	«хорошо»
9 баллов	3 балла	«отлично»

**) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;*
***) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.3.*

5.2 Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

выполнение лабораторных работ (выполнение заданий по вариантам с использованием ПК, ответы на контрольные вопросы) и практических заданий (доклады по тематике практических занятий), оформление отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям.

Типовые контрольные вопросы для лабораторных работ

Раздел 9. Конструкции антенн

Лабораторная работа №2. Исследование антенны с косекансной диаграммой направленности

1. Объясните принцип работы параболической антенны.
2. Как работает и как устроен сегментно-параболический облучатель?
3. В каких радиолокационных станциях применяется косекансная форма ДН антенны?
4. Докажите необходимость косекансной формы ДН антенны, обеспечивающей постоянство отраженного сигнала на входе приемника станции.
5. Перечислите способы получения косекансной ДН.
6. Расскажите о методах геометрической оптики в применении к построению поля в раскрыве цилиндрического зеркала.
7. Как влияет на ДН антенны в горизонтальной плоскости характер распределения амплитуды поля в раскрыве зеркала?
8. Какими параметрами антенны определяется ДН в горизонтальной плоскости?
9. Что такое паразитная поляризация?

Лабораторная работа №3. Исследование антенны типа "волновой канал"

1. Объясните создание однонаправленного излучения в антенне.
2. Постройте векторные диаграммы, поясняющие работу пассивного рефлектора и пассивного директора.
3. Как выбирается длина пассивных направляющих элементов?
4. Почему в антенне с пассивными направляющими элементами оптимальное расстояние между вибраторами отличается от четверти длины волны?
5. Как влияет число директоров в антенне на диаграмму направленности?
6. Какие преимущества дает использование шлейф вибратора в антенне типа волновой канал?
7. Как влияет толщина пассивных вибраторов на настройку антенны?
8. Почему все вибраторы директорной антенны можно располагать на одном металлическом штыре?
9. Поясните порядок определения влияния длины пассивного рефлектора на диаграмму направленности.
10. Поясните порядок определения влияния длины директоров на диаграмму направленности.
11. Поясните порядок определения зависимости диаграммы направленности от расстояния между вибраторами.
12. Каким методом определяется КНД в данной лабораторной работе?

Типовые задания для лабораторных работ

Раздел 7. Пассивные компоненты СВЧ трактов

Лабораторная работа №2. Исследование антенны с косекансной диаграммой направленности

1. Снять ДН антенны в горизонтальной плоскости.
2. Снять ДН в вертикальной плоскости.
3. Измерить поле антенны с паразитной поляризацией.
4. Рассчитать и построить диаграмму направленности антенны.

Лабораторная работа №3. Исследование антенны типа "волновой канал"

1. Изучить теоретический материал.
2. Определить влияние длины пассивного рефлектора на диаграмму направленности антенны.
3. Определить влияние длины директоров на диаграмму направленности антенны.
4. Исследовать зависимость диаграммы направленности антенны от расстояния между вибраторами.
5. Определить коэффициент направленного действия по экспериментальной диаграмме направленности антенны.

Полный перечень заданий приведен в [6.3.1], а также в [6.3.4].

Типовые задания для практических занятий

Практические работы выполняются студентами индивидуально или группами по несколько человек в зависимости от сложности темы работы. Тему работы назначает преподаватель из списка, приведенного ниже. Студенту необходимо изучить специальную литературу по заданной тематике и подготовить доклад. Отчет о выполнении работы оформляется в виде реферата, результаты работы докладываются на практическом занятии и обсуждаются с преподавателем и студентами группы.

Раздел 8. Антенные решетки

Практическая работа №3.

1. Антенные решётки с оптимальной ДН.
2. Антенны с синтезированной апертурой. Схемы построения.
3. Достоинства и недостатки АФАР.

Раздел 9. Конструкции антенн

Практическая работа №4.

1. Рупорные антенны.
2. Линзовые антенны.
3. Зеркальные антенны.
4. Антенны с ДН специальной формы.

Полный перечень вопросов приведен в [6.3.2], а также в [6.3.4].

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Направляющие системы и классификация направляемых волн.
2. Связь между продольными и поперечными составляющими полей в однородной направляющей системе.
3. Критическая частота и критическая длина волны.
4. Поперечные электромагнитные волны.
5. Независимость структуры поля волны ТЕМ от частоты.
6. Электрические волны.
7. Магнитные волны.
8. Концепция парциальных волн.
9. Скорость распространения энергии.
10. Групповая скорость.
11. Мощность, переносимая электромагнитной волной по линии передачи.
12. Прямоугольный волновод. Электрические волны.
13. Прямоугольный волновод. Магнитные волны.
14. Прямоугольный волновод. Волна H_{10}.
15. Круглый волновод. Электрические волны.
16. Круглый волновод. Магнитные волны.
17. Токи в прямоугольном волноводе при рассмотрении волны H_{10}.
18. Токи в круглом волноводе при рассмотрении волны H_{11}.
19. Волны в коаксиальной линии. Волна ТЕМ. Волновое сопротивление коаксиальной линии.
20. Волны в коаксиальной линии. Электрические и магнитные волны.
21. Волны в полосковой линии.
22. Линии поверхностной волны. Металлическая плоскость, покрытая слоем диэлектрика.
23. Линии поверхностной волны. Идеально проводящий цилиндр, покрытый слоем диэлектрика.
24. Линии поверхностной волны. Диэлектрический волновод.
25. Требования к линиям передачи. Одноволновый и многоволновый режимы.
26. Электрическая прочность линии передачи. Тепловой пробой. Предельная и допустимая мощность.
27. Затухание в линиях передачи.
28. Мощность, переносимая по прямоугольному волноводу.
29. Затухание электрических и магнитных волн в прямоугольном волноводе.
30. Мощность, переносимая по круглому волноводу.
31. Затухание в круглом волноводе.
32. Волноводы сложной формы.
33. Передача энергии по коаксиальной и полосковой линиям.
34. Узкополосное согласование.
35. Согласование с помощью четвертьволнового трансформатора.
36. Широкополосное согласование активных сопротивлений.
37. Согласование линий передачи. Ступенчатые и плавные переходы.
38. Неоднородности в линиях передачи. Емкостная диафрагма.
39. Неоднородности в линиях передачи. Индуктивная диафрагма.

40. Реактивный стержень в прямоугольном волноводе.
41. Направленные ответвители.
42. Сочленение отрезков линий передачи.
43. Волноводные изгибы и скрутки.
44. Аттенюаторы.
45. Волноводные тройники.
46. Объемные резонаторы.
47. Добротность объемных резонаторов.
48. Собственная добротность закрытых резонаторов.
49. Резонаторы в виде короткозамкнутых отрезков линий передачи.
50. Коаксиальный резонатор.
51. Резонатор, выполненный из отрезка коаксиальной линии, нагруженной на емкость.
52. Прямоугольный резонатор.
53. Цилиндрический резонатор.
54. Квазистационарные резонаторы. Резонаторы бегущей волны.
55. Полосовой фильтр в коаксиальной линии.
56. Мостовые схемы. Двойной волноводный тройник.
57. Кольцевой мост.
58. Измерение полного сопротивления и коэффициента отражения.
59. Балансные антенные переключатели.
60. Ферритовые устройства СВЧ.
61. Ферромагнитный резонанс.
62. Y – циркуляторы.
63. Вертикальный симметричный вибратор.
64. Симметричный электрический вибратор в свободном пространстве.
65. Входное сопротивление СЭВ.
66. Симметричный щелевой вибратор.
67. Некоторые вопросы теории приемных антенн. Ток в приемной антенне. Параметры антенн.
68. Мощность, выделяемая в приемной антенне.
69. Антенная температура.
70. Излучение двух связанных вибраторов.
71. Расчет сопротивления излучения и входного сопротивления связанных вибраторов методом наведенных ЭДС.
72. Расчет взаимных и собственных сопротивлений связанных вибраторов.
73. Расчет наведенного и полного сопротивления излучения.
74. Расчет тока в пассивных вибраторах.
75. Методы получения узких диаграмм направленности. Антенные решетки с поперечным излучением.
76. Синфазная решетка.
77. Расчет сопротивления излучения синфазной решетки.
78. Антенные решетки с осевым излучением.
79. Антенны с оптимальной диаграммой направленности.
80. Параллельное питание вибраторов.
81. Методы расширения рабочего диапазона антенны.
82. Излучение одной щели, прорезанной в стенке волновода.
83. Многощелевые волноводные антенны.
84. Параболические антенны.
85. Рупорная антенна.
86. Линзовые антенны.
87. Простые проволочные антенны.
88. Активные антенны.
89. Логопериодическая антенна.

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации

Итоговый тест для проведения промежуточной аттестации обучающихся сформирован в системе MOODLE и находятся в свободном доступе на странице курса «Проектирование СВЧ

устройств» по адресу: https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=44.

Регламент проведения промежуточной аттестации в форме тестирования в MOODLE

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
80	10	10

5.3 Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Проектирование СВЧ устройств» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2 и 5.3, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенции ПКС-2, формируемой в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.6).

Таблицы 5.6 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальные схемы устройств с использованием средств. **ИПКС-2.3.** Разрабатывает структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств.					
Знать: - Методы экспериментального исследования антенн и устройств СВЧ; методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ. - Методы расчета характеристик устройств СВЧ и антенн, конструкции типовых элементов устройств СВЧ и антенных систем. - Параметры и характеристики электрических и магнитных цепей, материалов и компонентов, используемых при проектировании.	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Контроль посещения лекций. Контроль участия в дискуссиях на лекциях и практических занятиях. Проверка конспектов лекций. Тестирование. Промежуточная аттестация.
Уметь: - Выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов электронных средств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры. - Осуществлять расчеты основных характеристик волноводных трактов и антенн . - Применять знание параметров и характеристик СВЧ устройств в профессиональной деятельности.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение и защита практических заданий. Выполнение и защита лабораторных работ Выполнение РГР
Владеть навыками: - Навыками работы с основными современными измерительными средствами. - Навыками составления проектно-технической документации. - Методами расчета антенн и СВЧ устройств.	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение и защита практических заданий. Выполнение и защита лабораторных работ Выполнение РГР

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 Неганов В.А. Электродинамика и распространение радиоволн. Учебное пособие. Рекомендовано УМС по физике УМО по классическому университетскому образованию РФ / В.А. Неганов, О.В. Осипов, С.Б. Раевский, Г.П. Яровой. Под ред. В.А.Неганова и С.Б.Раевского. - М.: Радиотехника, 2007. – 744 с. – 20 шт.

6.1.2 Нефёдов Е.И. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн, учебник. Допущено Министерством образования РФ. / Е.И. Нефёдов. - М.: Академия, 2006. – 320 с. – 40 шт.

6.1.3 Неганов В.А. Электродинамика и распространение радиоволн. Учебное пособие. / В.А. Неганов, О.В. Осипов, С.Б. Раевский, Г.П. Яровой. Под ред. В.А.Неганова и С.Б.Раевского. - М.: Радиотехника, 2005. – 648 с. – 10 шт.

6.1.4 Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебник.2-е изд., доп. / А.Д. Григорьев. – СПб: Издательство «Лань», 2007. – 704 с. – 20 шт.

6.1.5 Шостак А.С. Антенны и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шостак А.С.– Электрон. текстовые данные.– Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.– 125 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/14003.– ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.1.6 Горбачев А. П. Многолучевые фазированные антенные решётки с излучателями дипольного вида: учебное пособие / А.П. Горбачев. – Новосибирск: НГТУ, 2021. – 47 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/216248.

6.1.7 Шостак А.С. Антенны и устройства СВЧ. Часть 2. Антенны [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шостак А.С.– Электрон. текстовые данные.– Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.– 168 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/14004.– ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.1.8 Устройства СВЧ и антенны: учебник / А. А. Филонов, А. Н. Фомин, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин. – Красноярск: СФУ, 2014. – 492 с. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/64594.

6.1.9 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.– ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.1.10 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.– ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.1.11 Косарев А. В. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Расчет антенны базовой станции : учебно-методическое пособие / А. В. Косарев, Г. И. Трещинская. – Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2016. – 51 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/180106.

6.1.12 Банков С. Е. Анализ и оптимизация СВЧ-структур с помощью HFSS / С. Е. Банков, А. А. Курушин, В. Д. Разевиг ; под редакцией С. Е. Банкова. – 2-е изд. – Москва : СОЛОН-Пресс, 2017. – 216 с. – ISBN 5-98003-226-6. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/90267.html.

6.1.13 Кущ Г.Г. Приборы и устройства оптического и СВЧ диапазонов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кущ Г.Г., Соколова Ж.М., Шангина Л.И.– Электрон. текстовые данные.– Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.– 414 с.– Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/14020.– ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Нефёдов Е.И. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн, учебник для студ. сред. проф. образов. Допущено Министерством образования РФ. / Е.И. Нефёдов. - М.: Академия, 2008. – 320 с. – 5 шт.

6.2.2 Всё об антеннах. Справочник. / Сост. В.И. Назаров, В.И. Рыженко. - М.: Оникс, 2008. - 240 с. - 1 шт.

6.2.3 Активные фазированные антенные решетки. / Под ред. Д.И.Воскресенского, А.И.Канащенкова. - М.: Радиотехника, 2004. - 488 с - 5 шт.

6.2.4 Филлипов В.С. Введение в классическую электродинамику. Конспект лекций. / В.С. Филиппов. - М: САЙНС-ПРЕСС, 2002 - 64 с. - 20 шт.

6.2.5 Рязанов А.В. Проектирование устройств СВЧ : Лабораторный практикум для студ. напр. 210200 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» / А. В. Рязанов. - Арзамас : АПИ НГТУ, 2011. - 76 с. – 140 шт.

6.2.6 Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Проектирование СВЧ устройств»: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» / Сост. А.В. Рязанов; АПИ НГТУ, 2015 г. Утверждено на заседании кафедры от 22.09.2015 №12.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Методические указания и задания к практическим занятиям по дисциплине «Проектирование СВЧ устройств». Рекомендованы заседанием кафедры «Конструирование и технология радиоэлектронных средств» АПИ НГТУ, протокол №6 от 25.05.2021г.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: https://e.lanbook.com

7.1.3 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа: http://elibrary.ru.

7.1.4 Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Режим доступа: https://cyberleninka.ru/.

7.1.5 Информационный портал «INGENERYI.INFO». Режим доступа: https://ingeneryi.info.

7.1.6 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Режим доступа: http://protect.gost.ru.

7.1.7 Электронный учебный курс для студентов «Теория машин и механизмов». Режим доступа: http://www.teormach.ru.

7.1.8 Сайт системы трехмерного моделирования и проектирования «КОМПАС-3D». Режим доступа: https://kompas.ru.

7.1.9 Сайт разработчика и интегратора российского ПО для управления жизненным циклом изделий «Топ Системы». Режим доступа: https://www.tflex.ru.

7.1.10 Профессиональный сайт «РадиоЛоцман. Электронные схемы». Режим доступа: https://www.rlocman.ru.

7.1.11 Новостной портал «Записки радиолюбителя». Режим доступа: https://radio-blog.ru.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 Microsoft Office.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение **IPR BOOKS WV-Reader**
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
318/а – Лаборатория «Основы радиоэлектроники и связи. Проектирование СВЧ устройств» для проведения лекционных практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект рабочего оборудования: - Анализатор спектра GSP-810 (1 шт.); - Мультиметр АРРА-207 (3 шт.); - Источник питания АКИП-1137-30-10 (2 шт.); - Генератор Г4-111 (1 шт.); - Генератор Г4-109 (1 шт.); - Генераторы Г3-112/1 (2 шт.); - Генератор сигналов Г6-27 (2 шт.); - Генератор GRG-450 (1 шт.); - Миниатюрные электронные лаборатории "МЭЛ-2" (2 шт.); - Осциллограф GDS-71022 (3 шт.); Посадочных мест - 12	
318/г – Лаборатория «Микропроцессоры и системы автоматического управления» для проведения лекционных практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	Комплект рабочего оборудования: - Лабораторный макет "Персональный компьютер" ПК-02 с подключением к интернету (4 шт.); - Лабораторный стенд "Сетевая безопасность"; - Персональный компьютер (Intel Core i3-4130/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 730/HDD 1000) с подключением к интернету (1 шт.);	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Firefox

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
г. Арзамас, ул. Калинина, 19	- Персональный компьютер (Intel Core i5-4440/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 730/HDD 1000) с подключением к интернету (1 шт.); - Персональный компьютер (Intel Core i3-3220/4 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 610/HDD 1000) с подключением к интернету (1 шт.); - Ноутбук (Intel Core i5-4210U/8 Gb RAM/ HDD 750) (1 шт.); - Ноутбук (Pent N3530/4 Gb RAM/ HDD 550) (4 шт.); - Отладочный комплект (1 шт.); - Мультиметр Appa-207 (1 шт.); - Осциллограф GDS-806C (1 шт.); - Источник питания АКИП-1137 (1 шт.); - Генератор Г3-112/1 (1 шт.); Посадочных мест - 12.	
226 – компьютерный класс – помещение для СРС г. Арзамас, ул. Калинина, 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на мультимедийный проектор и подключением к сети Интернет: Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 – 1 шт. - Мультимедийный проектор BenQ MX764 – 1 шт. - Экран для проектора – 1 шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института: Pentium 7500/2x1024Mb/500Gb/AD52 40S/GA-G31M-ES2L/ATX450 – 19 шт. - Сканер HP – 1 шт. - Принтер HPLaserJet – 1 шт. Посадочных мест – 19.	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Opera
316 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Комплект демонстрационного оборудования: - ПК с выходом на телевизор LG – 1шт. Комплект рабочего оборудования: - ПК с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС института – 5 шт. Посадочных мест – 26.	• Microsoft Windows 7; • Microsoft Office; • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • Opera

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае

проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины «Проектирование СВЧ устройств», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Проектирование СВЧ устройств» по адресу: https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=44 и может быть проработан студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

Методические рекомендации к выполнению лабораторных и практических занятий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Проектирование СВЧ устройств» по адресу: https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=44 и используются студентами для подготовки и выполнения заданий на соответствующих занятиях.

На лекциях, лабораторных и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2 и 5.3.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (см. табл. 4.1, 4.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к лабораторным и практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Проектирование СВЧ устройств» по адресу: https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=44 и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины и решения задач по основным разделам курса;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Методические рекомендации к выполнению практических заданий находится в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Проектирование СВЧ устройств» по адресу: https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=44 и используются студентами для подготовки и выполнения заданий в соответствии с учебным планом и расписанием занятий.

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через Интернет к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20____/20____ уч. г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Глебов В.В.
«____»_____ 20___ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____№ ____

Заведующий кафедрой _____ _____

(подпись) *(ФИО)*

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____№ _____

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.

(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.

(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.

(подпись)