

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

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической
физики им. академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)
Кафедра «Физика и техника оптической связи»

ОДОБРЕНО:

на заседании кафедры разработчика

протокол № 18 от 06.05.2026 г.

Зав. кафедрой

_____ Раевский А.С.

«06» мая 2026 г.

УТВЕРЖДЕН:

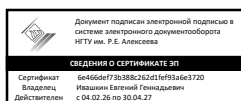
на заседании совета ИЯЭиТФ

протокол № 3 от «19» мая 2026 г.

Директор института

_____ Легчанов М.А.

«19» мая 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.2 Микроэлектронные устройства СВЧ

для подготовки магистров

Направление подготовки: *11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи*

Направленность: *Антенны и устройства СВЧ в инфокоммуникациях*

Форма обучения: *очная*

Выпускающая кафедра *ФТОС*

Разработчик (и): *Раевская Ю.В., к.т.н., доцент, доцент*

регистрационный № *11.04.02-а-11*

Начальник МО _____ Севрюкова Е.Г.

подпись

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.

подпись

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2026 год

Содержание

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	11
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
3.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	11
3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	12
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	21
4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда.....	21
4.2. Справочно-библиографическая литература.....	21
4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	21
5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	22
5.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	22
5.1.1. Собственные образовательные ресурсы. Электронные ресурсы НТБ	22
5.1.2 Сторонние электронные образовательные и информационные ресурсы. Внешние ресурсы.....	22
5.1.3 Перечень современных баз данных и информационных справочных систем.	22
5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	23
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	24
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	24
7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	24
7.2. Методические указания для занятий лекционного типа	25
7.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	26
7.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	26
8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ.....	26
9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ.....	27

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает планируемые результаты обучения по дисциплине, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от «22» сентября 2017 г. № 958.

Освоение дисциплины вносит вклад в формирование компетенций, предусмотренных ОПОП:

Таблица 1.

Код компетенции	Формулировка компетенции
Профессиональные (ПКС)	
ПКС-2.	Способен к проведению аналитических и экспериментальных работ для диагностики и оценки состояния радиоэлектронных и инфокоммуникационных систем с использованием необходимых методов, средств и измерительных приборов
ПКС-5.	Способен к разработке методов формирования и обработки сигналов и определению области эффективного их использования в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах
ПКС-6	Способен к выбору и сравнительному анализу вариантов проектирования пассивных и активных устройств СВЧ, оптического и квазиоптического диапазонов длин волн.

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения по дисциплине, вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (таблица 2).

Таблица 2. Индикаторы достижения компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС и ТФ	Квалификационные требования к выбранной ТФ	Оценочные материалы (ОМ)
ПКС-2. Способен к проведению аналитических и экспериментальных работ для диагностики и оценки состояния радиоэлектронных и инфокоммуникационных систем с использованием необходимых методов, средств и измерительных приборов	ИПКС-2.1. Проводит аналитические и экспериментальные работы для диагностики и оценки состояния радиоэлектронных и инфокоммуникационных систем.	Уметь: – пользоваться современной радиоизмерительной аппаратурой. Владеть: – навыками проведения измерений с использованием современной радиоизмерительной аппаратуры.	ПС 06.048 G/02.7	Трудовые умения: – Выполнять математическое и компьютерное моделирование процессов обработки сигналов в радиоэлектронных средствах с использованием прикладных программ. Трудовые действия: – Проведение экспериментальных исследований радиоэлектронного средства в лабораторных и полевых условиях.	Текущего контроля: Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам. Отчеты по лабораторным работам Промежуточной аттестации: Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-2.2. Применяет в работе знания о методах и средствах проведения измерений, назначений и принципов действия измерительных приборов.	Знать: – основные методы и средства измерения параметров СВЧ устройств.		Трудовые знания: – Процедуры и принципы проведения научных экспериментов и испытаний. Трудовые действия: – Проведение экспериментальных исследований радиоэлектронного средства в лабораторных и полевых условиях.	Текущего контроля: Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам. Отчеты по лабораторным работам Промежуточной аттестации: Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-2.3. Осуществляет обработку данных по результатам измерений.	Владеть: – навыками составления		Трудовые действия: – Оформление научно-	Текущего контроля: Вопросы для устного собеседования по лабораторным

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС и ТФ	Квалификационные требования к выбранной ТФ	Оценочные материалы (ОМ)
		протоколов и отчетов по результатам измерений.		технического отчета с результатами теоретических и экспериментальных исследований.	работам. Отчеты по лабораторным работам <u>Промежуточной аттестации:</u> Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-2.4. Использует правила техники безопасности при проведении измерений.	Знать: – правила техники безопасности при проведении измерений на СВЧ.		<u>Трудовые действия:</u> – Проведение экспериментальных исследований радиоэлектронного средства в лабораторных и полевых условиях.	<u>Текущего контроля:</u> Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам. Отчеты по лабораторным работам <u>Промежуточной аттестации:</u> Вопросы для устного собеседования: билеты
ПКС-5. Способен к разработке методов формирования и обработки сигналов и определению области эффективного их использования в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах	ИПКС-5.1. Участвует в разработке методов формирования и обработки сигналов.	Знать: – принципы построения активных и пассивных устройств СВЧ диапазона; – принципы построения СВЧ-устройств с применением элементов функциональной электроники.	ПС 06.048 G/02.7	<u>Трудовые знания:</u> – Основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации.	<u>Текущего контроля:</u> Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам. Тесты <u>Промежуточной аттестации:</u> Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-5.2. Определяет области эффективного использования в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах	Уметь: – проводить электрический расчет микросхемных устройств СВЧ и КВЧ.		<u>Трудовые знания:</u> – Достижения науки и техники в стране и за рубежом в области	<u>Текущего контроля:</u> Расчетно-графическая работа <u>Промежуточной аттестации:</u> Вопросы для устного собеседования:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС и ТФ	Квалификационные требования к выбранной ТФ	Оценочные материалы (ОМ)
	современных методов формирования и обработки сигналов.	Владеть: – навыками проведения расчетов основных характеристик микроэлектронных устройств СВЧ.		разработки и производства радиоэлектронных средств; – Основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации.	ния: билеты
	ИПКС-5.3. Использует устройства формирования и обработки сигналов при решении практических задач и в своей научно-исследовательской деятельности.	Уметь: – строить различные пассивные устройства на основе линий передачи, применяемых в микросхемотехнике СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Владеть: – навыками построения различных микроэлектронных устройств СВЧ.		<u>Трудовые знания:</u> – Достижения науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств; – Основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и	<u>Текущего контроля:</u> Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам. Расчетно-графическая работа <u>Промежуточной аттестации:</u> Вопросы для устного собеседования: билеты

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС и ТФ	Квалификационные требования к выбранной ТФ	Оценочные материалы (ОМ)
				передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации.	
ПКС-6. Способен к выбору и сравнительному анализу вариантов проектирования пассивных и активных устройств СВЧ, оптического и квазиоптического диапазонов длин волн	ИПКС-6.1. Осваивает современные и перспективные направления систем связи СВЧ, квазиоптического и оптического диапазонов длин волн.	Знать: – основные направления и современные тенденции микроминиатюризации СВЧ устройств, а также методы измерения их параметров; – основные типы линий передачи, применяемых в микросхемотехнике СВЧ- и КВЧ-диапазонов, их характеристики.	ПС 06.048 G/02.7	Трудовые знания: – Современная микроэлектронная технология производства в радиоэлектронной отрасли; – Достижения науки и техники в стране и за рубежом в области разработки и производства радиоэлектронных средств; – Основы теории антенн, механизмы распространения радиоволн, принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные	Текущего контроля: Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам. Тесты Промежуточной аттестации: Вопросы для устного собеседования: билеты

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС и ТФ	Квалификационные требования к выбранной ТФ	Оценочные материалы (ОМ)
				принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации.	
	ИПКС-6.2. Анализирует варианты проектирования пассивных и активных устройств СВЧ, оптического и квазиоптического диапазонов длин волн.	Уметь: – собирать и анализировать исходные данные для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.		<u>Трудовые знания:</u> – Методы и средства разработки радиоэлектронных средств с использованием программных средств автоматизированного проектирования. <u>Трудовые действия:</u> – Исследование физических принципов функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства, определение факторов, ограничивающих технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов инновационного радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения.	<u>Текущего контроля:</u> Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам. Расчетно-графическая работа <u>Промежуточной аттестации:</u> Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-6.3. Использует современные инфокоммуникационные технологии и методы	Владеть: – основными методами расчета и пакетами прикладных программ		<u>Трудовые знания:</u> – Методическая и нормативная база	<u>Текущего контроля:</u> Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС и ТФ	Квалификационные требования к выбранной ТФ	Оценочные материалы (ОМ)
	проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области систем связи СВЧ, оптического и квазиоптического диапазона длин волн.	расчета СВЧ- и КВЧ-устройств.		документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных средств, выполнения НИР; – Методы выполнения технических расчетов, в том числе с применением средств вычислительной техники; – Методы и средства разработки радиоэлектронных средств с использованием программных средств автоматизированного проектирования. <u>Трудовые умения:</u> – Пользоваться методикой выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств.	<u>Промежуточной аттестации:</u> Вопросы для устного собеседования: билеты

Данные по профессиональным стандартам ОП ВО:

Шифр и наименование профессионального стандарта: 06.048 «Инженер-радиоэлектронщик в области радиотехники и телекоммуникаций»

Код и наименование обобщенной трудовой функции: G – «Проведение научно-исследовательских работ по разработке инновационных радиоэлектронных средств различного назначения»

Код и наименование трудовой функции: G/02.7 «Разработка принципов функционирования и технических решений по созданию инновационных радиоэлектронных средств»

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.2 «Микроэлектронные устройства СВЧ» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Схемотехника телекоммуникационных устройств» и «Электромагнитные поля и волны» в объеме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Микроэлектронные устройства СВЧ», являются дисциплины «Проблемы современной микроволновой электродинамики» и «Автоматизированные измерения на СВЧ».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

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

Таблица 3. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость в час				
	Всего час.	В т.ч. по семестрам			
		№ сем 1	№ сем 2	№ сем 3	№ сем 4
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения				
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	108			108	
1. Контактная работа:					
1.1 Аудиторная работа, в том числе:	34			34	
лекции	17			17	
лабораторные	17			17	
практические					
1.2 Контрольно-самостоятельная работа	6			6	
курсовая работа/курсовой проект					
текущий контроль, консультации по дисциплине	6			6	
контактная работа на промежуточном контроле (экзамене)					
реферат, расчетно-графическая работа, контрольная работа					
2. Самостоятельная работа	68			68	
1.1 самостоятельная работа (самостоятельное изучение разделов, самоподготовка, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	41			41	
1.2 подготовка к контролю	27			27	
3. Форма контроля	ЭКЗ			ЭКЗ	

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
3 семестр									
ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2 ИПКС-5.3 ПКС-6 ИПКС-6.1 ИПКС-6.2 ИПКС-6.3	Раздел 1. Применение ПЛ в микросхемотехнике СВЧ и КВЧ диапазонов								Электронный курс «Микроэлектронные устройства СВЧ» (49 часов)
	Тема 1.1 . Основные закономерности и направления микроминиатюризации СВЧ устройств	1			0,5	Подготовка к лекциям [4.1.1, 4.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		1,5
	Тема 1.2. МПЛ и ее основные характеристики.	1,5			1,5	Подготовка к лекциям [4.1.1, 4.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		3,0
	Тема 1.3. Виды ПЛ.	1,5			2	Подготовка к лекциям [4.1.1, 4.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски,		3,0

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
							книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				4				
	реферат, эссе (тема)								
	расчетно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 1 разделу	4			4				6,5 + 0,5 (тест)
ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2 ИПКС-5.3 ПКС-6 ИПКС-6.1 ИПКС-6.2 ИПКС-6.3	Раздел 2. Цепи согласования и пассивные устройства на отрезках ПЛ								Электронный курс «Микроэлектронные устройства СВЧ» (49 часов)
	Тема 2.1. Общие закономерности трансформации сопротивлений ПЛ	1			2	Подготовка к лекциям [4.1.1, 4.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		2,0
	Тема 2.2. Цепи согласования на коротких отрезках МПЛ. Резисторы на МПЛ	1,5			4	Подготовка к лекциям [4.1.1, 4.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров,		3,0

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
							цифровых проекторов и т.п.		
	Тема 2.3. Построение различных устройств на связанных МПЛ	1,5			3	Подготовка к лекциям [4.1.1, 4.2.1, 4.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		4,5
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				9				
	реферат, эссе (тема)								
	расчетно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 2 разделу	4			9				9,5 + 0,5 (РГР)
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.4 ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2 ИПКС-5.3 ПКС-6 ИПКС-6.1 ИПКС-6.2 ИПКС-6.3	Раздел 3. Твердотельные резонаторы СВЧ диапазона								Электронный курс «Микроэлектронные устройства СВЧ» (49 часов)
	Тема 3.1. Ферромагнитный резонанс в неограниченной среде, его основные характеристики. Устройства на ФР				2	Самостоятельное изучение темы [4.1.1, 4.1.2]	Круглый стол, работа в малых группах.		2,0
	Тема 3.2. Устройства на магнитостатических волнах				2	Самостоятельное изучение темы [4.1.1, 4.1.2]	Круглый стол, работа в малых группах.		1,5
	Тема 3.3. Диэлектрические				1	Самостоятельное	Круглый стол,		1,0

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	резонаторы (ДР) СВЧ. Принцип работы и основы расчета					изучение темы [4.1.1, 4.1.2]	работа в малых группах.		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				5				
	реферат, эссе (тема)								
	расчетно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 3 разделу				5				4,5 + 0,5 (тест)
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.4 ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2 ИПКС-5.3 ПКС-6 ИПКС-6.1 ИПКС-6.2 ИПКС-6.3	Раздел 4. Устройства на поверхностных акустических волнах (ПАВ)								Электронный курс «Микроэлектронные устройства СВЧ» (49 часов)
	Тема 4.1. Принципы действия радиокомпонентов на ПАВ. Элементы конструкции				2	Самостоятельное изучение темы [4.1.1, 4.1.2, 4.2.2]	Круглый стол, работа в малых группах.		3,0
	Тема 4.2. Устройства на ПАВ				2	Самостоятельное изучение темы [4.1.1, 4.1.2, 4.2.2]	Круглый стол, работа в малых группах.		2,5
	Лабораторная работа №1 Исследование устройств на ПАВ		6		4	Подготовка к лабораторным работам [4.1.2, 4.2.3]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
							эксперимента), работа в малых группах.		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				8				
	реферат, эссе (тема)								
	расчетно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 4 разделу		6		8				5,5 + 0,5 (тест)
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.4 ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2 ИПКС-5.3 ПКС-6 ИПКС-6.1 ИПКС-6.2 ИПКС-6.3	Раздел 5. Транзисторные усилители СВЧ								Электронный курс «Микроэлектрон ные устройства СВЧ» (49 часов)
	Тема 5.1. Принципы построения схем СВЧ транзисторных усилителей. Расчет СВЧ транзисторного усилителя	2,5			2	Подготовка к лекционным занятиям [4.1.1, 4.1.2, 4.2.1]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		5,5
	Тема 5.2. Широкодиапазонные СВЧ транзисторные усилители	2			2	Подготовка к лекциям [4.1.1, 4.1.2, 4.2.1]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров,		4,5

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
							цифровых проекторов и т.п.		
	Лабораторная работа №2 Исследование СВЧ транзисторных усилителей		6		4	Подготовка к лабораторным работам [4.1.2, 4.2.3]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента), работа в малых группах.		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				8				
	реферат, эссе (тема)								
	расчетно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 5 разделу	4,5	6		8				10,0 + 0,5 (тест)
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.4 ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2 ИПКС-5.3 ПКС-6	Раздел 6. Автогенераторы СВЧ диапазона								Электронный курс «Микроэлектрон ные устройства СВЧ» (49 часов)
	Тема 6.1. Транзисторные и диодные автогенераторы СВЧ. Схемы, принципы построения, основы расчета	2,5			2	Подготовка к лекциям [4.1.1, 4.1.2, 4.2.4, 4.2.2]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски,		5,0

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ИПКС-6.1 ИПКС-6.2 ИПКС-6.3							книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		
	Тема 6.2. Стабилизация частоты СВЧ автогенераторов	2			2	Подготовка к лекциям [4.1.1, 4.1.2, 4.2.4, 4.2.1]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.		4,0
	Лабораторная работа № 3 Исследование СВЧ автогенератора с магнитной перестройкой частоты		5		3	Подготовка к лабораторным работам [4.1.2, 4.2.3]	Круглый стол (обсуждение полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента), работа в малых группах.		
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				7				
	реферат, эссе (тема)								
	расчетно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 6 разделу	4,5	5		7				9,0 + 0,5 (тест)
	Курсовая работа (КР)								
	Курсовой проект (КП)								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	17	--	41				49,0
	ИТОГО по дисциплине	17	17	--	41				49,0

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

№ п/п	Авторы	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
4.1.1.	Белов Ю.Г., Кашин А.В., Раевская Ю.В., Седаков А.Ю.	Микроэлектрон-ные устройства СВЧ	Н. Новгород: НГТУ, 2019	Учебное пособие ISBN 987-5-502-01234-8 рекомендовано уч. советом НГТУ м-ва образования РФ	14
4.1.2.	Бабунько С.А., Белов Ю.Г., Раевская Ю.В.	Интегральная СВЧ схемотехника	Н. Новгород: НГТУ, 2017	Учебное пособие ISBN 987-5-502-00951-5 рекомендовано уч. советом НГТУ м-ва образования РФ	36

4.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
4.2.1.	Нефедов Е.И.	Устройства СВЧ и антенны	М.: Изд. Дом «Академия», 2009 г.	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	30
4.2.2.	Данилов В.С.	Микроэлектроника СВЧ	Новосибирск: НГТУ, 2007 г.	Учебное пособие, рекомендовано УМО вузов РФ.	3
4.2.3.	Данилин А.А.	Измерения в технике СВЧ	М. : Радио-техника, 2008	Учебное пособие	8
4.2.4.	Бабунько С.А., Белов Ю.Г.	Радиопередающие устройства. Ч.2	Н. Новгород: НГТУ, 2014	Учебное пособие рекомендовано уч. советом НГТУ м-ва образования РФ	30

4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Микроэлектронные устройства СВЧ» находятся на кафедре «ФТОС».

4.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Микроэлектронные устройства СВЧ».

4.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Микроэлектронные устройства СВЧ».

4.3.3. Методические рекомендации по организации лабораторных занятий и выполнению лабораторных работ по дисциплине «Микроэлектронные устройства СВЧ».

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

5.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

5.1.1. Собственные образовательные ресурсы. Электронные ресурсы НТБ

- Научно-техническая библиотека НГТУ
<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>
- Библиотека электронных учебников <https://fdp.nntu.ru/knizhnaya-polka/>
- Электронный каталог книг и периодических изданий (АИБС «МегаПро») с размещенными полными текстами <https://library.nntu.ru/megapro/web>
- Электронная библиотека Первокурсник
<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>
- Реферативные журналы
https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/library/resurvsy/ref_gyrnal_16.pdf

5.1.2 Сторонние электронные образовательные и информационные ресурсы. Внешние ресурсы

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС «Консультант студента - Электронная библиотека технического вуза»
<https://www.studentlibrary.ru/>
- ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>
- Справочно-правовые системы (ИПК Кодекс, Система Гарант, КонсультантПлюс) - доступны только в залах электронных ресурсов

5.1.3 Перечень современных баз данных и информационных справочных систем.

Внешние ресурсы:

- Справочно-правовые системы (ИПК Кодекс, Система Гарант, КонсультантПлюс) доступ из локальной сети
- Федеральный информационный фонд стандартов ФГУП «Стандартинформ» доступ из локальной сети
- База Academic Reference доступ из локальной сети
- База данных Academic Search Premier компании EBSCO доступ из локальной сети
- База данных свободного доступа Polpred Обзор СМИ <https://polpred.com/news>
- База данных zbMath <https://zbmath.org/>
- База данных Springer Nature Protocols and Methods
<https://experiments.springernature.com/springer-protocols-migrated-to-experiments>
- База данных Springer Materials <https://materials.springer.com/>
- База данных Nano Database <https://www.springernature.com/gp/products/database>

Свободный доступ:

- Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
- КиберЛенинка — это научная электронная библиотека открытого доступа <https://cyberleninka.ru/journal>
- Электронно-библиотечная система издательства «Наука» <https://www.libnauka.ru/>
- Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru/>
- База данных свободного доступа Polpred Обзор СМИ <https://polpred.com/news>
- Электронный архив материалов по направлению «Науки о земле и энергетика» <https://doc365.ru/>
- Электронная библиотека «История Росатома» <https://elib.biblioatom.ru/>

5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 5. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

Таблица 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМРот 15.10.18)	Open office 4.1.10 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 8.1 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМРот 15.10.18)	Adobe Acrobat Reader DC-Russian(проприетарное ПО)
Microsoft Office Standard 2016 (лицензия № 65824992)	Mozilla Firefox (свободное ПО)
Р7 Офис (с/н 5260001439)	Google Chrome (свободное ПО)
Microsoft Visual Studio 2017 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)	YandexBrowser (свободное ПО)
Dr.Web 2026 SRBK-Z197-67LX-4N3W, до 02.06.2027	

Таблица 7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1.	Справочно-правовые системы (ИПК Кодекс, Система Гарант, КонсультантПлюс)	доступ из локальной сети
2.	Федеральный информационный фонд стандартов ФГУП «Стандартинформ»	доступ из локальной сети
3.	База Academic Reference	доступ из локальной сети

4.	База данных Academic Search Premier компании EBSCO	доступ из локальной сети
5.	База данных свободного доступа Polpred Обзор СМИ	https://polpred.com/news
6.	База данных zbMath	https://zbmath.org/
7.	База данных Springer Nature Protocols and Methods	https://experiments.springernature.com/springer-protocols-migrated-to-experiments
8.	База данных Springer Materials	https://materials.springer.com/
9.	База данных Nano Database	https://www.springernature.com/gp/products/database

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 1217 - 11 компьютеров, ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Лабораторные работы проводятся в 1 корпусе в лаборатории 1219, оснащённой необходимым измерительным оборудованием:

- макеты лабораторных работ;
- панорамный измеритель АЧХ и КСВ P2-59;
- прибор для исследования АЧХ X1-48;
- частотомер ЧЗ-34 (с блоком ПЧ);
- мост термисторный Я2М-64 с головкой М5-89;
- частотомер ЧЗ-46.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. 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: аудиторная, внеаудиторная.

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

Для студентов создан электронный курс «Микроэлектронные устройства СВЧ» на платформе moodle. Курс содержит все необходимые материалы для самостоятельной работы студентов – электронный конспект лекций, разбитый по темам курса, дополнительные материалы для подготовки (в формате файлов для скачивания и в виде ссылок на сторонние ресурсы), методические указания для подготовки и выполнения лабораторных работ, тесты по каждому разделу для проверки текущей успеваемости, задание для выполнения расчетно-графической работы.

На лекциях и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология 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, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, форум электронного курса, Zoom, Яндекс-Телемост.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме устной проверки полученных знаний с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

7.2. 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 (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а

также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

7.3. 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.

7.4. 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.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 4.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (см. раздел 6). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ

Согласно Федеральному закону от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ст. 79, п.8 профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся. Адаптированная рабочая программа разрабатывается по каждой направленности при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.