

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 ФТОС
протокол № 18 от 06.05.2026 г.

Зав. кафедрой

_____ Раевский А.С.

«06» мая 2026 г.

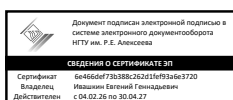
УТВЕРЖДЕН:

на заседании ученого совета ИЯЭиТФ
протокол № 4 от «10» сентября 2026 г.

Директор института

_____ Легчанов М.А.

«10» сентября 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.5 Автоматизированные измерения на 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): *Бирюков В. В., д.т.н., доцент, профессор*

регистрационный № *11.04.02-а-14*

Начальник МО _____ Севрюкова Е.Г.
подпись

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.
подпись

НИЖНИЙ НОВГОРОД 2026

Содержание

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	7
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
3.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам	7
3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	8
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда	12
4.2. Справочно-библиографическая литература	12
4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	12
5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
5.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	12
5.1.1. Собственные образовательные ресурсы. Электронные ресурсы НТБ	12
5.1.2 Сторонние электронные образовательные и информационные ресурсы. Внешние ресурсы	13
5.1.3 Перечень современных баз данных и информационных справочных систем.	13
5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	13
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	14
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	15
7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	15
7.2. Методические указания для занятий лекционного типа	16
7.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	17
7.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа	17
7.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	17
8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	18
8.1. Типовые вопросы для лабораторных работ	18
8.2. Примеры тем для устных докладов	19
8.3. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета	19
9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ	20

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, утвержденным 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 (ПК)	
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-4	Способен применять в работе знание функциональных схем работы оборудования, владеть методами и способами поиска и устранения неисправностей на обслуживаемом оборудовании, линиях передачи, трактах и каналах, обеспечивать безопасность при выполнении работ.

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: - осуществлять контроль правильности функционирования и метрологических характеристик средств измерений Владеть: - навыками проведения измерений параметров СВЧ устройств и антенн с помощью современных автоматизированных измерительных комплексов	ПС 06.048; ТФ G/07.2.	Разработка методики и организация проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов.	Темы для устных докладов. Вопросы для групповых обсуждений (круглых столов) по лабораторным работам. 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: - физические принципы построения измерительных СВЧ устройств и систем; - основные методы измерения на СВЧ; - основные технические характеристики измерительных СВЧ приборов. Уметь: - использовать в практической деятельности методики измерения и поверки с применением современных измерительных СВЧ приборов.			
	ИПКС-2.3. Осуществляет обработку данных по результатам измерений	Уметь: - использовать современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента; - проводить оценку точности результатов. Владеть: - навыками обработки результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ			
	ИПКС-2.4. Использует правила техники безопасности при проведении измерений.	Знать: - основные правила техники безопасности при проведении измерений параметров СВЧ устройств с помощью современной			

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)
		контрольно-измерительной аппаратуры.			
ПКС-4. Способен применять в работе знание функциональных схем работы оборудования, владеть методами и способами поиска и устранения неисправностей на обслуживаемом оборудовании, линиях передачи, трактах и каналах, обеспечивать безопасность при выполнении работ.	ПКС-4.1. Применяет в работе знание функциональных схем работы оборудования.	Знать: - принципы и особенности построения современных автоматизированных измерительно-вычислительных комплексов СВЧ диапазона; - требования и рекомендации государственных стандартов по разработке и составлению технической документации по организации и проведению измерений основных характеристик пассивных и активных СВЧ устройств с помощью современных автоматизированных комплексов. Уметь: - пользоваться прописанными в эксплуатационной документации на измерительный комплекс методиками измерений параметров радиосигналов и радиоустройств микроволнового диапазона, а также оформлять результаты проведенных измерений в виде актов и протоколов. Владеть: - методами разработки и составления структурных и функциональных схем измерительных приборов и систем для определения параметров пассивных и активных СВЧ устройств.	ПС 06.048; ТФ G/07.2.	Разработка методики и организация проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов.	Темы для устных докладов. Вопросы для групповых обсуждений (круглых столов) по лабораторным работам. Вопросы для устного собеседования. Билеты.
	ПКС-4.2. Владеет методами и способами поиска и устранения неисправностей на обслуживаемом оборудовании, линиях передачи, трактах и каналах.	Уметь: - осуществлять контроль работы измерительной системы и отдельно взятых измерительных приборов в соответствии с требованиями нормативно-технической документации; - в случае ненадлежащего функци-			

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)
		онирования измерительного комплекса или отдельного измерительного устройства, входящего в него, осуществлять поиск и устранение неисправностей в соответствии с предписанными документацией по техническому обслуживанию методами. Владеть: - методами проведения точных и особо точных измерения для определения действительных значений контролируемых параметров.			
	ПКС-4.3. Обеспечивает безопасность при выполнении работ.	Знать: - нормативную документацию по технике безопасности при работе с измерительными приборами и устройствами микроволнового диапазона. Владеть: - методами планирования и организации проведения СВЧ измерений.			

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.5 «Автоматизированные измерения на СВЧ» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Основы теории цепей», «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях», «Передающие устройства СВЧ-диапазона», «Антенны и устройства СВЧ» и «Антенно-фидерные устройства» в объеме программы бакалавриата.

Дисциплина «Автоматизированные измерения на СВЧ» является основополагающей для прохождения следующих видов практик: Научно-исследовательская работа (Б2.П.1), Научно-исследовательская работа (Б2.П.2), Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (Б2.У.1), Преддипломная практика (Б2.П.3).

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 2 зач. ед. 72 часа, распределение часов по видам работ и семестрам 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
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	72	72
1. Контактная работа:	38	38
1.1 Аудиторная работа, в том числе:		
лекции		
лабораторные	17	17
практические	17	17
1.2 Контрольно-самостоятельная работа	4	4
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (экзамене)		
2. Самостоятельная работа	34	34
1.1 самостоятельная работа (самостоятельное изучение разделов, самоподготовка, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	34	34
1.2 подготовка к контролю		
3. Форма контроля	3	3

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 ¹
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час		
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час			
1Семестр							
ПКС-2: ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.4 ПКС-4: ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3	Раздел 1 Особенности измерений параметров микроволновых устройств						Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п. Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».
	Тема 1.1. Общие методы измерения параметров рассеяния СВЧ устройств. Классификация средств измерения в диапазоне СВЧ						
	Практическое занятие 1. Матрица рассеяния и ее свойства. Методы измерения параметров рассеяния СВЧ устройств			1		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Тема 1.2. Измерительный тракт СВЧ						
	Практическое занятие 2. Понятие об измерительном тракте СВЧ. Основные типы измерительных трактов.			1		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Практическое занятие 3. Стандартные элементы измерительных трактов.			2		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Практическое занятие 4. Измерительный тракт для многополюсных микроволновых устройств			1		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Лабораторная работа 1. Исследование характеристик щелевой антенны		5			Подготовка к лабораторным работам [4.1.1], [4.1.2, [4.2.1], [4.2.2]	
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				8		

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 ¹
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час		
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час			
	контрольная работа						
	Итого по 1 разделу		5	5	8		
ПКС-2: ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.4 ПКС-4: ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3	Раздел 2						
	Измерение параметров микроволновых устройств методом разделения волн						
	Тема 2.1. Метод разделения волн.						Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п. Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».
	Практическое занятие 5. Направленные ответители и мосты, применяемые в измерениях методом разделения волн. Погрешности за счет неидеальностей измерительного тракта и его калибровка			2,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Тема 2.2. Скалярный анализатор цепей СВЧ.						
	Практическое занятие 6. Обобщенная структурная схема скалярных анализаторов цепей СВЧ (панорамных приборов для измерения КСВ и ослабления).			1,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Тема 2.3. Векторный анализатор цепей СВЧ.						
	Практическое занятие 7. Обобщенная структурная схема векторных анализаторов цепей СВЧ (панорамных приборов для измерения комплексных коэффициентов матрицы рассеяния).			2,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Лабораторная работа 2. Исследование характеристик СВЧ узлов с помощью векторного анализатора цепей		6,0			Подготовка к лабораторным работам [4.1.1], [4.1.2], [4.2.1], [4.2.2]	
	Тема 2.4. Автоматизированные вычислительные анализаторы и их использование в микроволновой технике.						
	Практическое занятие 8. Структурная схема и принцип работы автоматизированного вычислительного векторного анализатора цепей СВЧ.			1,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Тема 2.5. Метод калибруемого многополюсника и его разновидности.						

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 ¹
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час		
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час			
	Практическое занятие 9. Метод калибруемого многополюсника. Метод четырех зондов.			2,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				14		
	контрольная работа						
	Итого по 2 разделу		6	8	14		
ПКС-2: ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.4 ПКС-4: ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3	Раздел 3 Измерительные генераторы СВЧ. Измерение параметров СВЧ радиосигналов						Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п. Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм».
	Тема 3.1. Измерительные генераторы СВЧ сигналов: основные типы, принципы построения и их метрологические и эксплуатационные параметры						
	Практическое занятие 10. Принципы построения измерительных генераторов СВЧ сигналов с электронной перестройкой частоты, их применение в панорамных анализаторах цепей			1		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]	
	Практическое занятие 11. Принципы построения СВЧ синтезаторов и генераторов с цифровым управлением.			1			
	Тема 3.2. Измерение мощности СВЧ сигналов.						
	Практическое занятие 12. Ваттметры поглощаемой и проходящей мощности, их параметры. Терморезисторные, термоэлектрические и диодные преобразователи.			0,5		Подготовка к ПЗ [4.3.2], [4.3.3], [4.3.4]	
	Тема 3.3. Измерение частоты СВЧ сигналов						
	Практическое занятие 13. Электронно-счетные и резонансные методы измерения частоты СВЧ сигналов			0,5		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]	
	Тема 3.4. Анализ спектров сигналов в СВЧ диапазоне. Особенности анализаторов спектра СВЧ диапазона						
	Практическое занятие 14. Структурная схема,			1		Подготовка к семинарам	

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 ¹
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час		
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час			
	принцип работы и основные характеристики анализатора спектра последовательного типа.					[6.1.1], [6.1.2]	
	Лабораторная работа 3. Спектральные характеристики СВЧ сигналов		6			Подготовка к лабораторным работам [4.1.1], [4.1.2, [4.2.1], [4.2.2]	
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела				12		
	контрольная работа						
	Итого по 3 разделу		6	4	12		
	ИТОГО ЗА 1 СЕМЕСТР		17	17	34		
	ИТОГО по дисциплине		34	34	34		

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).

4.1.1. Терешков, В. В. Современные методы и средства измерений на высоких и сверхвысоких частотах: учебное пособие / В. В. Терешков, Ф. А. Цветков; под редакцией В. В. Терешкова. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2018. — 113 с. — ISBN 978-5-9275-2978-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/125078> (дата обращения: 28.06.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.1.2. Обуховец, В. А. Многополюсники сверхвысоких частот: монография / В. А. Обуховец. — Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2018. — 71 с. — ISBN 978-5-9275-2917-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/125034> (дата обращения: 28.06.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.2. Справочно-библиографическая литература

4.2.1. Данилин, А.А. Измерения в технике СВЧ: учебное пособие для вузов. – М.: Радиотехника, 2008

4.2.2. Бабунько, С.А. Антенны и функциональные узлы СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Методы расчёта и технология изготовления: учебное пособие / С.А. Бабунько, В.А. Бажилов, Ю.Г. Белов и др.; под ред. А.Ю. Седакова. – М.: Радиотехника, 2014. 4.2.3. Фриск, В.В. Основы теории цепей/ В.В. Фриск. - М.: РадиоСофт, 2002.

4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Основы теории цепей» находятся на кафедре «ФТОС».

4.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Автоматизированные измерения на СВЧ».

4.3.2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Автоматизированные измерения на СВЧ»

4.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Автоматизированные измерения на 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/

В таблице 6 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, необходимого для формирования компетенций по описываемой дисциплине.

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	

В таблице 7 указан перечень баз, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

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 проведения учебных занятий по дисциплине могут быть использованы любые учебные аудитории, лаборатории или специализированные помещения, оснащенные обо-

рудованием и техническими средствами обучения в соответствии с требованиями к реализации программы. Сведения об оборудованных учебных кабинетах размещена на сайте НГТУ (<https://www.nntu.ru/>) в разделе «Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса. Доступная среда» по ссылке: <https://www.nntu.ru/sveden/objects/>.

Проведение практических занятий и лабораторных работ осуществляется в аудитории 5234 «Лаборатория микроволновой электродинамики и радиофотоники», оснащенной следующими приборами:

- векторный анализатор цепей R&S ZVA40,
- генераторы СВЧ сигналов Г4-207, Г4-208,
- синтезатор СВЧ сигналов Agilent 83711B,
- осциллограф DS5032E,
- анализатор спектра R&S FSU-50,
- генератор сигналов низкочастотный VC2002.

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

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

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 может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

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

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ФТОС» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических 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 над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

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 зачёта с оценкой и экзамена с учётом 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 основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

Используются проблемные лекции - на них новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания студентов в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Со-

держание проблемы раскрывается путем организации поиска ее решения или суммирования и анализа традиционных и современных точек зрения.

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.

Защита работы может проводиться как индивидуально, так и небольшой группой в форме «круглого стола». Основной целью проведения «круглого стола» является выработка у учащихся профессиональных умений излагать мысли, аргументировать свои соображения, обосновывать и отстаивать предлагаемые решения. При этом происходит закрепление информации и самостоятельной работы с дополнительным материалом, а также выявление проблем и вопросов для обсуждения.

7.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

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

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

При проведении занятий широко используется дискуссия, при которой в решении задачи участвуют все студенты группы. В конце дискуссии делаются обобщения, формулируются выводы, показывается, к чему ведут ошибки и заблуждения, отмечаются все идеи и находки группы.

7.5. 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.

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 (указано в таблице 10). 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.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ФТОС».

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.

8.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

Лабораторная работа № 1 «Исследование характеристик щелевой антенны»:

1. Комплексная диаграмма направленности антенны и ее составные части.
2. Различные способы представления двумерной ДН.
3. Коэффициент направленного действия антенны, его смысл.
4. Поляризационные свойства антенны.
5. Схема лабораторной установки, назначение приборов. Порядок проведения измерений.

Лабораторная работа № 2 «Исследование характеристик СВЧ узлов с помощью векторного анализатора цепей»:

1. Принцип работы векторного анализатора цепей СВЧ.
2. Метод разделения волн для выделения измерительных сигналов.
3. Структурная схема одного канала векторного анализатора цепей.
4. Основные источники погрешностей при векторном анализе цепей СВЧ.
5. Процедура калибровки векторного анализатора цепей.
6. Основные характеристики СВЧ многополюсников.

Лабораторная работа № 3 «Спектральные характеристики СВЧ сигналов»:

1. Сигналы с амплитудной модуляцией, их основные характеристики.

2. Сигналы с угловой модуляцией, их основные характеристики.
3. Векторные диаграммы сигналов с однотоновой АМ и ЧМ.
4. Спектры АМ и ЧМ сигналов.
5. Принцип действия электрооптического модулятора интенсивности.
6. Принцип работы и основные характеристики анализатора спектра.
7. Схема лабораторной установки, назначение и принцип действия приборов. Порядок проведения измерений.

8.2. Примеры тем для устных докладов

1. Применение метода декомпозиции к расчету характеристик СВЧ многополюсников.
2. Измерительный тракт СВЧ: состав, основные виды, вносимые погрешности и методы калибровки.
3. Применение метода разделения волн для определения параметров рассеяния многополюсников.
4. Измерители КСВн и ослабления (скалярные анализаторы цепей СВЧ).
5. Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения (векторные анализаторы цепей).
6. Метод калибруемого многополюсника.
7. Генераторы радиочастотных сигналов: классификация, назначение, основные параметры.
8. Принцип действия синтезатора СВЧ сигналов.
9. Измерение проходящей и поглощаемой мощности СВЧ сигналов (особенности реализации измерительных трактов, виды преобразователей).
10. Особенности измерения частоты СВЧ сигналов.
11. Спектральные характеристики радиочастотных сигналов и методы их измерения.
12. Анализаторы спектра последовательного типа (обобщенная структурная схема, критерии неискаженного воспроизведения спектра).

8.3. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

1. Описания матриц передачи, проводимости, импеданса, рассеяния для многополюсника СВЧ. Связь матрицы рассеяния с матрицами передачи, импеданса, проводимости.
2. Физический смысл коэффициентов матрицы рассеяния.
3. Общие методы измерения параметров рассеяния СВЧ устройств. Классификация средств измерения в диапазоне СВЧ.
4. Что такое измерительный тракт СВЧ? Типы измерительных трактов.
5. Измерительный тракт для многополюсных микроволновых устройств.
6. Суть метода разделения волн.
7. Основные характеристики направленных ответвителей и мостов.
8. Погрешности измерительного тракта при реализации метода разделения волн.
9. Основные методы калибровки измерительного тракта с помощью стандартного набора образцовых мер.
10. Обобщенная структурная схема скалярного анализатора цепей СВЧ. В чем принципиальные отличия скалярных и векторных анализаторов цепей СВЧ?
11. Обобщенная структурная схема векторного анализатора цепей СВЧ. В чем принципиальные отличия скалярных и векторных анализаторов цепей СВЧ?

12. Отличие цифровых измерителей параметров СВЧ устройств от аналоговых. Какие дополнительные возможности открывает программная обработка измерительных данных?
13. Обобщенная структурная схема цифрового анализатора цепей СВЧ с микропроцессорным управлением.
14. Для чего применяют калибруемые многополюсники? Метод калибруемого многополюсника на примере измерения комплексных коэффициентов отражения.
15. Метод четырех зондов как простейшая реализация метода калибруемого многополюсника: область применения, структурная схема, достоинства и недостатки метода.
16. Варианты реализации широкополосных калибруемых многополюсников.
17. Как осуществить измерение коэффициента передачи с помощью метода калибруемого многополюсника.
18. Какие генераторы называются измерительными? Обобщенная схема СВЧ-генератора гармонических сигналов. Перечислите основные метрологические и эксплуатационные параметры генераторов СВЧ сигналов.
19. Генераторы качающейся частоты с умножением и преобразованием частоты (привести структурные схемы).
20. Структурная схема и принцип действия генератора СВЧ сигналов с прямым цифровым синтезом частот. Преимущества и недостатки.
21. Структурная схема и принцип действия генератора СВЧ сигналов с косвенным цифровым синтезом частот. Преимущества и недостатки.
22. Структурная схема и принцип действия синтезатора СВЧ сигналов с двумя петлями фазовой автоматической подстройки частоты.
23. Ваттметры поглощаемой и проходящей мощности. Основные параметры ваттметров.
24. Конструкции, принципы действия, достоинства и недостатки термисторных, термоэлектрических и диодных измерительных преобразователей.
25. В чем заключаются резонансный метод измерения частоты и метод дискретного счета. Достоинства и недостатки методов.
26. Основные области применения анализаторов спектра.
27. Структурная схема и принцип действия анализатора спектра последовательного типа.
28. Условия неискаженного наблюдения спектрограммы.
29. Основные параметры анализаторов спектра последовательного типа.
30. Методы измерения параметров спектра (метод калиброванных шкал, метод сравнения с эталоном, метод стоп-метки).

Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ФТОС».

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.