

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.

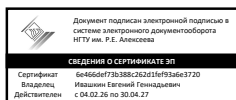
УТВЕРЖДЕН:

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.6 Прикладная СВЧ оптоэлектроника

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-15*

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	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 ОБРА- ЗОВАТЕЛЬНОЙ 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-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 частот

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-5 Способен к разработке методов формирования и обработки сигналов и определению области эффективного их использования в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах	ИПКС-5.3 Использует устройства формирования и обработки сигналов при решении практических задач и в своей научно-исследовательской деятельности.	Знать: - физические эффекты, принципы, элементы и устройства для управления светом в оптических материалах. Уметь: - проводить измерения и тестирование характеристик основных элементов и устройств фотоники. Владеть: - практическими навыками работы с элементами перспективных систем широкополосной микроволновой фотоники.	ПС 06.048 G/02.7	Трудовые знания: - 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 принципы радиолокации и навигации, средства связи, методы помехоустойчивого кодирования информации.	Темы для устных докладов. Вопросы для групповых обсуждений (круглых столов) по лабораторным работам. Вопросы для устного собеседования. Билеты.
ПКС-6 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.	ИПКС-6.1 Осваивает современные и перспективные направления систем связи квазиоптического и оптического диапазонов	Знать: - актуальные проблемы и достижения современной микроволновой фотоники; - основные характеристики современных источников, модуляторов и приемников оптического излучения. Владеть: - терминологией в предметной области радиофотоники.	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, аппа-	Темы для устных докладов. Вопросы для групповых обсуждений (круглых столов) по лабораторным работам. 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)
				ратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные 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.	Знать: - основные фотонные методы формирования и преобразования радиосигналов Уметь: - применять основные типы источников излучения в радиофотонике; - проводить измерения и тестирование характеристик основных элементов и устройств радиофотоники		Трудовые знания: - Методы и средства разработки радиоэлектронных средств с использованием программных средств автоматизированного проектирования. Трудовые действия: - Исследование физических принципов функционирования разрабатываемого радиоэлектронного средства, определение факторов, ограничивающих технические характеристики, выбор способов построения и обработки сигналов инновационного радиоэлектронного средства, преодолевающих ограничения.	
	ИПКС-6.3 Использует современные инфокоммуникационные технологии и методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области систем связи оптического и квазиоптического	Уметь: - проводить расчеты основных характеристик фотоприемников на основе р-і-п и лавинный фотодиодов, а также выбирать оптимальные режимы их работы при решении задач радиофотоники Владеть: - методами исследования харак-		Трудовые знания: - Методическая и нормативная база документов в области разработки и проектирования радиоэлектронных средств, выполнения НИР; - Методы выполнения технических расчетов, в том	

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)
	диапазона.	теристик основных устройств широкополосной радиофотоники; - навыками проведения расчетов характеристик радиофотонных устройств генерации и обработки радиосигналов.		числе с применением средств вычислительной техники; - Методы и средства разработки радиоэлектронных средств с использованием программных средств автоматизированного проектирования. Трудовые умения: - Пользоваться методикой выполнения научно-технических исследований в области проектируемых радиоэлектронных средств.	

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 «Прикладная СВЧ оптоэлектроника» 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: «Оптические направляющие среды», «Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства», «Фотоника», «Антенны», «Техника СВЧ», «Математическое моделирование устройств и систем телекоммуникаций», «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем», «Интегральная оптика» в объеме программы бакалавриата.

Дисциплина «Прикладная СВЧ оптоэлектроника» является основополагающей для прохождения следующих видов практик: Научно-исследовательская работа (Б2.П.1), Научно-исследовательская работа (Б2.П.2), 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-5: ИПКС-5.3 ПКС-6: ИПКС-6.1 ИПКС-6.2 ИПКС-6.3	Раздел 1 Компонентная база радиофотоники: источники, модуляторы и приемники оптического излучения						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. Устройство оптического волокна. Распространение света в волокне. Типы волокон						
	Практическое занятие 1. Устройство оптического волокна. Распространение света в волокне. Типы волокон			1,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Тема 1.2. Источники и приемники оптического излучения						
	Практическое занятие 2. Источники оптического излучения: конструкция, принцип действия, основные технические характеристики			1,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Практическое занятие 3. Приемники оптического излучения: конструкция, принцип действия, основные технические характеристики			1,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Тема 1.3. Электрооптические модуляторы						
	Практическое занятие 4. Электрооптические модуляторы			2,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
Лабораторная работа 1. Исследование характеристик СВЧ узлов с помощью векторного анализа-		4,0			Подготовка к лабораторным работам [4.1.1],		

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			
	тора цепей					[4.1.2], [4.2.1], [4.2.2]	
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				8		
	контрольная работа						
	Итого по 1 разделу		4	5	8		
ПКС-5: ИПКС-5.3 ПКС-6: ИПКС-6.1 ИПКС-6.2 ИПКС-6.3	Раздел 2 Фотонные методы генерации и преобразования 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 2.1. Оптическое гетеродинирование и гомодинирование.						
	Практическое занятие 5. Оптическое гетеродинирование и гомодинирование.			2,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Тема 2.2. Генерация радиочастотных сигналов с помощью внешней модуляции.						
	Практическое занятие 6. Генерация радиочастотных сигналов с помощью внешней модуляции.			1,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Лабораторная работа № 2 Исследование радиопотонного СВЧ умножителя частоты		4,0			Подготовка к лабораторным работам [4.1.1], [4.1.2], [4.2.1], [4.2.2]	
	Тема 2.3. Оптоэлектронная автогенерация радиосигналов.						
	Практическое занятие 7. Оптоэлектронная автогенерация радиосигналов.			2,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Лабораторная работа 3. Исследование оптоэлектронного генератора СВЧ сигналов		5,0			Подготовка к лабораторным работам [4.1.1], [4.1.2], [4.2.1], [4.2.2]	
	Тема 2.4. Формирование полигармонического оптического излучения.						
	Практическое занятие 8. Формирование полигармонического оптического излучения.			1,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Тема 2.5. Радиофотонные смесители радиочастот-						

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			
	ных сигналов.						Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]
	Практическое занятие 9. Радиофотонные смесители радиочастотных сигналов.			2,0			
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				14		
	контрольная работа						
	Итого по 2 разделу		9	8	14		
ПКС-5: ИПКС-5.3 ПКС-6: ИПКС-6.1 ИПКС-6.2 ИПКС-6.3	Раздел 3 Применение методов радиофотоники в радиолокации						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. Волоконно-оптические линии						
	Практическое занятие 10. Волоконно-оптические линии передачи и распределения СВЧ сигналов			0,5		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Практическое занятие 11. Волоконно-оптические линии задержки радиосигналов.			0,5		Подготовка к семинарам [6.1.1], [6.1.2]	
	Тема 3.2. Радиофотонные фазовращатели радиосигналов.						
	Практическое занятие 12. Радиофотонные фазовращатели радиосигналов.			1,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Тема 3.3. Принципы АЦП и ЦАП в оптическом диапазоне						
	Практическое занятие 13. Принципы аналогово-цифрового преобразования радиосигналов в оптическом диапазоне			1,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Практическое занятие 14. Принципы цифроаналогового преобразования радиосигналов в оптическом диапазоне			1,0		Подготовка к семинарам [4.1.1], [4.1.2]	
	Лабораторная работа 4. Спектральные характеристики СВЧ сигналов		4,0			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						

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			
	Итого по 3 разделу		4	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. **Панов, М.Ф.** Физические основы фотоники: Учеб. пособие / М.Ф. Панов, А.В. Соломонов. - 2-е изд, испр. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2018.

4.1.2. **Игнатов, А.Н.** Оптоэлектроника и нанофотоника: Учеб. пособие / А.Н. Игнатов. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011.

4.2. Справочно-библиографическая литература

4.2.1. **Шредер, Г.** Техническая оптика: Пер. с нем. / Г. Шредер, Х. Трайбер. - М.: Техносфера, 2006.

4.2.2. **Бударагин, Р. В.** Интегральная оптика: Учеб. пособие / Р. В. Бударагин [и др.]; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2008.

4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

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

4.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Прикладная СВЧ оптоэлектроника».

4.3.2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Прикладная СВЧ оптоэлектроника»

4.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Прикладная СВЧ оптоэлектроника»

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.nttu.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/KMP от 15.10.18)	Open office 4.1.10 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 8.1 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 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/KMP 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 оборудованием 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 осна-

ценность 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:

- полупроводниковый лазер Emcore TTX199475,
- фотоприемник Emcore 2522B,
- амплитудный электрооптический модулятор Optilab IM-1550-20,
- катушка оптического волокна Corning SMF 28e+ (400 метров),
- векторный анализатор цепей R&S ZVA40,
- генераторы СВЧ сигналов Г4-207, Г4-208,
- Agilent 83711B,
- осциллограф DS5032E,
- анализатор спектра R&S FSU-50,
- генератор сигналов низкочастотный VC2002.

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. 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. Содержание 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 ответственности 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 сообщения, 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 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. В чем заключается процедура калибровки векторного анализатора цепей?
6. Основные характеристики СВЧ многополюсников.

Лабораторная работа № 2 «Исследование радиوفотонного СВЧ умножителя частоты»:

1. Что такое радиофотоника, в чем заключается преимущество радиофотонных устройств перед традиционными СВЧ устройствами?
2. Принцип работы радиофотонного модуля с внешним электрооптическим модулятором.

3. Принцип работы амплитудного электрооптического модулятора, выполненного на базе интегрального интерферометра Маха-Цандера.
4. Основные характеристики электрооптического модулятора.
5. Структурная схема радиوفотонного СВЧ умножителя частоты, принцип его работы.

Лабораторная работа № 3 «Исследование оптоэлектронного генератора СВЧ сигналов»:

1. Принцип автогенерации радиочастотных сигналов с применением методов и элементной базы радиофотоники (в общем)?
2. Структурная схема одноконтурного радиوفотонного автогенератора СВЧ сигналов.
3. Процесс возбуждения автогенератора.
4. Принцип работы радиوفотонного автогенератора в стационарном режиме.
5. Какие основные характеристики имеет радиوفотонный автогенератор?
6. Чем определяются спектральные характеристики выходного сигнала радиوفотонного автогенератора?

Лабораторная работа № 4 «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 одностональной 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. Источники оптического излучения, применяемые в радиофотонике.
2. Принцип действия и технические характеристики светоизлучающих диодов.
3. Принцип действия и технические характеристики полупроводниковых лазеров.
4. Классификация приемников оптического излучения. Лавинные и р-і-п фотодиоды.
5. Основные параметры оптических приемников: вольтамперная, спектральная и энергетическая характеристики; чувствительность; спектральное разрешение; шумовые параметры; электрические и шумовые модели фотоприемников.

8.3. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

1. Источники оптического излучения, применяемые в радиофотонике.
2. Принцип действия и технические характеристики светоизлучающих диодов.
3. Принцип действия и технические характеристики полупроводниковых лазеров.
4. Классификация приемников оптического излучения. Лавинные и р-і-п фотодиоды.
5. Основные параметры оптических приемников: вольтамперная, спектральная и энергетическая характеристики; чувствительность; спектральное разрешение; шумовые параметры; электрические и шумовые модели фотоприемников.
6. Модуляция оптического излучения радиосигналами. Внутренняя и внешняя модуляция.

7. Модуляция фазы, амплитуды, интенсивности, частоты, поляризации.
8. Модуляторы на основе LiNbO₃, GaAs, InP. Основные характеристики, области применения, достоинства и недостатки.
9. Принципы оптического гетеродинирования и гомодинирования.
10. Методики синхронизации фаз смешиваемых оптических волн.
11. Генерация радиочастотных сигналов с помощью внешней модуляции.
12. Умножители частоты радиосигналов.
13. В чем заключается оптоэлектронная автогенерация радиочастотных сигналов?
14. Структурная схема и принцип действия АЦП на решетке амплитудных модуляторов Маха-Цандера с одинаковыми полуволновыми напряжениями.
15. Структурная схема и принцип действия АЦП на решетке амплитудных модуляторов Маха-Цандера разными полуволновыми напряжениями.
16. Структурные схемы и принцип действия АЦП на решетке фазовых модуляторов с одинаковыми полуволновыми напряжениями.
17. Структурные схемы и принцип действия ЦАП на решетке амплитудных модуляторов.
18. Структурная схема, принцип действия и элементная база волоконно-оптической линии передачи и распределения СВЧ сигналов.
19. Структурная схема, принцип действия и элементная база волоконно-оптической линии задержки радиосигналов.
20. Структурная схема, принцип действия и элементная база волоконно-оптических фазовращателей СВЧ сигналов.

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.