

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)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:

_____ М.А. Легчанов

“20” июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.1 Математическое моделирование устройств
и систем телекоммуникаций
для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Направленность: Квантовые технологии в инфокоммуникациях
Антенны и устройства СВЧ в инфокоммуникациях

Форма обучения: очная
Год начала подготовки: 2023
Выпускающая кафедра ФТОС
Кафедра-разработчик ФТОС
Объем дисциплины 108 часов/3 з.е.
Промежуточная аттестация: экзамен

Разработчик: Малахов В.А., д.т.н., доцент

Нижний Новгород

2023

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22.09.2017 № 958 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 16.03.2023 г. № 12.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 01.06.2023 г. № 35.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. _____

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 20.06.2023 г. № 5.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.04.02-К-1.

Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____ Кабанина Н.И.
(подпись)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ.....	9
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА.....	18
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	18
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	18
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	19
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	19
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	20
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	25
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	21
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ.....	22
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ.....	23
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	23
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	23
11.2. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ.....	24

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются формирование необходимых компетенций для овладения базовыми знаниями и умениями по дисциплине «Математическое моделирование устройств и систем телекоммуникаций».

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- ознакомление с основами моделирования устройств в САПР COMSOL Multiphysics;
- формирование представлений о методах математического моделирования, используемых при проектировании функциональных узлов систем телекоммуникаций;
- обеспечение приобретения навыков применения полученных знаний к решению прикладных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Математическое моделирование устройств и систем телекоммуникаций» относится к базовой части (Б1.Б.1), определяющей направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на дисциплинах: «Информатика», «Математика», «Антенны», «Техника СВЧ», «Электромагнитные поля и волны» (изучаются по программе подготовки бакалавров).

Дисциплина «Математическое моделирование устройств и систем телекоммуникаций» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «САПР в телекоммуникациях», «Основы научных исследований».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей профессиональной компетенции в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»;

ОПК-4 «Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач».

ПКС-8 «Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности».

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Код Компе- тенции	Названия учебных дисциплин, модулей, практик участвующих в формировании компетенций, вместе	Курсы /семестры обучения			
		1 курс		2 курс	
		1	2	3	4
	ЭТАПЫ формирования	нача- льны	началь- ный	сред- ний	сред- ний
УК-1	1. Математическое моделирова- ние устройств и систем теле-				
	2. САПР в телекоммуникациях				
	3. Основы научных исследова- ний				
	4. Философские и психологиче- ские проблемы творчества				
	5. Выполнение и защита ВКР				
ОПК-4	1. Математическое моделирова- ние устройств и систем теле-				
	2. САПР в телекоммуникациях				
	3. Выполнение и защита ВКР				
ПКС-8	1. Математическое моделирова- ние устройств и систем теле-				
	2. САПР в телекоммуникациях				
	3. Основы цифровой техники				
	4. Основы сетевых информационных технологий				
	5. Научно-исследовательская работа				
	6. Выполнение и защита ВКР				

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения оп

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними.	Знать: - основы проектирования функциональных узлов инфокоммуникационных систем с использованием специализированного программного обеспечения; - методы и средства моделирования процессов, происходящих в функциональных узлах инфокоммуникационных систем.	Уметь: - осуществлять поиск и анализ критических ситуаций в инфокоммуникационных сетях и системах; - выявлять сущность проблемной ситуации и находить пути ее решения путем модельных исследований;	Владеть: - навыками использования встроенных баз данных; - специализированными программными средствами для моделирования процессов в инфокоммуникационных сетях и системах.	Комплект индивидуальных заданий для выполнения на практических и лабораторных занятиях	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИУК-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	Знать: - основные характеристики специализированного программного обеспечения; - стандартные примитивы специализированного программного обеспечения;	Уметь: - устранять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации в инфокоммуникационных сетях и системах.	Владеть: - методами решения проблемных ситуаций при проектировании в специализированном программном обеспечении.	Комплект индивидуальных заданий для выполнения на практических и лабораторных занятиях	Вопросы для устного собеседования: билеты
ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для	ИОПК-4.1. Применяет современные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных, в том чис-	Знать: - методы проектирования в САПР Comsol Multiphysics	Уметь: - применять интегрированную платформу Comsol для моделирования и проверки экспериментальных исследований.	Владеть: - навыками работы в САПР Comsol Multiphysics	Комплект индивидуальных заданий для выполнения на практических и лабораторных занятиях	Вопросы для устного собеседования: билеты

проведения исследований и решения проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач	ле с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения.					
	ИОПК-4.2. Использует возможности вычислительной техники и программного обеспечения для автоматизированного решения проектных задач в области телекоммуникаций.	Знать: - возможности вычислительной техники для решения поставленных задач в области телекоммуникаций.	Уметь: - создавать проекты в системах автоматизированного проектирования.	Владеть: - методикой создания проектов с использованием интегрированной платформы Comsol для моделирования физических процессов устройств.	Комплект индивидуальных заданий для выполнения на практических и лабораторных занятиях	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИОПК-4.3. Применяет методы компьютерного моделирования в исследовательских и эксплуатационных задачах в области инфокоммуникационных технологий.	Знать: - методы компьютерного моделирования электродинамических структур в интегрированной среде разработки.	Уметь: - применять методы компьютерного моделирования в задачах в области инфокоммуникационных технологий	Владеть: - методикой математического моделирования в системах автоматизированного проектирования.	Комплект индивидуальных заданий для выполнения на практических и лабораторных занятиях	Вопросы для устного собеседования: билеты
ПКС-8 Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПКС-8.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности	Знать: - технологии математического и информационного моделирования в специализированных системах проектирования функциональных узлов инфокоммуникационных систем	Уметь: - применять цифровые технологии математического моделирования с использованием интегрированной платформы Comsol	Владеть: - методикой математического моделирования с использованием интегрированной платформы Comsol	Комплект индивидуальных заданий для выполнения на практических и лабораторных занятиях	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-8.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности	Знать: - цифровые технологии помогающие рассчитать функциональные узлы инфокоммуникационных систем	Уметь: - применять специализированное программное обеспечение для расчета функциональных узлов инфокоммуникационных систем	Владеть: - методикой расчета функциональных узлов инфокоммуникационных систем с использованием интегрированной платформы Comsol	Комплект индивидуальных заданий для выполнения на практических и лабораторных занятиях	Вопросы для устного собеседования: билеты

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		1 сем
Формат изучения дисциплины	очная	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	57	57
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)		
1.2.Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (КР) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	3	3
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	3	3
2. Самостоятельная работа (СРС)	24	24
курсовая работа (КР) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	24	24
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
1 СЕМЕСТР								
УК-1 ИУК-1.1. ИУК-1.2. ОПК-4 ИОПК-4.1. ИОПК-4.2. ИОПК-4.3. ПКС-8 ИПКС-8.1. ИПКС-8.2.	Раздел 1 Моделирование с использованием САПР устройств теле-коммуникационных систем							Конспект лекций в электронном виде
	Тема 1.1 Особенности САПР COMSOL Multiphysics.	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.1], [6.3.2], [6.3.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 1. Особенности САПР COMSOL Multiphysics.			1,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего задания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия (обсуждение результатов, полученных в результате выполнения лабораторной работы).	
	Тема 1.2. Модуль AC/DC. Возможности и области применения	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.1], [6.3.2], [6.3.3]	Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 2. Моделирование с использованием проектов модуля AC/DC.			3,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего задания [6.1.1],	Дискуссия (обсуждение результатов, полученных в результате выполнения лабораторной	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
						[6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	работы).	
	Тема 1.3. Модуль Radio Fre- quency САПР Comsol Multiphys- ics	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.1], [6.3.2], [6.3.3]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 3. Мо- делирование с использованием проектов модуля Radio Frequen- cy САПР Comsol Multiphysics.			4,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего за- дания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия (обсуждение выполнения индивиду- ального задания);	
	Тема 1.4. Моделирование ста- тических полей	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.1], [6.3.2], [6.3.3]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 4. Мо- делирование статических полей.			2,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего за- дания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия (обсуждение выполнения индивиду- ального задания);	
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				10,0			
	Итого по 1 разделу	6,0	-	10,0	10,0			
УК-1 ИУК-1.1.	Раздел 2. Моделирование с использованием САПР оптических устройств							Конспект лекций в электронном виде

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы до- стижения компе- тенций ИУК-1.2. ОПК-4 ИОПК-4.1. ИОПК-4.2. ИОПК-4.3. ПКС-8 ИПКС-8.1. ИПКС-8.2.	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Тема 2.1. Модуль «Геометриче- ская оптика»	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.1], [6.3.2], [6.3.3]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 5. Моделирование с использо- ванием проектов модуля «Геомет- рическая оптика»			4,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего за- дания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия (обсуждение выполнения индивиду- ального задания);	
	Тема 2.2. Создание объектов и доступ к их открытым свой- ствам. Указатели на объекты.	3,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.1], [6.3.2], [6.3.3]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 6. Моделирование с использо- ванием проектов модуля «Вол- новая оптика».			5,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего за- дания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия (обсуждение выполнения индивиду- ального задания);	
	Практическое занятие 7. Рубежный контроль.			3,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего за- дания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия (обсуждение выполнения индивиду- ального задания);	
	Самостоятельная работа по				9,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	освоению 2 раздела:							
Итого по 2 разделу		5,0	-	12,0	9,0			
УК-1 ИУК-1.1. ИУК-1.2. ОПК-4 ИОПК-4.1. ИОПК-4.2. ИОПК-4.3. ПКС-8 ИПКС-8.1. ИПКС-8.2.	Раздел 3. Методы математического моделирования							Конспект лекций в электронном виде
	Тема 3.1. Дискретизационные методы	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.1], [6.3.2], [6.3.3]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 8. Дискретизационные методы.			4,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего за- дания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия, «мозговой штурм».	
	Тема 3.2. Особенности деком- позиционных методов.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.1], [6.3.2], [6.3.3]	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 9. Осо- бенности декомпозиционных методов			5,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего за- дания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия (обсуждение выполнения индивиду- ального задания);	
	Тема 3.3. Метод частичных об- ластей.	2,0			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2],	Презентации с исполь- зованием различных вспомогательных	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
						[6.2.2], [6.3.1], [6.3.2], [6.3.3]	средств: доски, книг, компьютеров, цифровых проекторов и т.п.	
	Практическое занятие 10. Ме- тод частичных областей			3,0		Подготовка к ПЗ, выполнение домашнего за- дания [6.1.1], [6.1.2], [6.2.2], [6.3.3]	Дискуссия (обсуждение выполнения индивиду- ального задания);	
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				5,0			
	Итого по 3 разделу	6,0	-	12,0	5,0			
	ИТОГО по дисциплине	17,0	-	34,0	24,0			

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся используются комплекты индивидуальных заданий, домашних заданий, контрольных вопросов.

Также сформирован перечень вопросов и заданий, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена в 1 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Физика и техника оптической связи».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	1,2 семестры	Экзамен
$40 < R \leq 50$	Отлично	сдан
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	не сдан

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оцен- ки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними.	Не знает: - основы проектирования функциональных узлов инфокоммуникационных систем с использованием специализированного программного обеспечения; - методы и средства моделирования процессов, происходящих в функциональных узлах инфокоммуникационных систем. Не умеет: - осуществлять поиск и анализ критических ситуаций в инфокоммуникационных сетях и системах; - выявлять сущность проблемной ситуации и находить пути ее решения путем модельных исследований; Не владеет: - навыками использования встроенных баз данных;	Плохо знает: - основы проектирования функциональных узлов инфокоммуникационных систем с использованием специализированного программного обеспечения; - методы и средства моделирования процессов, происходящих в функциональных узлах инфокоммуникационных систем. Плохо умеет: - осуществлять поиск и анализ критических ситуаций в инфокоммуникационных сетях и системах; - выявлять сущность проблемной ситуации и находить пути ее решения путем модельных исследований; Плохо владеет: - навыками использования встроенных баз данных; - специализированными	Знает: - основы проектирования функциональных узлов инфокоммуникационных систем с использованием специализированного программного обеспечения; - методы и средства моделирования процессов, происходящих в функциональных узлах инфокоммуникационных систем. Умеет: - осуществлять поиск и анализ критических ситуаций в инфокоммуникационных сетях и системах; - выявлять сущность проблемной ситуации и находить пути ее решения путем модельных исследований; Владеет: - навыками использования встроенных баз данных; - специализированными программными средствами для моделирования про-	Отлично знает: - основы проектирования функциональных узлов инфокоммуникационных систем с использованием специализированного программного обеспечения; - методы и средства моделирования процессов, происходящих в функциональных узлах инфокоммуникационных систем. Отлично умеет: - осуществлять поиск и анализ критических ситуаций в инфокоммуникационных сетях и системах; - выявлять сущность проблемной ситуации и находить пути ее решения путем модельных исследований; Отлично владеет: - навыками использования встроенных баз данных; - специализированными программными средствами для моделирования процессов в инфокоммуника-

		- специализированными программными средствами для моделирования процессов в инфокоммуникационных сетях и системах.	программными средствами для моделирования процессов в инфокоммуникационных сетях и системах.	цессов в инфокоммуникационных сетях и системах.	ционных сетях и системах.
	ИУК-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	Не знает: - основные характеристики специализированного программного обеспечения; - стандартные примитивы специализированного программного обеспечения; Не умеет: - устранять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации в инфокоммуникационных сетях и системах. Не владеет: - методами решения проблемных ситуаций при проектировании в специализированном программном обеспечении.	Плохо знает: - основные характеристики специализированного программного обеспечения; - стандартные примитивы специализированного программного обеспечения; Плохо умеет: - устранять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации в инфокоммуникационных сетях и системах. Плохо владеет: - методами решения проблемных ситуаций при проектировании в специализированном программном обеспечении.	Знает: - основные характеристики специализированного программного обеспечения; - стандартные примитивы специализированного программного обеспечения; Умеет: - устранять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации в инфокоммуникационных сетях и системах. Владеет: - методами решения проблемных ситуаций при проектировании в специализированном программном обеспечении.	Отлично знает: - основные характеристики специализированного программного обеспечения; - стандартные примитивы специализированного программного обеспечения; Отлично умеет: - устранять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации в инфокоммуникационных сетях и системах. Отлично владеет: - методами решения проблемных ситуаций при проектировании в специализированном программном обеспечении.
ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения проектно-конструкторских и научно-	ИОПК-4.1. Применяет современные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения.	Не знает: - методы проектирования в САПР Comsol Multiphysics Не умеет: - применять интегрированную платформу Comsol для моделирования и проверки экспериментальных исследований. Не владеет:	Плохо знает: - методы проектирования в САПР Comsol Multiphysics Плохо умеет: - применять интегрированную платформу Comsol для моделирования и проверки экспериментальных исследований. Плохо владеет: - навыками работы в	Знает: - методы проектирования в САПР Comsol Multiphysics Умеет: - применять интегрированную платформу Comsol для моделирования и проверки экспериментальных исследований. Владеет: - навыками работы в	Отлично знает: - методы проектирования в САПР Comsol Multiphysics Отлично умеет: - применять интегрированную платформу Comsol для моделирования и проверки экспериментальных исследований. Отлично владеет: - навыками работы в САПР

исследовательских задач		- навыками работы в САПР Comsol Multiphysics	САПР Comsol Multiphysics	САПР Comsol Multiphysics	Comsol Multiphysics
	ИОПК-4.2. Использует возможности вычислительной техники и программного обеспечения для автоматизированного решения проектных задач в области телекоммуникаций.	Не знает: - возможности вычислительной техники для решения поставленных задач в области телекоммуникаций. Не умеет: - создавать проекты в системах автоматизированного проектирования. Не владеет: - методикой создания проектов с использованием интегрированной платформы Comsol для моделирования физических процессов устройств.	Плохо знает: - возможности вычислительной техники для решения поставленных задач в области телекоммуникаций. Не умеет: - создавать проекты в системах автоматизированного проектирования. Не владеет: - методикой создания проектов с использованием интегрированной платформы Comsol для моделирования физических процессов устройств.	Знает: - возможности вычислительной техники для решения поставленных задач в области телекоммуникаций. Умеет: - создавать проекты в системах автоматизированного проектирования. Владеет: - методикой создания проектов с использованием интегрированной платформы Comsol для моделирования физических процессов устройств.	Отлично знает: - возможности вычислительной техники для решения поставленных задач в области телекоммуникаций. Отлично умеет: - создавать проекты в системах автоматизированного проектирования. Отлично владеет: - методикой создания проектов с использованием интегрированной платформы Comsol для моделирования физических процессов устройств.
	ИОПК-4.3. Применяет методы компьютерного моделирования в исследовательских и эксплуатационных задачах в области инфокоммуникационных технологий.	Не знает: - методы компьютерного моделирования электродинамических структур в интегрированной среде разработки. Не умеет: - применять методы компьютерного моделирования в задачах в области инфокоммуникационных технологий. Не владеет: - методикой математического моделирования в системах автоматизированного проектирования.	Плохо знает: - методы компьютерного моделирования электродинамических структур в интегрированной среде разработки. Плохо умеет: - применять методы компьютерного моделирования в задачах в области инфокоммуникационных технологий. Плохо владеет: - методикой математического моделирования в системах автоматизированного проектирования.	Знает: - методы компьютерного моделирования электродинамических структур в интегрированной среде разработки. Умеет: - применять методы компьютерного моделирования в задачах в области инфокоммуникационных технологий. Владеет: - методикой математического моделирования в системах автоматизированного проектирования.	Отлично знает: - методы компьютерного моделирования электродинамических структур в интегрированной среде разработки. Отлично умеет: - применять методы компьютерного моделирования в задачах в области инфокоммуникационных технологий. Отлично владеет: - методикой математического моделирования в системах автоматизированного проектирования.
ПКС-8 Способен осваивать и приме-	ИПКС-8.1. Осваивает цифровые технологии мате-	Не знает: - технологии математи-	Плохо знает: - технологии математиче-	Знает: - технологии математиче-	Отлично знает: - технологии математиче-

нять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности	ческого и информационного моделирования в специализированных системах проектирования функциональных узлов инфокоммуникационных систем Не умеет: - применять цифровые технологии математического моделирования с использованием интегрированной платформы Comsol Не владеет: - методикой математического моделирования с использованием интегрированной платформы Comsol	ского и информационного моделирования в специализированных системах проектирования функциональных узлов инфокоммуникационных систем Плохо умеет: - применять цифровые технологии математического моделирования с использованием интегрированной платформы Comsol Плохо владеет: - методикой математического моделирования с использованием интегрированной платформы Comsol	ского и информационного моделирования в специализированных системах проектирования функциональных узлов инфокоммуникационных систем Умеет: - применять цифровые технологии математического моделирования с использованием интегрированной платформы Comsol Владеет: - методикой математического моделирования с использованием интегрированной платформы Comsol	ского и информационного моделирования в специализированных системах проектирования функциональных узлов инфокоммуникационных систем Отлично умеет: - применять цифровые технологии математического моделирования с использованием интегрированной платформы Comsol Отлично владеет: - методикой математического моделирования с использованием интегрированной платформы Comsol
	ИПКС-8.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности	Не знает: - цифровые технологии помогающие рассчитать функциональные узлы инфокоммуникационных систем Не умеет: - применять специализированное программное обеспечение для расчета функциональных узлов инфокоммуникационных систем Не владеет: - методикой расчета функциональных узлов инфокоммуникационных систем с использованием интегрированной платформы Comsol	Плохо знает: - цифровые технологии помогающие рассчитать функциональные узлы инфокоммуникационных систем Плохо умеет: - применять специализированное программное обеспечение для расчета функциональных узлов инфокоммуникационных систем Плохо владеет: - методикой расчета функциональных узлов инфокоммуникационных систем с использованием интегрированной платформы Comsol	Знает: - цифровые технологии помогающие рассчитать функциональные узлы инфокоммуникационных систем Умеет: - применять специализированное программное обеспечение для расчета функциональных узлов инфокоммуникационных систем Владеет: - методикой расчета функциональных узлов инфокоммуникационных систем с использованием интегрированной платформы Comsol	Отлично знает: - цифровые технологии помогающие рассчитать функциональные узлы инфокоммуникационных систем Отлично умеет: - применять специализированное программное обеспечение для расчета функциональных узлов инфокоммуникационных систем Отлично владеет: - методикой расчета функциональных узлов инфокоммуникационных систем с использованием интегрированной платформы Comsol

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. 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).

6.1.1. Умнов А.Е. Методы математического моделирования: Учебное пособие. – М.: МФТИ, 2012. – 295 с.

6.1.2. Неганов В.А. Электродинамика и распространение радиоволн. Учебник. В.А. Неганов, О.В. Осипов, С.Б. Раевский, Г.П. Яровой Изд. Радиотехника, 2009. – 744.

6.1.3. Официальный сайт Comsol Россия: <https://www.comsol.ru/>

6.2. Справочно-библиографическая литература

6.2.1. Турчак Л.И. Основы численных методов Л.И. Турчак, П.В. Плотников, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 304 с.

6.2.2. Электронный ресурс Comsol на youtube:

https://www.youtube.com/channel/UCrx4DqkACEdL_cV8eDQ-_7g

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Математическое моделирование устройств и систем телекоммуникаций» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Математическое моделирование устройств и систем телекоммуникаций».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятий по дисциплине «Математическое моделирование устройств и систем телекоммуникаций».

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Математическое моделирование устройств и систем телекоммуникаций».

7. 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).

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

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

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

Таблица 9 - Перечень программного обеспечения

В таблице 9 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
MS Office 2010. MS Open License,60853088,Academic	Open Office 4.1.1 (лицензия)

	Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7. Электронная лицензия от MS после обновления	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
COMSOL 5.5 NSL License No: 9601620 Windows/Mac	

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 10 - 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	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к лицам с ограниченными возможностями их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nttu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

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

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:

1. **Лекционные занятия** проводятся в ауд. 1218:
 - 11 рабочих мест, оборудованных компьютерами:
- 5 компьютеров: PC Intel Core i5-2320 CPU 3,4 GHz / 3Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Acer V198 19".
- 6 компьютеров: PC Intel Core 2 CPU E7200 2,54 GHz / 2Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и

мониторами Benq G900 AD 19"

Все компьютеры объединены в локальную сеть и подключены к сети «Интернет».

- комплект электронных презентаций/слайдов;
- наглядные пособия
- проектор

2. Практические занятия проводятся в ауд. 1218:

- 11 рабочих мест, оборудованных компьютерами:

5 компьютеров: PC Intel Core i5-2320 CPU 3,4 GHz / 3Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Acer V198 19".

6 компьютеров: PC Intel Core 2 CPU E7200 2,54 GHz / 2Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Benq G900 AD 19"

Все компьютеры объединены в локальную сеть и подключены к сети «Интернет».

- комплект электронных презентаций/слайдов;
- наглядные пособия
- проектор
- пакеты ПО общего назначения:
 - Windows 7;
 - Visual Studio 2010;
 - Adobe Reader 11;
 - Open Office 2.3 (Calc, Draw, Writer, Math)
 - Adobe Flash Player 10;
 - Dr.web.

3. Текущий и промежуточный контроль осуществляется в ауд. 1218:

- 11 рабочих мест, оборудованных компьютерами:

5 компьютеров: PC Intel Core i5-2320 CPU 3,4 GHz / 3Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Acer V198 19".

6 компьютеров: PC Intel Core 2 CPU E7200 2,54 GHz / 2Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Benq G900 AD 19"

Все компьютеры объединены в локальную сеть и подключены к сети «Интернет».

- пакеты ПО общего назначения:
 - Windows 7;
 - Visual Studio 2010;
 - Adobe Reader 11;
 - Open Office 2.3 (Calc, Draw, Writer, Math)
 - Adobe Flash Player 10;
 - Dr.web.

4. Самостоятельная работа студентов осуществляется в ауд. 1218:

- 11 рабочих мест, оборудованных компьютерами:

5 компьютеров: PC Intel Core i5-2320 CPU 3,4 GHz / 3Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Acer V198 19".

6 компьютеров: PC Intel Core 2 CPU E7200 2,54 GHz / 2Gb RAM/HDD 300Gb/DVD-ROM и мониторами Benq G900 AD 19"

Все компьютеры объединены в локальную сеть и подключены к сети «Интернет».

- пакеты ПО общего назначения:

- Windows 7;
- Visual Studio 2010;
- Adobe Reader 11;
- Open Office 2.3 (Calc, Draw, Writer, Math)
- Adobe Flash Player 10;
- Dr.web.

Рабочее место преподавателя, оснащено компьютером с доступом в Интернет.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Математическое моделирование устройств и систем телекоммуникаций», 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 и практических 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 практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч 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 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 допол-

нительный 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.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (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 и выполнению заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, решение задач и выполнение индивидуальных практических заданий в компьютерном классе.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

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

10.4. 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 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). 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».

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- опрос (коллоквиум) по теме практического занятия;
- защита отчетов по выполненным индивидуальным практическим заданиям;
- проверка выполнения домашних заданий.

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен в 7 семестре.

11.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации

11.1.1. Контрольные вопросы для экзамена

Первый семестр:

- 1) Характеристика САПР COMSOL Multiphysics;
- 2) Интерфейс САПР COMSOL Multiphysics;
- 3) Виды решателей САПР COMSOL Multiphysics;
- 4) Граничные условия;
- 5) Геометрические примитивы;
- 6) Особенности построения 3D модели электродинамической структуры;
- 7) Виды портов;
- 8) Задание переменных используемых в проекте;
- 9) Выбор материалов используемых в проекте;
- 10) Классификация проектов САПР COMSOL Multiphysics;
- 11) Создание проекта для расчета статических полей;
- 12) Создание проекта для расчета характеристик электродинамических структур;
- 13) Создание проекта для расчета характеристик антенн;
- 14) Создание проекта для расчета устройств на основе оптических волокон;
- 15) Графические элементы для вывода результатов расчета.
- 16) Проект «Геометрическая оптика»;
- 17) Проект AC/DC;
- 18) Метод коллокации;
- 19) Сеточные методы расчета;
- 20) Метод частичных областей;
- 21) Особенности декомпозиционных методов;

11.1.2. Контрольные задания для экзамена

1. Создания проекта с использованием модуля AC/DC.
2. Создания проекта с использованием модуля Radio Frequency.
3. Применение модуля «Геометрическая Оптика» для моделирования углового кубического световозвращателя.

4. Применение модуля «Волновая Оптика» для моделирования связанных световодов.
5. Применение метода коллокации.
6. Разностные схемы.
7. Применение метода частичных областей.

11.2. Типовые задания для текущего контроля

11.2.1. Контрольные вопросы (коллоквиум, предваряет выполнение индивидуального практического задания)

- Область применения метода коллокации;
- Особенности метода частичных областей;
- Для решения каких задач используется модуль «Волновая Оптика»;
- Для решения каких задач используется модуль «Геометрическая Оптика»;
- Для решения каких задач используется модуль Radio Frequency

11.2.2. Примеры домашних заданий

1. Моделирование плоского конденсатора
2. Моделирование постоянного магнита
3. Моделирование коаксиального кабеля
4. Моделирование дипольной антенны
5. Моделирование антенны типа «Волновой канал»
6. Моделирование оптического круглого резонатора

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИЯЭиТФ

_____ М.А. Легчанов

“ ____ ” _____ 2023 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.Б.1 Математическое моделирование устройств
и систем телекоммуникаций**

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Квантовые технологии в инфокоммуникациях

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Курс 4

Семестр 7

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1)

2)

3)

Разработчик (и): Малахов В.А., д.т.н., доцент

«__» _____ 202__ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС

_____ протокол № _____ от «__» _____ 202__ г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС _____ «__» _____ 202__ г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 202__ г.