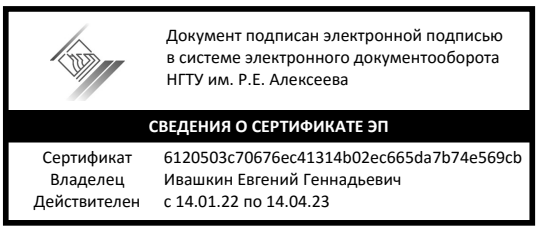
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательный научный институт ядерной энергетики и технической физики имени академика Митенкова Ф.М. (ИЯЭ и ТФ)



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ /Хробостов А.Е./
подпись ФИО
“__15__”___06_____2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1. Б22 Математические методы моделирования физических процессов в НИР

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки:
14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность: «Атомные электрические станции и установки»
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

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

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: АТС

Кафедра-разработчик Высшая математика

Объем дисциплины: 216/6

Промежуточная аттестация: экзамен, зачет
экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик (и): Волохин А.В., к.ф.-м.н, доцент Ерофеева Л.Н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«_15_» 06_2021г.

Нижний Новгород 2021

Рецензент: Кольчик И.В., к.п.н., доцент кафедры «Прикладная математика» НГТУ
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

_____(подпись) «11» 06 2021г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28.02. 2018 г. № 148 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол №7 от 15.06. 2021
Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол № 6 от 31.05.2021

Зав. кафедрой: к.ф.-м.н., доцент Ерофеева Л.Н._____

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИЯЭ и ТФ протокол №3 от 10.06.2021

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ №14.03.01-а-25 _____

Начальник МО_____ /_____ /
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ /Н.И.Кабанина/
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 4

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ……..4

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ..... …4

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП……6

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... ...7

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 11

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... 13

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 14

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ ..... …..16

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .... ……16

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 16

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .... …...18

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Математические методы моделирования физических процессов в НИР» является освоение необходимого математического аппарата, с помощью которого разрабатываются и исследуются теоретические и экспериментальные модели объектов профессиональной деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- развитие навыков математического мышления студентов;
- овладение методами исследования и решения физических задач;
- выработка у студентов умения самостоятельно расширять свои математические знания;
- развитие навыков использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина «Математические методы моделирования физических процессов в НИР» включена в перечень обязательных дисциплин в рамках базовой части Блока 1 образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по данному направлению подготовки.

Дисциплина основывается на базовых знаниях, полученными студентами при изучении таких дисциплин как Математический анализ, Дифференциальные уравнения, Линейная алгебра, Информатика. Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, применяются при изучении таких дисциплин как Экспериментальные методы исследования, Электротехника и электроника, Ядерная физика и др.

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

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Математические методы моделирования физических процессов в НИР» направлен на формирование элементов общепрофессиональной компетенции ОПК-1и профессиональной компетенции ПКС – 3 в соответствии с ОПОП ВО по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	***Семестры, формирования компетенций дисциплинами***							
ОПК-1	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
Химия (Б1.Б.2)	✓							
Математический анализ (Б1.Б.9.1)	✓	✓						
Аналитическая геометрия.Линейная алгебра (Б1.Б.9.3)	✓							
Обыкновенные дифференциальные уравнения (Б1.Б9.2)		✓						

Теория функций комплексного переменного (Б1.Б.9.4)			✓					
Теория вероятностей и математическая статистика(Б1.Б.9.5)				✓				
Физика (Б1.Б.10)		✓	✓	✓				
Прикладная физика (Б1.Б.14)			✓	✓				
Теоретическая механика (Б1.Б.15)			✓	✓				
Механика жидкости и газа(Б1.Б.16)				✓				
Техническая термодинамика(Б1.Б.17)				✓				
Физика специальная (атомная) (Б1.Б.19)					✓			
Математические методы моделирования физических процессов в НИР (Б1.Б.22)					✓	✓		
Электротехника и электроника (Б1.Б.23)					✓	✓		
Тепломассообмен в энергетических установках(Б1.Б.24)					✓	✓		
Ядерная физика (Б1.Б.28)						✓		
Материаловедение (Б1.Б.28)							✓	
Технология конструкционных материалов (Б1.Б30)							✓	
Физика ядерных реакторов (Б1.Б.31)							✓	
Водоподготовка (Б1.Б.32)							✓	
Электрооборудование электростанций (Б1.Б.33)							✓	
Экспериментальные методы исследования (Б1.Б.34)								✓
Ознакомительная практика (Б2 .У1)		✓						
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (Б3.Д.1)								✓

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	***Семестры, формирования компетенций дисциплинами***							
ПКС-3	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
Математические методы моделирования физических процессов в НИР (Б1.Б.22)					✓	✓		
Тепломассообмен в энергетических установках(Б1.Б.24)					✓	✓		
Экспериментальные методы исследования (Б1.Б.34)								✓
Метрология, стандартизация, сертификация (Б1ВОД.4)							✓	
Учебно исследовательская работа студента (ФТД 2)						✓		
Практика по получению первичных навыков профессиональной деятельности (Б2.У2)				✓				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (Б3.Д.1)								✓

4. 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**
ОПК-1. Способен использовать базовые знания естественно - научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ИОПК-1.1. Использует базовые знания естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности.	**Знать** математические методы решения задач математического моделирования, иметь представление о возможностях применения методов моделирования, моделей в технических приложениях.	**Уметь** Применять Стандартные методы и модели математического моделирования, обрабатывать и анализировать данные и результаты	**Владеть** навыками обработки и сбора экспериментальных данных и основными математическими моделями, методами решения задач данного курса.	- Контрольные вопросы по теоретическому материалу -Тестирование по разделам	- Вопросы для зачёта и экзамена
	ИОПК-1.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	**Знать** приемы анализа и обработки результатов экспериментальн ого исследования и основные методы, модели математического моделирования в технических приложениях.	**Уметь** ставить задачу и разрабатывать пути (алгоритм) ее решения, а также выбирать соответствующие методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, анализировать и применять полученные результаты	**Владеть** приемами анализа и обработки результатов экспериментального исследования при решении профессиональных задач		

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-3. Способен создавать математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках, пользоваться современными методами учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчет-ной информации и экспериментальных данных	ИПКС-3.1. Создаёт математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках. ИПКС-3.2. Пользуется современными методами учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчетной информации и экспериментальных данных	**Знать** приемы и методы статистической обработки экспериментальны х данных. **Знать** современными методами учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений	**Уметь** создавать математические модели процессов в технических приложениях **Уметь** пользоваться моделями графического представления расчетной информации и экспериментальных данных	**Владеть** статистическими методами при моделировании процессов, протекающих в конкретных технических системах. **Владеть** навыками постановки задачи и разработ- ки программы исследования с применением ком-пьютерных технологий.	- Контрольные вопросы по теоретическому материалу -Тестирование по разделам	- Вопросы для зачёта и экзамена

24.083 Специалист – теплоэнергетик атомной станции

Трудовая функция

A/01.6 Техническая поддержка эксплуатации оборудования, технологических систем, трубопроводов горячей воды и пара.

Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- выявление отклонений от графиков выполнения технических мероприятий, указанных в эксплуатационных и противоаварийных циркулярах, касающихся обслуживания оборудования.

Необходимые умения:

- анализировать данные измерений параметров и результатов проверок, опробований, испытаний оборудования.

Необходимые знания:

- принципы работы эксплуатируемого оборудования, трубопроводов и технических систем турбинного отделения.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3

Таблица 3 -Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	**Трудоёмкость в час**		
	Всего часов	**В т.ч. по семестрам**	
		5	**6**
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	**216**	144	72
1. Контактная работа:	**91**	**55**	**36**
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	**85**	**51**	**34**
занятия лекционного типа (Л)	34	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)	51	34	17
лабораторные работы (ЛР)			
1.2. Внеаудиторная, в том числе	**6**	**4**	**2**
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	4	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	**80**	**44**	**36**
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.), в т.ч. подготовка к зачету	80	44	36
Подготовка к экзамену, зачету(контроль)	45	45 **экзамен**	0 **зачет**

5.2. 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**[12]	**Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)** [13]	**Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)**[14]
		Контактная работа			**Самостоятельная работа студентов(СРС), час**				
		Лекции, час	**Лабораторные работы, час**	**Практические занятия,час**					
5 СЕМЕСТР									
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ПКС -3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2	**Раздел 1** Численные методы								
	Тема 1.1 Приближенное решение уравнений. Интерполяция.	2		4	4	подготовка к лекциям [7.2.2] подготовка к практическим занятиям [7.2.2]	eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ https://edu.nntu.ru/user/edit/card/user_id/120 https://edu.nntu.ru/subject/list/index/switcher/programm?page_id=m0602&page_id=m0602		
	Тема 1.2 Приближенное интегрирование	2		4	4	подготовка к лекциям [7.2.2] подготовка к практическим занятиям [7.2.2]			
	Итого по 1 разделу	**4**		**8**	**8**				
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ПКС -3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2	**Раздел 2** Элементы линейной алгебры								
	Тема 2.1 Системы линейных уравнений. Размерность и базис пространства решений	2		4	3	подготовка к лекциям [7.2.3] подготовка к практическим занятиям [7.2.3]	eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ https://edu.nntu.ru/user/edit/card/user_id/120 https://edu.nntu.ru/subject/list/index/switcher/programm?page_id=m0602&page_id=m0602		
	Тема 2.2 Линейные операторы и квадратичные формы. Собственные векторы и собственные значения. Ортогональное преобразование. Приведение к каноническому виду	3		6	5	подготовка к лекциям [7.2.3] подготовка к практическим занятиям [7.2.3]			
	Итого по 2 разделу	**5**		**10**	**8**				

ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ПКС -3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2	**Раздел 3** Дифференциальные уравнения в частных производных								
	Тема 3.1 Линейные и квазилинейные уравнения первого порядка. Метод характеристик	1		2	5	подготовка к лекциям [7.1.1] подготовка к практическим занятиям [7.2.1] [7.3.2]	eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ https://edu.nntu.ru/user/edit/card/user_id/120 https://edu.nntu.ru/subject/list/index/switcher/programm?page_id=m0602&page_id=m0602		
	Тема 3.2 Линейные уравнения высших порядков.Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка.Приведение к каноническому виду уравнений с двумя независимыми переменными	2		4	5	подготовка к лекциям [7.1.1] подготовка к практическим занятиям [7.2.1] [7.3.2]			
	Тема 3.3 Метод Д`Аламбера для бесконечной струны	1		4	5	подготовка к лекциям [7.1.1] подготовка к практическим занятиям [7.2.1] [7.3.2]	eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ https://edu.nntu.ru/user/edit/card/user_id/120 https://edu.nntu.ru/subject/list/index/switcher/programm?page_id=m0602&page_id=m0602		
	Тема 3.4 Гиперболическое уравнение поперечных колебаний струны. Постановка начальных и граничных условий. Метод Фурье решения начально-краевой задачи	2		4	7	подготовка к лекциям [7.1.1] подготовка к практическим занятиям [7.2.1] [7.3.2]			
	Тема 3.5 Вынужденные колебания	2		4	6	подготовка к лекциям [7.1.1] подготовка к практическим занятиям [7.2.1] [7.3.2]	eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ https://edu.nntu.ru/user/edit/card/user_id/120 https://edu.nntu.ru/subject/list/index/switcher/programm?page_id=m0602&page_id=m0602		
	Итого по 3 разделу	**8**		**16**	**28**				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	**17**		**34**	**44**				
6 СЕМЕСТР									
	Раздел 3 Дифференциальные уравнения в частных производных								
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2	**Тема 3.6** Уравнение теплопроводности. Постановка задачи. Различные типы граничных условий.	2		2	3	подготовка к лекциям [7.1.1] подготовка к практическим занятиям [7.2.1] [7.3.2]	eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ https://edu.nntu.ru/user/edit/card/user_id/120		

ПКС -3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2	**Тема 3.7** Решение уравнения теплопроводности методом Фурье. Примеры	4		4	6	подготовка к лекциям [7.1.1] подготовка к практическим занятиям [7.2.1] [7.3.2]	https://edu.nntu.ru/subject/list/index/switcher/programm?page_id=m0602&page_id=m0602		
	Тема 3.8 Уравнение Лапласа	2		2	6	подготовка к лекциям [7.1.1] подготовка к практическим занятиям [7.2.1] [7.3.2]			
	Итого по 3 разделу	**8**		**8**	**15**				
	Раздел 4 Вариационное исчисление								
ОПК-1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ПКС -3 ИПКС-3.1 ИПКС-3.2	**Тема 4.1** Функционал. Необходимое условие экстремума	1		1	1	подготовка к лекциям [7.1.2] подготовка к практическим занятиям [7.1.2] [7.2.2]	eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ https://edu.nntu.ru/user/edit/card/user_id/120 https://edu.nntu.ru/subject/list/index/switcher/programm?page_id=m0602&page_id=m0602		
	Тема 4.2 Задача Эйлера и её обобщения	2		2	4	подготовка к лекциям [7.1.2] подготовка к практическим занятиям [7.1.2] [7.2.2]			
	Тема 4.3 Принцип Гамильтона и лагранжева механика	3		3	8	подготовка к лекциям [7.1.2] подготовка к практическим занятиям [7.1.2] [7.2.2]			
	Тема 4.4 Приложения к полевым теориям, симметрия и законы сохранения в теориях поля.	3		3	8	подготовка к лекциям [7.1.2] подготовка к практическим занятиям [7.1.2] [7.2.2]			
	Итого по 4 разделу	**9**		**9**	**21**				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	**17**		**17**	**36**				
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	**34**		**51**	**80**				

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

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: устное собеседование по темам лекционных занятий, выполнение практических заданий. Промежуточный контроль проводится в форме тестирования или в устно-письменной форме.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Индивидуальные практические задания и вопросы для текущего контроля по теоретическому материалу сформированы в СДО eLearning Server ЭИОС НГТУ и находятся в свободном доступе.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета, сформирован в СДО eLearning Server ЭИОС НГТУ и находится в свободном доступе.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений и навыков и формирования компетенций по дисциплине может применяться балльно-рейтинговая/традиционная система контроля и оценивания успеваемости студентов.

Таблица 5 – Балльно-рейтинговая система оценивания при текущем контроле (оценка выполнения индивидуальных практических заданий)

Шкала оценивания	**Экзамен/ Зачет с оценкой**	**Зачет**
85-100	Отлично	зачет
70-84	Хорошо	
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	Не зачет

При использовании традиционной системы контроля (зачет) успеваемость студентов оценивается по системе: «зачет», «незачет».

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 max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо»** / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично»** / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен использоватьбазовые знания естественно - научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ИОПК-1.1. Использует базовые знания естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности. ИОПК-1.2. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Не владеет теоретическим материалом по дисциплине; не умеет пользоваться справочной литературой; не способен применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности, не умеет делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Поверхностно владеет теоретическим материалом по дисциплине; не способен уверенно пользоваться справочной литературой; не в полном объеме способен применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности, допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Хорошо владеет теоретическим материалом по дисциплине, но в отдельных разделах допускает неточности; умеет пользоваться справочной литературой; способен применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности, но затрудняется сделать выводы	Уверенно владеет теоретическим материалов; умеет свободно пользоваться справочной литературой; способен применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности и сделать выводы
ПКС-3. Способен создавать математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках, пользоваться современнымиметодами учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчет- ной информации и экспериментальных данных	ИПКС-3.1. Создаёт математические модели процессов, протекающих в экспериментальных стендах и установках. ИПКС-3.2. Пользуется современными методами учета, оценки погрешностей и статистической обработки результатов экспериментальных измерений, графического представления расчетной информации и экспериментальных данных	Не владеет приемами и методами статистической обработки экспериментальных данных Не умеет создавать математические модели процессов в технических приложениях Не владеет статистическими методами при моделировании процессов, протекающих в конкретных технических системах.	Поверхностно владеет теоретическим материалом по дисциплине; не способен уверенно пользоваться справочной литературой; не в полном объеме способен применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности, допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Хорошо владеет теоретическим материалом по дисциплине, но в отдельных разделах допускает неточности; умеет пользоваться справочной литературой; способен применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности, но затрудняется сделать выводы	Уверенно владеет теоретическим материалов; умеет свободно пользоваться справочной литературой; способен применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности и сделать выводы

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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.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).

7.1.1 Захаров Е. В., Дмитриева И.В., Орлик С.И. Уравнения математической физики. Москва, изд. центр «Академия», 2010

7.1.2 Цлаф Л. Я. Вариационное исчисление и интегральные уравнения. СПБ, изд. «Лань», 2005

7.2. Справочно-библиографическая литература

7.2.1 Арманович И. Г. , Левин В. И. Уравнения математической физики. Москва, изд. Наука, 1969

7.2.2 Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов : Учебное пособие для вузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. - СПб.: Лань, 2010. - 608 с.

система. – Режим доступа: http://www.znanium.com/catalog.php.

7.2.3 Ильин В.А. , Поздняк Э.Г. Линейная алгебра .Москва, изд.Наука. Физматлит, 1999

7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания, разработанные преподавателями:

7.3.1. Лекции по теме Элементы векторного анализа. СДО e-learning ЭИОС НГТУ Режим доступа

https://edu.nntu.ru/subject/course/index/subject_id/795/course_id/2891

7.3.2. Лекции по теме Ряды. СДО e-learning ЭИОС НГТУ Режим доступа

https://edu.nntu.ru/subject/course/index/subject_id/1117/course_id/2789

7.3.3. Методические пособия и рекомендации. СДО e-learning ЭИОС НГТУ Режим доступа **https://edu.nntu.ru/user/edit/card/user_id/120**

7.3.4. Справочные материалы. СДО e-learning ЭИОС НГТУ Режим доступа

https://edu.nntu.ru/subject/list/index/switcher/programm?page_id=m0602&page_id=m062

Методические указания, разработанные НГТУ

7.4.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:
http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20

7.4.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:
http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20

7.4.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:
http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf

8. 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).

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

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp
3. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://elib.tolgas.ru./ - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://znanium.com/. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://openedu.ru/. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://polpred.com/. – Загл. с экрана.
7. 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.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://uisrussia.msu.ru/. – Загл. с экрана.

8.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - 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://urait.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	**Программное обеспечение свободного распространения**
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 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.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - 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	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost //home/standarts
2	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
3	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
4	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
5	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл.10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация о специально оборудованных учебных кабинетах размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» https://www.nntu.ru/sveden/accenv/

Таблица 10 - 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

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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	**5520** " г. Нижний Новгород, ул.Минина 28, учебный корп. 5 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран)	1. Windows7 32 bit корпоративная);VL 494877S2 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian; 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 4. Dr.Web Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. 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.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- электронное обучение;
- контрольная работа;

- тест;
- собеседование.

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, Discord.

Инициируется 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 компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля. По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий, допускаются к прохождению промежуточной аттестации.

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.

11.2.Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены учебным планом.

11.4. 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 составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплин.

На практических занятиях проводится решение задач и упражнений в процессе проработки наиболее сложных в теоретическом плане проблем и проводятся в трех формах:

- устный опрос студентов по конкретной тематике практического занятия;
- решение и объяснение типовых задач по данной теме;
- самостоятельная работа студентов с использованием учебных пособий, лекций и консультаций преподавателя при выполнении ими контрольных заданий.

11.5. 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 7

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 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.

11.6 Методические указания для выполнения РГР

РГР по дисциплине не предусмотрены учебным планом

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Примеры типовых заданий:

1. Матрицы

1.1. Проверить, что матрица $A=\begin{pmatrix}3 & 5\\ -1 & 4\end{pmatrix}$ удовлетворяет уравнению $A^2-7A+17E=0$, где E – единичная матрица.

1.2. Проверить, что $\begin{pmatrix}1 & 0 & 1\\ 0 & 0 & 1\\ 1 & 0 & 1\end{pmatrix}=T\begin{pmatrix}0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 2\end{pmatrix}T^{-1}$, где $T=\begin{pmatrix}1 & 0 & 1\\ 0 & 1 & 0\\ -1 & 0 & 1\end{pmatrix}$.

1.3. Решить матричное уравнение:

а) $\begin{pmatrix}1 & 2\\ 3 & 4\end{pmatrix}X=\begin{pmatrix}1 & 1\\ 1 & 1\end{pmatrix}$; б) $X\begin{pmatrix}1 & 2\\ 3 & 4\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}1 & 1\\ 1 & 1\end{pmatrix}$.

2. Линейные пространства

2.1. Найти размерность и один из базисов пространства 2×3 – матриц.

2.2. Найти размерность и один из базисов пространства решений дифференциального уравнения: а) $y''+y'-2y=0$; b) $y'''-y=0$; c) $y^{IV}-y=0$.

2.3. Показать, что векторы $e_1=(1,2,3,4)$, $e_2=(4,1,2,3)$, $e_3=(3,4,1,2)$, $e_4=(2,4,3,1)$ аффинного пространства A^4 образуют базис. Разложить по ним вектор $x=(0,-1,3,2)$.

3. Операторы

3.1. В пространстве обычных векторов с базисом $\bar{i},\bar{j},\bar{k}$ найти матрицы следующих операторов:

а) $L\bar{x}=[\bar{i},[\bar{j},x]]$, b) L – оператор отражения вектора от плоскости xOz.

3.2. В пространстве многочленов степени $\le n$ найти матрицы операторов:

а) $L=\dfrac{d}{dx}$; b) $L=x\dfrac{d^2}{dx^2}+1$.

3.3. Найти собственные значения и собственные векторы матриц:

а) $\begin{pmatrix}2 & -1 & 2\\ 5 & -3 & 2\\ -1 & 0 & -2\end{pmatrix}$; b) $\begin{pmatrix}0 & 1 & 0\\ -4 & 4 & 0\\ -2 & 1 & 2\end{pmatrix}$.

3.4. Найти собственные значения и собственные функции оператора $L=\dfrac{d^2}{dx^2}$ в пространстве:

а) $V=\{y=y(x)\,|\,y(0)=y'(\pi)=0\}$; b) $V=\{y=y(x)\,|\,y(0)=0;\ y'(1)=y(1)\}$.

4. Пространства со скалярным произведением

4.1. Подсчитать нормы и «косинус угла» между x^n и x^m в пространстве функций со скалярным произведением:

а) $(f,q)=\int_0^1 f(x)q(x)dx$; b) $(f,q)=\int_0^\infty f(x)q(x)e^{-x}dx$.

4.2. Выписать три первых члена результата ортогонализации системы $1,x,x^2,x^3,\ldots$ относительно скалярного произведения $(f,q)=\int_{-1}^1 f(x)q(x)dx$.

4.3. Проверить ортогональность системы функций $\sin\lambda_1 x,\sin\lambda_2 x,\sin\lambda_3 x,\ldots$ относительно $(f,q)=\int_0^1 f(x)q(x)dx$. Здесь $\lambda_1,\lambda_2,\lambda_3,\ldots$ – положительные корни уравнения $\mathrm{tg}\lambda=\lambda$.

4.4. В пространстве функций $V=\{y=y(x)/\ y(0)=0, y'(1)=0\}$ со скалярным произведением $(f,q)=\int_0^1 f(x)q(x)dx$ найти сопряженный оператор к L, если:

а) $L=\frac{d}{dx}$; b) $L=\frac{d^2}{dx^2}$.

5. Дифференциальные уравнения

5.1. Найти общее решение следующих уравнений:

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=u$; b) $\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}=\frac{\partial u}{\partial x}$; c) $\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}=\frac{\partial u}{\partial x}\cdot\frac{\partial u}{\partial y}$.

5.2. Найти частные решения следующих уравнений:

а) $z_x=\frac{1}{2}z_y^2,\ z\big|_{x=0}=\frac{1}{2}y^2$; b) $z_x z_y=1,\ z\big|_{y=x}=2$.

6. Вариационное исчисление

6.1. Описать форму линии $y=y(x)$, при вращении которой вокруг оси x–ов получается поверхность наименьшей площади.

6.2. Найти форму тяжелой цепи, подвешенной в концевых точках.

6.3. На конусе $x^2+y^2=az^2$ найти линию наименьшей длины, соединяющую точки $(b,\pm c,z_0)$.

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

12.2.1 Типовые теоретические вопросы для экзамена в пятом семестре:

1. Системы линейных уравнений. Размерности и базис пространства решений.
2. Линейный оператор. Взаимно однозначное соответствие между матрицами и операторами.

3. Квадратичная форма. Инвариантность определения.

4. Алгоритм приведения квадратичной формы к каноническому виду.

5. Квазилинейные дифференциальные уравнения первого порядка в частных производных.

6. Классификация линейных уравнений с частными производными второго порядка посредством соответствующей квадратичной формы.

7. Замена переменной для приведения гиперболического, параболического и эллиптического уравнений к каноническому виду.

8. Метод характеристик

9. Математическое описание процессов, изучаемых методами математической физики.

10. Вывод и постановка краевых задач для уравнений колебаний и теплопроводности.

11. Вынужденные поперечные колебания.

12. Продольные колебания (колебания пружины)

13. Теплопроводность в бесконечном стержне.

14. Метод Фурье для уравнения колебаний.

15. Метод Фурье для уравнения теплопроводности.

16. Уравнение Лапласа. Постановка краевых задач.

17. Метод функции Грина для задачи Дирихле.

12.2.2 Типовые тесты для экзамена в пятом семестре:

1. Верны ли утверждения?

А) У задачи Коши для уравнения поперечных колебаний струны с начальными и граничными условиями существует единственное решение.

Б) Уравнение продольных колебаний имеет эллиптический тип.

а) А – нет, Б – нет б) А – да, Б – нет в) А – нет, Б – да г) А – да, Б – да

2. Верны ли утверждения?

А) Уравнение $(U_{xx})-(U_{yy})+U_{zz}=0$ имеет второй порядок.

Б) Уравнение $x^2(U_x)-y^2(U_y)-z(U_z)=0$ имеет второй порядок.

а) оба неверны б) оба верны в) А) – верно, Б) – неверно г) А) – неверно, Б) – верно

3. Краевая задача

$DU=0,\ \left.\frac{\partial U}{\partial n}\right|_{\Gamma=g(S)},\ S\subset\Gamma$ называется

а) третьей краевой задачей б) задачей Штурма – Лиувилля

в) задачей Дирихле г) задачей Неймана

4. Укажите, какие утверждения верны

А) Собственные функции, соответствующие различным собственным значениям, образуют линейно зависимую систему функций

Б) Собственные значения задачи Штурма – Лиувилля действительные

а) А) – да, Б) – нет б) А) – да, Б) – да в) А) – нет, Б) – нет г) А) – нет, Б) – да

5. Верны ли утверждения?

А) Начальные условия для волнового уравнения – совокупность двух условий

$U\big|_{t=0} = \varphi(x),\ \left.\dfrac{\partial U}{\partial t}\right|_{t=0} = \Psi(x)$, где $\varphi(x)$ и $\Psi(x)$ – заданные функции

Б) Начальные условия для уравнения теплопроводности – совокупность двух условий

$U\big|_{t=0} = \varphi(x),\ \left.\dfrac{\partial U}{\partial t}\right|_{t=0} = \Psi(x)$, где $\varphi(x)$ и $\Psi(x)$ – заданные функции

Подберите правильный ответ

а) А) – нет, Б) – да б) А) – да, Б) – да в) А) – да, Б) – нет г) А) – нет, Б) – нет

6. Начально-краевая задача для волнового уравнения в одномерном случае имеет вид

а) $U_{tt} = a^2 U_{xx},\ U\big|_{t=0} = j(x),\ U_t\big|_{t=0} = Y(x),\ U\big|_{x=0} = 0,\ U\big|_{x=l} = 0$

б) $U_t = a^2\left(U_{xx} + U_{yy} + U_{zz}\right),\ U\big|_{t=0} = j(x,y,z),\ U\big|_{\Omega} = g(S,t),\ S \subset W$

в) $U_t = a^2\left(U_{xx} + U_{yy} + U_{zz}\right),\ U\big|_{t=0} = j(x,y,z),\ U_t\big|_{t=0} = Y(x,y,z),\ U\big|_{\Omega} = g(S,t),\ S \subset W$

г) $U_{tt} = a^2\left(U_{xx} + U_{yy}\right),\ U\big|_{t=0} = j(x,y),\ U_t\big|_{t=0} = Y(x,y),\ U\big|_{\Gamma} = g(S,t),\ S \subset \Gamma$

12.2.2 Типовые тесты для зачёта в шестом семестре:

1. Укажите, какие утверждения верны

А) Функция Хэвисайда $r(t) = \dfrac{1}{\sqrt{2\pi}}\left(\dfrac{1}{is+a}\right)$

Б) Свойства свертки для функций $f(x)$ и $g(x)$, $-\infty < x < \infty$ справедлива формула $F[f,g] = F[f]\cdot F[g]$

а) А) – да, Б) - да

б) А) – нет, Б) - да

в) А) – да, Б) - нет

г) А) – нет, Б) – нет

2. Верны ли утверждения?

А) При решении задачи Коши для уравнения теплопроводности можно использовать метод Фурье

Б) При решении волнового уравнения можно использовать метод характеристик

Подберите правильный ответ

а) А) – нет, Б) – да б) А) – нет, Б) – нет в) А) – да, Б) – нет г) А) – да, Б) – да

3. Уравнение

$U_{xx} + U_{yy} = 0$

описывающее стационарное распределение температуры – это уравнение

a) эллиптического типа
b) смешанного типа
c) параболического типа
d) гиперболического типа

4. Функция называется гармонической, если она является решением уравнения

a) $U_{xx} - U_{yy} = 0$
b) $U_{xx} + U_{yy} = 0$
c) $U_x - U_y = 0$

5. Уравнения параболического типа должны дополняться

1. значениями искомой функции и ее первой производной в начальный момент времени, а также граничными условиями
2. значениями искомой функции в начальный момент времени, а также граничными условиями
3. граничными условиями
4. значениями первой производной искомой функции в начальный момент времени, а также граничными условиями
5. правильного ответа нет

6. Условия трансверсальности используются

а) в задачах с закрепленными границами
б) в задачах с подвижными границами
в) во всех простейших задачах вариационного исчисления

7. К обобщениям простейшей задачи вариационного исчисления не относятся

а) функционалы, зависящие от производных высших порядков
б) функционалы, зависящие от нескольких функций
в) функционалы, зависящие от частных производных

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИЯЭиТФ

_____

“____”_____202__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

«_____»

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров
Направление: {шифр – название}_____
Направленность:_____
Форма обучения _____
Год начала подготовки:_____

Курс ____
Семестр ___
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): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
«__»_____2021_г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____
_____ протокол № _____ от «__» _____2021__г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой *(наименование)* _____«__» _____ 2021_г.

Методический отдел УМУ:_____ «__» _____2021_ г.