

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

---

---

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)  
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:

\_\_\_\_\_ Мякиньков А.В.  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО  
“\_10\_” 06 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.4 Обобщенные решения дифференциальных уравнений**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки : 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность: Математическое моделирование

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра ПМ

Кафедра-разработчик ПМ

Объем дисциплины 108/3  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Горохова И.В., к.ф.-м.н., доцент

2021г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 г. № 13 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 03.12.2020 № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 4.06.21 № 9/1  
Зав. кафедрой д.ф.-м.н, профессор Куркин А.А. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, Протокол от 10.06.2021 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ \_\_\_\_\_ № 01.04.02-П-4  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина

(подпись)

## 1. Оглавление

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Цель освоения дисциплины:.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	7
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам .....	8
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>14</b>
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	14
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
6.1. Учебная литература.....	17
6.2. Справочно-библиографическая литература.....	17
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	17
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>17</b>
7.1. Перечень информационных справочных систем .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	18
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>20</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>20</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>20</b>
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
10.5. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>23</b>
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ .....	23
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	25
11.1.3. Методические указания к курсовому проектированию .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
11.1.4. Защита курсового проекта/ работы.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цель освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является изучение обобщенных формулировок некоторых основных краевых задач в виде вариационных равенств и соответствующих им вариационных принципов, исследуются вопросы разрешимости рассматриваемых задач.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- приведение основных краевых задач математической физики к обобщенным формулировкам;
- вычислить обобщённые производные;
- пользоваться теоремами вложения;
- выводить априорные оценки.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.4 «Обобщенные решения дифференциальных уравнений» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объеме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Обобщенные решения дифференциальных уравнений» являются Математический анализ, Специальные главы математического анализа, Дифференциальные уравнения, Физика, Уравнения математической физики, Вариационное исчисление, Функциональный анализ.

Рабочая программа дисциплины «Обобщенные решения дифференциальных уравнений» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Таблица 1.1- Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины			
	1	2	3	4
<b>ОПК-1</b>				
Современные проблемы прикладной математики и информатики				
Обобщенные решения дифференциальных уравнений				
Методы исследования операций				
Выполнение и защита ВКР				
<b>ОПК-2</b>				
Обобщенные решения дифференциальных уравнений				
Нелинейная динамика				
Методы исследования операций				
Выполнение и защита ВКР				

#### 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 решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ИОПК-1.2. Обладает знанием современных методов решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики и применяет их в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> - основные понятия и теоремы курса; - обобщённые формулировки основных типов краевых задач математической физики, применяемых для построения математических моделей; принципы построения приближённых решений;	<b>Уметь:</b> - вычислить обобщённые производные; - пользоваться теоремами вложения; - выводить априорные оценки; - строить галерkinские приближения и анализировать условия их сходимости;	<b>Владеть:</b> – способами оценки сходимости приближенных решений; - понятийным аппаратом курса «Обобщённые решения дифференциальных уравнений»; – методами вывода априорных оценок; приёмами построения приближенных решений	Домашнее задание	Вопросы для устного собеседования: билеты (24 билета)
ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ИОПК-2.1. Понимает современные математические методы решения прикладных задач.	<b>Знать:</b> Концептуальные модели решаемых задач, формулируемых с помощью обобщённых дифференциальных уравнений	<b>Уметь:</b> использовать математический аппарат для оперирования непрерывными моделями математическими моделями при решении актуальных научных задач	<b>Владеть:</b> взаимосвязями элементов непрерывных моделей в рамках рассматриваемых научных проблем	Домашнее задание	Вопросы для устного собеседования: билеты (24 билета)

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 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 час.	В т.ч. по семестрам	
		№ сем 2	
<b>Формат изучения дисциплины</b>		с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	
<b>1.1 Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	
занятия лекционного типа (Л)	17	17	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	17	17	
лабораторные работы (ЛР)			
<b>1.2 Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	4	4	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	
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.)			
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 5 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
2 семестр													
ОПК-1 ОПК-2	Раздел 1. Пространства Соболева	Тема 1.1 Обобщенные производные	2		6	7	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу 7.1.1 (с. 112-122); - проработка лекционного материала; - выполнение домашних заданий	Домашнее задание					
		Тема 1.2. Пространства Соболева	1,5		0,5	3	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу	Домашнее задание					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
						су 7.1.1 (с. 122-136); - проработка лекционного материала; - выполнение домашних заданий			
	<b>Тема 1.3.</b> Концепция следов функций из пространств С.Л. Соболева на границах области	1,5		0,5	2	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу 7.1.1 (с. 136-144); - проработка лекционного материала; - выполнение домашних заданий	Домашнее задание		
ОПК-1 ОПК-2	<b>Раздел 2. Абстрактный вариационный принцип для квадратичного функционала в гильбертовом пространстве</b>								
	<b>Тема 2.1.</b> Абстрактный вариационный принцип для квадратичного функционала в гильбертовом пространстве	2		0	2	- чтение основной и дополнительной литературы	Домашнее задание		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)					
							туры, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - выполнение домашних заданий			
	<b>Тема 2.2.</b> Вариационное равенство и теорема Лакса-Мильграма	1,5		0,5	2		чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - выполнение домашних заданий	Домашнее задание		
	<b>Тема 2.3.</b> Метод Ритца	1,5		0,5	2		чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка	Домашнее задание		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
							лекционного материала; - выполнение домашних заданий		
ОПК-1 ОПК-2	Раздел 3. Обобщенные решения уравнений эллиптического типа								
	Тема 3.1. Обобщенная формулировка задачи Дирихле для уравнения Пуассона. Теорема о существовании и единственности обобщенного решения задачи Дирихле. Вариационная формулировка задачи	1		1	2		- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу 7.1.1 (с. 170-175); - проработка лекционного материала; - выполнение домашних заданий	Домашнее задание	
	Тема 3.2. Обобщенная проблема собственных значений для задачи Дирихле. Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона	2		3	4		- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу 7.1.1 (с. 175-190);	Домашнее задание	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)					
							- проработка лекционного материала; - выполнение домашних заданий			
	<b>Тема 3.3.</b> Задача Неймана для уравнения Пуассона. Обобщенная формулировка задачи. Теорема о существовании и единственности решения вспомогательной задачи. Теорема о разрешимости задачи Неймана	2		2	4		- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - выполнение домашних заданий	Домашнее задание		
ОПК-1 ОПК-2	<b>Тема 3.4.</b> Обобщенная проблема собственных значений для задачи Дирихле. Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона	2		3	4		- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного ма-	Домашнее задание		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
							териала; - выполнение домашних заданий		
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17</b>		<b>17</b>	<b>32</b>				

## **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 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 хранятся на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н.Новгород, ул. Минина, 24.

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

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации знаний.

Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен/ Зачет с оценкой</b>	<b>Зачет</b>
40<R≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по пятибалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» либо «зачет», «незачет».

.

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

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>			
		<b>Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля</b>	<b>Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля</b>
ОПК-1. Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ИОПК-1.2. Обладает знанием современных методов решения актуальных задач фундаментальной и прикладной математики и применяет их в профессиональной деятельности.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание основ обобщенных решений дифференциальных уравнений, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по обобщенным решениям дифференциальных уравнений. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора опимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных методов решения прикладных задач	ИОПК-2.1. Понимает современные математические методы решения прикладных задач.	<p>Изложение учебного материала бессистемное, неполное.</p> <p>Непонимание основ обобщенных решений дифференциальных уравнений, что препятствует усвоению последующего материала</p>	<p>Фрагментарные, поверхностные знания по обобщенным решениям дифференциальных уравнений.</p> <p>Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений</p>	<p>Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора опимальных способов их достижения.</p>	<p>Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании</p>
--	--	--	---	--	--

**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.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Учебная литература

7.1.1 Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных : Учеб.пособие / В.П. Михайлов. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Наука.Гл.ред.физ.-мат.лит., 1983. - 424 с. - 1-20.

### 7.2. Справочно-библиографическая литература.

— *учебники и учебные пособия*

7.2.1 Владимиров В.С. Уравнения математической физики : Учебник для вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. - 2-е изд.,степ. - М. : Физматлит, 2003. - 400 с. : ил. - Библиогр.:с.399. - ISBN 5-9221-0310-5 : 159-00.

7.2.2 Люстерник Л.А. Краткий курс функционального анализа : Учеб.пособие / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. - СПб. : Лань, 2009. - 272 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предм.указ.:с.268-271. - Библиогр.:с.267. - ISBN 978-5-81140976 : 346-50.

7.2.3 Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа : Учебник / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. - 7-е изд. - М. : Физматлит, 2004. - 572 с. - (Классический университетский учебник). - Предм.указ.:с.548-567. - Библиогр.:с.568-570. - ISBN 5-9221-0266-4 : 204-00.

### 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

7.3.1 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/umy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/umy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20). Дата обращения 23.09.2015.

7.3.2 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/umy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samocet\\_rab.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/umy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samocet_rab.pdf)?20.

7.3.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г.

pec:[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/umy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatijsprimeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/umy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatijsprimeneniem-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).

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)**

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

### **8.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Таблица 7. Перечень электронных библиотечных систем

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

**8.1. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины**

Таблица 8. Программное обеспечение

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
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)	

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

В таблице 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.

**Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>

<b>3</b>	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
<b>4</b>	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
<b>5</b>	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
<b>6</b>	Информационно-справочная система «Техсперт»	доступ из локальной сети

## **8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице **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. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
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

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

## **9. 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.

*В таблице 11 перечислены:*

*- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;*

-помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

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

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
			<b>1</b> <b>2</b> <b>3</b>
1	<b>6421</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12	Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19" – 1шт. • Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; • Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)</li> <li>Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3);</li> <li>Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);</li> <li>Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0)</li> <li>Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);</li> <li>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).</li> </ul>
	<b>6543</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12	• Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе Intel-CoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 11 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14);</li> <li>Microsoft Office (лицензия № 43178972);</li> <li>Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135);</li> <li>Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);</li> <li>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)</li> <li>КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);</li> <li>Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3)</li> </ul>

## **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, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G;

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

На лекциях, 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: электронная почта, ZOOM.

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.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и зачета с учетом текущей успеваемости.

## **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 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.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических работах**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой практических занятий является решение задач и разбор примеров.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- умение решать типовые задачи;
- 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.

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям (темы докладов/сообщений)

1. Пусть  $\Omega$  - интервал  $(-1,1)$ . Доказать, что функция  $U(x) = |x|$  имеет обобщенную производную

$$U'(x) = \operatorname{sign} x = \begin{cases} -1, & x < 0 \\ 0, & x = 0 \\ 1, & x > 0. \end{cases}$$

2. Пусть  $\Omega$  - интервал  $(-\pi, \pi)$ ,  $\theta(x)$  – функция Хевисайда. Доказать, что функция

$$U(x) = \theta(x) \sin x \text{ имеет производную } U'(x) = \theta(x) \cos x.$$

3. Пусть  $\Omega$  - интервал  $(-\infty, \infty)$ . Доказать, что функция  $U(x) = 1 + \theta(x)x + \theta(x-1)(x^2 - x)$  имеет обобщенную производную  $U'(x) = \theta(x) + \theta(x-1)(2x-1)$ .
4. Пусть  $\Omega$  - интервал  $(-\infty, \infty)$ . Доказать, что функция  $U(x) = \theta(x+1)(x+1)^2 - 2x\theta(x)$  имеет обобщенную производную  $U'(x) = 2\theta(x+1)(x+1) - 2\theta(x)$ .
5. Пусть  $\Omega$  - интервал  $(-\infty, \infty)$ . Доказать, что функция  $U(x) = \theta(x+1)(x+1)^2 - 2x\theta(x)$  имеет обобщенную производную  $U'(x) = 2\theta(x+1)(x+1) - 2\theta(x)$ .

6. Пусть  $\Omega$  - интервал  $(-\infty, \infty)$ . Доказать, что функция  $U(x) = \theta(\pi - |x|) \sin x$  имеет обобщенную производную  $U'(x) = \theta(\pi - |x|) \cos x$ .

7. Пусть  $\Omega$  - интервал  $(-\infty, \infty)$ . Доказать, что функция  $U(x) = \theta(\pi - |x|) |\sin x|$  имеет обобщенную производную  $U'(x) = \operatorname{sign} x \theta(\pi - |x|) \cos x$ .

8. Пусть  $\Omega$  - интервал  $(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$ . Доказать, что функция  $U(x) = |\operatorname{tg} x|$  имеет обобщенную производную  $U'(x) = \frac{\operatorname{sign} x}{\cos^2 x}$ .

15. Можно ли в линейном пространстве дважды непрерывно дифференцируемых на  $[a, b]$  функций принять за норму элемента  $x(t)$ :  $|x(a)| + |x'(a)| + \|x''\|_{C[a, b]}$ ?

16. Можно ли в линейном пространстве дважды непрерывно дифференцируемых на  $[a, b]$  функций принять за норму элемента  $x(t)$ :  $\|x''\|_{C[a, b]} + \|x\|_{\tilde{L}_2[a, b]}$ ?

17. Можно ли в линейном пространстве дважды непрерывно дифференцируемых на  $[a, b]$  функций принять за норму элемента  $x(t)$ :  $|x(a)| + |x(b)| + \|x''\|_{C[a, b]}$ ?

18. Можно ли в линейном пространстве дважды непрерывно дифференцируемых на  $[a, b]$  функций принять за норму элемента  $x(t)$ :  $|x(a)| + \|x'\|_{C[a, b]} + \|x''\|_{\tilde{L}_2[a, b]}$ ?

19. Можно ли в линейном пространстве непрерывно дифференцируемых на  $[a, b]$  функций принять за норму элемента  $x(t)$ :  $\max_{t \in [a, b]} |x(t)|$ ?

20. Можно ли в линейном пространстве непрерывно дифференцируемых на  $[a, b]$  функций принять за норму элемента  $x(t)$ :  $\max_{t \in [a, b]} |x'(t)|$ ?

21. Можно ли в линейном пространстве непрерывно дифференцируемых на  $[a, b]$  функций принять за норму элемента  $x(t)$ :  $|x(b) - x(a)| + \max_{t \in [a, b]} |x'(t)|$ ?

22. Можно ли в линейном пространстве непрерывно дифференцируемых на  $[a, b]$  функций принять за норму элемента  $x(t)$ :  $|x(a)| + \max_{t \in [a, b]} |x'(t)|$ ?

23. Можно ли в линейном пространстве непрерывно дифференцируемых на  $[a, b]$  функций принять за норму элемента  $x(t)$ :  $\int_a^b |x(t)| dt + \max_{t \in [a, b]} |x'(t)|$ ?

27. В линейном пространстве вещественных, непрерывно дифференцируемых на  $[a, b]$  функций положим  $\|x\| = \left\{ \int_a^b [x^2(t) + (x'(t))^2] dt \right\}^{\frac{1}{2}}$ . Проверить аксиомы нормы.

28. В пространстве  $l_2$  с нормой  $\|x\| = \sqrt{\sum_{i=1}^{\infty} \xi_i^2}$  пусть  $L$  подпространство элементов вида  $x = \{\xi_1, \xi_2, \xi_3, 0, 0, \dots\}$ . Найти элемент наилучшего приближения для элемента  $z = \left\{1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots\right\}$ .

29. Пусть  $H^1(a, b)$  это пространство со скалярным произведением  $(x(t), y(t)) = \int_a^b [x(t)y(t) + x'(t)y'(t)] dt$ .  
Доказать, что для подпространства  $H^1(a, b) = \{x(t) \in H^1(a, b) : x(a) = x(b) = 0\}$  ортогональное подпространство  $[H^1(a, b)]^\perp$  представляет собой двумерное подпространство функций вида  $y(t) = \alpha e^t + \beta e^{-t}$ .

30. Доказать, что для множества  $M = \{x(t) \in H^1(a, b) : \int_a^b x(t) dt = 0\}$  ортогональным дополнением в пространстве  $H^1(a, b)$  будет множество констант.

31. Доказать, что для множества  $M_0 = \{x(t) \in \tilde{L}_2(a, b) : \int_a^b x(t) dt = 0\}$  ортогональным дополнением в пространстве  $\tilde{L}_2(a, b)$  будет множество констант.

32. Пусть  $M$  – замкнутое выпуклое множество в гильбертовом пространстве  $H$ . Доказать, что в  $M$  существует и единственен элемент с наименьшей нормой.

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

- обсуждение теоретических вопросов;
- решение типовых задач;
- экзамен.

### **11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена**

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Обобщённая производная.
2. Пространства Соболева С.Л.
3. Концепция следов функций из пространств С.Л. Соболева на границах области
4. Неравенства Фридрихса-Пуанкаре
5. Абстрактный вариационный принцип для квадратичного функционала в гильбертовом пространстве
6. Вариационное равенство и теорема Лакса-Мильграма
7. Метод Ритца
8. Обобщенная формулировка задачи Дирихле для уравнения Пуассона
9. Теорема о существовании и единственности обобщенного решения задачи Дирихле
10. Вариационная формулировка задачи Дирихле для уравнения Пуассона
11. Обобщенная проблема собственных значений для задачи Дирихле. Формулировка проблемы
12. Обобщенная проблема собственных значений для задачи Дирихле. Действительность собственных значений
13. Обобщенная проблема собственных значений для задачи Дирихле. Ортогональность собственных функций, соответствующих различным собственным значениям. Положительность собственных значений
14. Обобщенная проблема собственных значений для задачи Дирихле. Счетность собственных значений и собственных функций
15. Обобщенная проблема собственных значений для задачи Дирихле. Теорема Гильберта-Шмидта и полнота системы собственных функций
16. Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона
17. Обобщенная формулировка задачи Неймана для уравнения Пуассона
18. Вспомогательная задача задачи Неймана для уравнения Пуассона
19. Теорема о существовании и единственности решения вспомогательной задачи
20. Теорема о разрешимости задачи Неймана
21. Обобщенная проблема собственных значений для задачи Неймана. Формулировка проблемы
22. Обобщенная проблема собственных значений для задачи Неймана. Свойства собственных функций
23. Обобщенная проблема собственных значений для задачи Неймана. Теорема Гильберта-Шмидта и полнота системы собственных функций
24. Решение задачи Неймана для уравнения Пуассона

### **Типовые билеты экзамена**

Приведены два типовых экзаменационных билета. Полный комплект содержит 24 экзаменационных билета и находится у преподавателя, ведущего лекции для студентов направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**им. Р.Е.Алексеева**

---

---

Кафедра «Прикладная математика»  
Дисциплина **Обобщенные решения дифференциальных уравнений**

**БИЛЕТ №**

1. Пусть  $\Omega$  - интервал  $(-\infty, \infty)$ . Доказать, что функция  $U(x) = \theta(\pi - |x|) |\sin x|$  имеет обобщенную производную  $U'(x) = \text{sign } x \theta(\pi - |x|) \cos x$ .
2. Обобщенная формулировка задачи Дирихле для уравнения Пуассона

Зав. кафедрой  
Экзаменатор

профессор А.А.Куркин  
доцент И.В.Горохова

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**им. Р.Е.Алексеева**

---

---

Кафедра «Прикладная математика»  
Дисциплина **Обобщенные решения дифференциальных уравнений**

**БИЛЕТ №**

1. Доказать, что не существует обобщенной производной для функции  $u(x) = \text{sign}(x)$  в  $\Omega = (-1, 1)$ .
2. Решение задачи Неймана для уравнения Пуассона

Зав. кафедрой  
Экзаменатор

профессор А.А.Куркин  
доцент И.В.Горохова

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации размещён на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н.Новгород, ул. Минина, 24 и находится в свободном доступе.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИРИТ

“ \_\_\_\_ ” 201 \_\_\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

« \_\_\_\_\_ »

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: \_\_

Направленность: Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Форма обучения \_\_ очная \_\_\_\_\_

Год начала подготовки: \_\_\_\_\_

Курс \_\_

Семестр \_\_

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2019 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 ПМ

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_ 2021 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ПМ \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_ 2021 \_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_ 2021 \_\_ г.