

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 11.01.2024 12:36:52  
Уникальный программный ключ:  
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Информационных технологий и цифровой трансформации  
Кафедра Прикладной математики и программирования

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Дифференциальные уравнения в частных производных

Уровень образования	бакалавриат
Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль)	Системное программирование и компьютерные технологии
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Дифференциальные уравнения в частных производных» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 6 от 14.02.2023 г.

Разработчики рабочей программы учебной дисциплины:

1. Преподаватель А.Т. Костоев
  2. Доцент А.М. Романенков
- Заведующий кафедрой: О.П. Новиков

## **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Учебная дисциплина «Дифференциальные уравнения в частных производных» изучается в пятом семестре.

Курсовая работа не предусмотрена.

### **1.1. Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен

### **1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП**

Учебная дисциплина «Дифференциальные уравнения в частных производных» относится к обязательной части программы.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам:

- Математический анализ. Дифференциальные исчисления;
- Математический анализ. Интегральные исчисления и теория рядов;
- Теория вероятностей и математическая статистика;
- Дифференциальные уравнения.

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и практик:

- Технологии больших данных.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при прохождении производственной практики и (или) выполнении выпускной квалификационной работы.

## **2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Целями изучения дисциплины «Дифференциальные уравнения в частных производных» являются:

- изучение методов решения и исследования качественного поведения решений дифференциальных уравнений, составляющих основу математических моделей различных теоретических и практических задач;
- формирование навыков математического исследования прикладных вопросов и умения перевести инженерную задачу на математический язык;
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ИД-ОПК-2.1 Анализ методов решения задач прикладной математики в профессиональной деятельности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Знает определения основных понятий теории дифференциальных уравнений.</li> <li>– Знает примеры приложения теории дифференциальных уравнений к инженерным и естественнонаучным задачам.</li> <li>– Решает основные типы дифференциальных уравнений.</li> <li>– Знает доказательства основных теорем теории дифференциальных уравнений.</li> <li>– Строит фазовые портреты дифференциальных уравнений.</li> <li>– Исследует качественные свойства дифференциальных уравнений.</li> <li>– Демонстрирует навыки численного решения дифференциальных уравнений.</li> </ul>
	ИД-ОПК-2.3 Использование математического аппарата при реализации алгоритмов решения прикладных задач	
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИД-ОПК-3.1 Анализ и использование математических моделей для решения актуальных задач прикладной математики и информатики	

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	4	з.е.	144	час.
---------------------------	---	------	-----	------

#### 3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий

Структура и объем дисциплины									
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час		
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
5 семестр	экзамен	144	34	34				40	36
Всего:		144	34	34				40	36

## 3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины:

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
ОПК-2 ИД-ОПК-2.1 ИД-ОПК-2.3	<b>5 семестр</b> Тема 1. Введение в теорию дифференциальных уравнений	4				3	Формы текущего контроля: – контрольная работа №1.
ОПК-3 ИД-ОПК-3.1	Тема 2 Простейшие примеры дифференциальных уравнений первого порядка	4				3	
	Тема 3 Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения	4				3	
	Тема 4 Линейные дифференциальные уравнения n-ого порядка	4				3	
	Практическое занятие №1 Введение в теорию дифференциальных уравнений		4			3	
	Практическое занятие №2 Простейшие примеры дифференциальных уравнений первого порядка		4			3	
	Практическое занятие №3 Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения		4			3	
	Практическое занятие №4 Линейные дифференциальные уравнения n-ого порядка		4			3	
	Тема 5 Нормальные автономные системы дифференциальных уравнений и устойчивость по Ляпунову	4				3	
	Тема 6 Примеры разностных уравнений	4				3	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Тема 7 Методы решений разностных уравнений	4				3	
	Тема 8 Линейные и квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка	4				3	
	Тема 9 Классификация линейных дифференциальных уравнения в частных производных второго порядка. Их применение для решения физических задач	2				3	
	Практическое занятие №5 Системы обыкновенных дифференциальных уравнений		4			3	
	Практическое занятие №6 Нормальные автономные системы дифференциальных уравнений и устойчивость по Ляпунову		4			3	
	Практическое занятие №7 Примеры разностных уравнений		4			3	
	Практическое занятие №8 Методы решений разностных уравнений		2			3	
	Практическое занятие №9 Линейные и квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка		2			5	
	Практическое занятие №10 Классификация линейных дифференциальных уравнения в частных производных второго порядка. Их применение для решения физических задач		2			5	
	Экзамен	х	х	х	х	40	Экзамен по билетам
	<b>ИТОГО за четвертый семестр</b>	<b>36</b>	<b>36</b>			<b>40</b>	
	<b>ИТОГО за весь период</b>	<b>36</b>	<b>36</b>			<b>40</b>	

## 3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
Тема 1	Введение в теорию дифференциальных уравнений	Понятие дифференциального уравнения. Примеры моделей, приводящих к дифференциальным уравнениям.
Тема 2	Простейшие примеры дифференциальных уравнений первого порядка	Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Уравнения, сводящиеся к однородным. Линейное уравнение 1-го порядка. Уравнение Бернулли. Уравнение в полных дифференциалах. Методы понижения порядка для уравнений порядка выше первого.
Тема 3	Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения	Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения
Тема 4	Линейные дифференциальные уравнения n-ого порядка	Общие свойства таких уравнений. Линейно зависимые и независимые функции. Определитель Вронского. Структура общего решения линейного однородного дифференциального уравнения n-ого порядка. Структура общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения n-ого порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения n-ого порядка с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Вид общего решения для различных типов корней. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n-ого порядка. Структура общего решения. Метод вариации произвольных постоянных. Структура частного решения для линейного неоднородного дифференциального уравнения n-ого порядка с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида. Формула Остроградского-Лиувилля. Граничная задача. Теорема Штурма.
Тема 5	Системы обыкновенных дифференциальных уравнений	Определение системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Общее, частное и особое решения. Сведение нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений к дифференциальному уравнению n-ого порядка.
Тема 6	Нормальные автономные системы дифференциальных уравнений и устойчивость по Ляпунову	Понятие устойчивости по Ляпунову и асимптотической устойчивости решений дифференциальных уравнений и систем. Классификация особых точек. Основные теоремы об устойчивости. Метод функций Ляпунова. Первые интегралы автономных систем.
Тема 7	Примеры разностных уравнений	Разностные уравнения в экономике (паутинообразная модель). Линейные разностные уравнения первого порядка.
Тема 8	Методы решений разностных уравнений	Построение фундаментальной системы решений уравнения по корням характеристического уравнения. Построение частного решения

		уравнения. Методы решений разностных уравнений с постоянными коэффициентами.
Тема 9	Линейные и квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка	Линейные однородные уравнения. Задача Коши. Квазилинейные уравнения.
Тема 10	Классификация линейных дифференциальных уравнения в частных производных второго порядка. Их применение для решения физических задач	Решение задачи Коши для дифференциального уравнения второго порядка параболического типа на примере уравнения теплопроводности, формула Пуассона. Решение задачи Коши для дифференциального уравнения второго порядка гиперболического типа на примере волнового уравнения, формула Даламбера. Решение краевой задачи на примере уравнения Лапласа.

### 3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;
- выполнение контрольных работ;
- подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра.

### 3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не применяются.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

##### 4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции.

Уровни сформированности компетенций	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности общепрофессиональных компетенций
			ОПК-2: ИД-ОПК-2.1 ИД-ОПК-2.3
высокий		отлично	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения;</li> <li>– Решает основные типы дифференциальных уравнений высокого уровня сложности;</li> <li>– Демонстрирует высокий уровень построения фазовых портретов дифференциальных уравнений;</li> <li>– На высоком уровне исследует качественные свойства дифференциальных уравнений;</li> <li>– Демонстрирует высокий уровень навыков численного решения дифференциальных уравнений;</li> <li>– свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе;</li> <li>– дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.</li> </ul>
повышенный		хорошо	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия;</li> <li>– Решает основные типы дифференциальных уравнений повышенного уровня сложности;</li> <li>– Демонстрирует достаточно хороший уровень построения фазовых портретов дифференциальных уравнений;</li> <li>– На уровне выше среднего исследует качественные свойства дифференциальных уравнений;</li> <li>– Демонстрирует достаточно хороший уровень навыков численного решения дифференциальных уравнений;</li> <li>– достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе;</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>– дает ответы на поставленные вопросы, отражающие знания теоретического материала, при этом, не допуская существенных неточностей.</li> </ul>
базовый		удовлетворительно	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения образовательной программы;</li> <li>– Решает основные типы дифференциальных уравнений базового уровня сложности;</li> <li>– Демонстрирует средний уровень построения фазовых портретов дифференциальных уравнений;</li> <li>– На базовом уровне исследует качественные свойства дифференциальных уравнений;</li> <li>– Демонстрирует средний уровень навыков численного решения дифференциальных уравнений;</li> <li>– дает ответы, отражающие знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.</li> </ul>
низкий		неудовлетворительно	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материала, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;</li> <li>– не способен решать основные типы дифференциальных уравнений высокого уровня сложности;</li> <li>– не может строить фазовые портреты дифференциальных уравнений;</li> <li>– не способен исследовать качественные свойства дифференциальных уравнений;</li> <li>– Демонстрирует низкий уровень навыков численного решения дифференциальных уравнений;</li> <li>– дает ответы, отражающие отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.</li> </ul>

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Дифференциальные уравнения» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

## 5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
1	Контрольная работа №1	<p>Вариант №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Найти решение дифференциального уравнения с разделяющимися переменными  <math display="block">x\sqrt{1+y^2}dx + y\sqrt{1+x^2}dy = 0</math></li> <li>Решить однородное дифференциальное уравнение  <math display="block">\frac{dy}{dx} = \frac{y^2}{x^2} + 8\frac{y}{x} + 12</math></li> <li>Решить дифференциальное уравнение в полных дифференциалах  <math display="block">[\sin 2x - 2\cos(x+y)]dx - [2\cos(x+y)]dy = 0</math></li> <li>Найти решение задачи Коши для линейного уравнения  <math display="block">y' - \frac{y}{x \ln x} = x \ln x; y(e) = 0.5e^2</math></li> <li>Найти решение задачи Коши для уравнения Бернулли <math>2y' - 3y \cos x = -e^{-2x}(2 + 3\cos x)y^{-1}; y(0) = 1</math></li> </ol> <p>Вариант №2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Найти решение дифференциального уравнения с разделяющимися переменными  <math display="block">y' + \sin(x+y) = \sin(x-y)</math></li> <li>Решить однородное дифференциальное уравнение  <math display="block">\frac{dy}{dx} = \frac{2x+y-3}{2x-2}</math></li> <li>Решить дифференциальное уравнение в полных дифференциалах  <math display="block">\left( \frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}} + \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \right) dx + \left( \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}} + \frac{1}{y} - \frac{x}{y^2} \right) dy = 0</math></li> <li>Найти решение задачи Коши для линейного уравнения  <math display="block">y' \sin x - y \cos x = 1; y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0</math></li> <li>Найти решение задачи Коши для уравнения Бернулли  <math display="block">y' - y = xy^2; y(0) = 1</math></li> </ol> <p>и т.д.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
	Контрольная работа №2	<p>Вариант №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Найти решение дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами  <math display="block">y''' - 8y = 0</math></li> <li>2. Решить неоднородное дифференциальное уравнение  <math display="block">y'' - 2y' - 3y = e^{4x}</math></li> <li>3. Найти решение краевой задачи  <math display="block">y'' + y' = 1, \quad y'(0) = 0, y(1) = 1</math></li> <li>4. Решить систему уравнений  <math display="block">\begin{cases} \dot{x} = x + 2y + 16te^t \\ \dot{y} = 2x - 2y \end{cases}</math></li> </ol> <p>Вариант №2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Найти решение дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами  <math display="block">y''' + 3y'' + 3y' + y = 0</math></li> <li>2. Решить неоднородное дифференциальное уравнение  <math display="block">y'' - 3y' + 2y = x \cos x</math></li> <li>3. Найти решение краевой задачи  <math display="block">y'' - y' - 2y = \cos 4x - 2 \sin 4x, \quad y(1) = \frac{1}{2}, y'(0) = 0</math></li> <li>4. Решить систему уравнений  <math display="block">\begin{cases} \dot{x} = 5x - 3y + 2e^{3t} \\ \dot{y} = x + y + 5e^{-t} \end{cases}</math></li> </ol>
	Контрольная работа №3	<p>Вариант №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Найти общее решение линейной системы дифференциальных уравнений:  <math display="block">\begin{cases} \dot{x} = -x - 2y + 2z \\ \dot{y} = -2x - y + 2z \\ \dot{z} = -3x - 2y + 3z \end{cases}</math></li> <li>2. Решить систему дифференциальных уравнений  <math display="block">\begin{cases} \dot{x} = 2y - x + \cos t \\ \dot{y} = 4y - 3x + t^2 \end{cases}</math></li> <li>3. Решить систему дифференциальных уравнений  <math display="block">\begin{cases} \dot{x} = 3x - 2y \\ \dot{y} = 2x - y + 15e^t \sqrt{t} \end{cases}</math></li> </ol>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		<p>Вариант №2</p> <p>1. Найти общее решение линейной системы дифференциальных уравнений:</p> $\begin{cases} \dot{x} = 2x + y - z \\ \dot{y} = -x + z \\ \dot{z} = x + y \end{cases} .$ <p>2. Решить систему дифференциальных уравнений</p> $\begin{cases} \dot{x} = 3x - 2y \\ \dot{y} = 2x - y + t + e^{-t} \end{cases}$ <p>3. Решить систему дифференциальных уравнений</p> $\begin{cases} \dot{x} = -4x - 2y + \frac{2}{e^t - 1} \\ \dot{y} = 6x + 3y - \frac{3}{e^t - 1} \end{cases}$
	Контрольная работа №4	<p>Вариант №1</p> <p>1. А) Решить смешанную задачу</p> $u_{tt} = 81u_{xx}, \quad x \in (0, 4), \quad t > 0$ $u _{x=0} = 6, \quad u _{x=4} = -2$ $u _{t=0} = 6 - 2x, \quad u_t _{t=0} = 27\pi \sin 3\pi x$ <p>Б) Пусть <math>u(t, x)</math> решение предыдущей задачи. Вычислить</p> $\int_0^4 (u_t^2(t, x) + 81u_x^2(t, x)) dx$ <p>при <math>t = 5</math>.</p> <p>2. Решить смешанную задачу</p> $u_t = 16u_{xx}, \quad x \in (0, 1), \quad t > 0$ $u _{x=0} = -4, \quad u _{x=1} = -1$ $u _{t=0} = 5 \sin 2\pi x - 4 + 3x$ <p>3. Найти решение уравнения Лапласа <math>\Delta u = 0</math> в круговом секторе</p> $1 < r < 4, \quad 0 < \varphi < \frac{\pi}{3},$ <p>на границе которого искомая функция <math>u(r, \varphi)</math> удовлетворяет условиям</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		<p style="text-align: center;"><math>u _{\varphi=0} = 0 \quad u _{\varphi=\frac{\pi}{3}} = 0</math></p> <p>Вариант №2</p> <p>1. Решить смешанную задачу</p> $u_{tt} = 36u_{xx}, \quad x \in (0, 3), \quad t > 0$ $u_x _{x=0} = 0, \quad u_x _{x=3} = 0$ $u _{t=0} = 1, \quad u_t _{t=0} = 3\pi + \cos 5\pi x$ <p>2. Решить смешанную задачу</p> $u_t = \frac{1}{9}u_{xx} + 5 \cos 2t \sin 3x, \quad x \in (0, \pi), \quad t > 0$ $u _{x=0} = -3\pi, \quad u _{x=\pi} = \pi$ $u _{t=0} = 18 \sin 9x - 3\pi + 4x$ <p>3. Найти решение уравнения Лапласа <math>\Delta u = 0</math> в круговом секторе</p> $0 < r < 1, \quad 0 < \varphi < \frac{\pi}{2},$ <p>на границе которого искомая функция <math>u(r, \varphi)</math> удовлетворяет условиям</p> $u _{r=1} = \varphi \left( \frac{\pi}{2} - \varphi \right)$ $u _{\varphi=0} = 0 \quad u _{\varphi=\frac{\pi}{2}} = 0$

## 5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Контрольные работы	Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках);		5
	Продемонстрировано использование правильных методов при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них;		4
	Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в		3

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют;		
	Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы.		2

### 5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Зачет в устной форме	<p>Перечень примерных тем для устного опроса:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие дифференциального уравнения. Физические и геометрические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям.</li> <li>2. Уравнения с разделяющимися переменными.</li> <li>3. Однородные уравнения и уравнения, сводящиеся к ним.</li> <li>4. Уравнения в полных дифференциалах.</li> <li>5. Линейные дифференциальные уравнения 1-ого порядка. Уравнение Бернулли.</li> <li>6. Уравнения допускающие понижения порядка. Уравнения, не разрешенные относительно производной и методы их решения.</li> <li>7. Нормальный вид системы дифференциальных уравнений. Определение решения системы дифференциальных уравнений.</li> </ol>
Экзамен по билетам	<p>Билет №1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие дифференциального уравнения. Физические и геометрические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям.</li> <li>2. Метод Фурье для уравнения теплопроводности.</li> <li>3. Задание из контрольной.</li> </ol> <p>Билет №2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уравнения в полных дифференциалах.</li> <li>2. Линейные уравнения 2-го порядка. Физические задачи, приводящие к уравнениям второго порядка. Теоремы о 3. выпуклости решений.</li> </ol>

	<p>3. Задание из контрольной.</p> <p>Билет №3</p> <p>1. Краевые задачи для линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка. Определение краевых условий.</p> <p>2. Фундаментальная система решений и фундаментальная матрица линейной системы дифференциальных уравнений.</p> <p>3. Задание из контрольной.</p>
--	--

#### 5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Зачет: устный опрос	Обучающийся знает основные определения, последователен в изложении материала, демонстрирует базовые знания дисциплины, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.		зачтено
	Обучающийся не знает основных определений, непоследователен и сбивчив в изложении материала, не обладает определенной системой знаний по дисциплине, не в полной мере владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.		не зачтено
Экзамен: по билетам	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные;</li> <li>– свободно владеет научными понятиями;</li> <li>– свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой.</li> </ul> <p>Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.</p>		5
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу;</li> </ul>		4

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– недостаточно логично построено изложение вопроса;</li> <li>– успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой,</li> <li>– демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</li> </ul> <p>В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p>		
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки;</li> <li>– справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы.</li> </ul> <p>Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.</p>		3
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.</li> </ul> <p>на большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.</p>		2

### 5.5. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Форма контроля	100-балльная система	Пятибалльная система
Текущий контроль в четвертом семестре: контрольная работа №1 контрольная работа №2, контрольная работа №3, контрольная работа №4.		2 – 5
Промежуточная аттестация (экзамен)		отлично хорошо удовлетворительно неудовлетворительно
<b>Итого за пятый семестр (дисциплину)</b> Экзамен		

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- дистанционные образовательные технологии в случае производственной необходимости;
- применение электронного обучения в случае производственной необходимости.

## 7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий.

## 8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов.

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных

психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

<b>Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>	<b>Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>
<b>119071, г. Москва, Малая Калужская улица, дом 1</b>	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор; – проекционный экран.
аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор; – проекционный экран; – персональные компьютеры для обучающихся.
<b>Помещения для самостоятельной работы обучающихся</b>	<b>Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся</b>
читальный зал библиотеки	– компьютерная техника; подключение к сети Интернет.

### 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1	Жукова Г.С.	Дифференциальные уравнения	Учебник	М.: ИНФРА-М	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=356977">https://znanium.com/catalog/document?id=356977</a>	–
2	Родионов А.А. и др.	Дифференциальные уравнения	Учебное пособие	Красноярск : Сиб. федер. ун-т	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=379859">https://znanium.com/catalog/document?id=379859</a>	–
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Казанцева Е.В.	Дифференциальные уравнения. Фазовая плоскость	Учебное пособие	Новосибирск : Изд-во НГТУ	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=397634">https://znanium.com/catalog/document?id=397634</a>	–
2	Пантелеева А.В.	Обыкновенные дифференциальные уравнения	Учебное пособие	М.: Логос	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=367482">https://znanium.com/catalog/document?id=367482</a>	–
3	Югова Н.В.	Высшая математика. Дифференциальные уравнения	Учебно-методическое пособие	Новосибирск : Изд-во НГТУ	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=397623">https://znanium.com/catalog/document?id=397623</a>	–

## 11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» <a href="http://www.e.lanbook.com/">http://www.e.lanbook.com/</a>
2.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
4.	Образовательная платформа «Юрайт» <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
5.	Электронные ресурсы «Polpred.com Обзор СМИ» <a href="https://www.polpred.com/">https://www.polpred.com/</a>
6.	Электронные ресурсы «Национальной электронной библиотеки» («НЭБ») <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX (включенная в научный информационный ресурс eLIBRARY.RU) <a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>
2.	База данных Springer eBooks Collections издательства Springer Nature. Платформа Springer Link: <a href="https://rd.springer.com/">https://rd.springer.com/</a>
3.	Электронный ресурс Freedom Collection издательства Elsevier <a href="https://sciencedirect.com/">https://sciencedirect.com/</a>
4.	База данных научного цитирования Scopus издательства Elsevier <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
5.	База данных ORBIT IPBI (Platinum Edition) компании Questel SAS <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>
6.	База данных Web of Science компании Clarivate Analytics <a href="https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search">https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search</a>
7.	База данных CSD-Enterprise компании The Cambridge Crystallographic Data Center <a href="https://www.ccdc.cam.ac.uk/">https://www.ccdc.cam.ac.uk/</a>
8.	Научная электронная библиотека «elibrary.ru» <a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>
9.	База данных издательства SpringerNature <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a> <a href="https://www.springerprotocols.com/">https://www.springerprotocols.com/</a> <a href="https://materials.springer.com/">https://materials.springer.com/</a> <a href="https://link.springer.com/search?facet-content-type=%22ReferenceWork%22">https://link.springer.com/search?facet-content-type=%22ReferenceWork%22</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>

11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	Microsoft Visual Studio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	Matlab+Simulink	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019.

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

В рабочую программу учебной дисциплины внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

<b>№ пп</b>	<b>год обновления РПД</b>	<b>характер изменений/обновлений с указанием раздела</b>	<b>номер протокола и дата заседания кафедры</b>