

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра высшей математики и теоретической механики

Рабочая программа дисциплины

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

03.03.02 «Физика»

Направленность (профиль):

Физические исследования природных процессов

Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

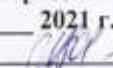
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП

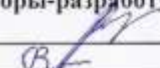
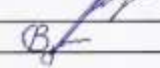
 Бобровский А.П.

Председатель УМС
 И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 мая 2021 г., протокол № 08

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
05 мая 2021 г., протокол № 10
Зав. кафедрой  Зайцева И.В.

Авторы-разработчики:

 Петрова В.В.
 Герасименко Н.И.

Санкт-Петербург 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины обеспечение теоретической и практической подготовки студентов в области методов решения различных дифференциальных уравнений и применения этих методов к решению прикладных задач

Цель освоения дисциплины – приобретение знаний, умений и владений, благодаря которым студенты смогут записывать дифференциальные уравнения, моделирующие различные прикладные задачи, и решать их.

Задачи:

Приобретение теоретической и практической подготовки студентов в области методов решения различных дифференциальных уравнений и применения этих методов к решению прикладных задач.

Освоение теоретической и практической части в области методов решения различных дифференциальных уравнений и применения этих методов к решению прикладных задач.

Формирование знаний, умений и владений, благодаря которым студенты смогут записывать дифференциальные уравнения, моделирующие различные прикладные задачи, и решать их.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» для направления подготовки 03.03.02–физика относится к дисциплинам основной части блока 1 дисциплины (модуля).

Дисциплина изучается студентами во 2 семестре, трудоемкость 108 акад.часов, 3 з.е.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить дисциплины модулей: «Линейная алгебра», «Математический анализ».

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» является базовой для освоения дисциплин «Интегральные уравнения и вариационное исчисление», «Линейные и нелинейные уравнения физики».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

УК-1, ОПК-1

Универсальные компетенции

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи. УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов.	УК-1.1 Знать: _Основы анализа задачи_____ Уметь: _Ранжировать информацию_____ Владеть: _способом поиска информации_____ УК-1.2 <u>Знать:</u> – основные понятия дисциплины Дифференциальные уравнения;

		– основные методы решения дифференциальных уравнений; <u>Уметь:</u> – решать практические задачи математическими методами дисциплины Дифференциальные уравнения; Владеть: – навыками решения дифференциальных уравнений, моделирующих различные прикладные задачи
--	--	--

Общепрофессиональные компетенции.

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Применяет основные законы математических и естественных наук для решения профессиональной деятельности. ОПК-1.2 Выявляет взаимосвязь основных законов естественных наук, общие подходы и концепции.	Знать: <u>Законы сохранения_____</u> Уметь: <u>Находить уравнения баланса_____</u> Владеть: <u>Методом расщепления_____</u>

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 4.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины 2015, 2016, 2017, 2018,2019,2020,2021	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Объем дисциплины	108		
Контактная работа с обучающимися преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42		
в том числе:	-	-	-
лекции	14		
занятия семинарского типа:			
практические занятия	28		
лабораторные занятия			
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	66		
в том числе:	-	-	-
курсовая работа			
контрольная работа			
Вид промежуточной аттестации	зачет		

4.2. Структура дисциплины

Таблица 5.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические	СРС			
1	Дифференциальные уравнения первого порядка. Задача Коши.	2	6	10	30	Письменный опрос	УК-1, ОПК-1	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1-2
2	Линейные уравнения первого порядка и уравнения Бернулли. Уравнения, допускающие понижение порядка.	2	6	10	30	Письменный опрос	УК-1, ОПК-1	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1-2
3	Нормальная система дифференциальных уравнений.	2	2	8	6	Письменный опрос	УК-1, ОПК-1	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1-2
	ИТОГО		14	28	66	зачет	-	-

4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание
Дифференциальные уравнения первого порядка. Задача Коши.	Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Дифференциальные уравнения первого порядка. Нормальная форма уравнения. Поле направлений и изоклины. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Основные классы уравнений, интегрируемых в квадратурах. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные дифференциальные уравнения и уравнения вида $y' = \frac{ax + by + c}{dx + ey + f}$.
Линейные уравнения первого порядка и уравнения Бернулли. Уравнения, допускающие понижение порядка.	Линейные уравнения первого порядка и уравнения Бернулли. Метод Бернулли и вариации произвольной постоянной. Задача Коши. Уравнения, допускающие понижение порядка. Примеры применения дифференциальных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения, однородные и неоднородные. Понятие общего решения. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида.
Нормальная система дифференциальных уравнений.	Нормальная система дифференциальных уравнений. Автономные системы. Векторная запись нормальной системы. Геометрический смысл решения. Фазовое пространство (плоскость), фазовая кривая. Системы линейных дифференциальных уравнений, свойства решений. Решение систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Дифференциальные уравнения первого порядка. Задача Коши.	10	
2	Линейные уравнения первого порядка и уравнения Бернулли. Уравнения, допускающие понижение порядка.	10	
3	Нормальная система дифференциальных уравнений.	8	

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
2. MOODLE.
3. Cloud.rshu.ru

5.1. Текущий контроль

Письменный опрос.

а). Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

Задание: решить дифференциальные уравнения.

Вариант 1.

1. $e^{x+3y} dy = x dx$; 2. $(y^2 - 3x^2) dy + 2xy dx = 0$; 3. $(1-x)(y' + y) = e^{-x}$, $y(0) = 0$;
4. $y' + y' \operatorname{tg} x = \sin 2x$; 5. $y' - 3y' + 2y = (34 - 12x)e^{-x}$.

Вариант 2.

1. $y' \sin x = y \ln y$; 2. $(x + 2y) dx - x dy = 0$; 3. $x^2 y' - 2xy = 3$; 4. $y' x \ln x = y'$;
5. $y' + y' = 2x - 1$.

Вариант 3.

1. $y' = (2x - 1) \operatorname{ctg} y$; 2. $xy' = y \ln(y/x)$; 3. $y' = 2x(1 + y)$, $y(0) = 0$;
4. $(1 - x^2) y' - xy' = 2$; 5. $y' - 2y' + 5y = 10e^{-x}$.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Решить дифференциальные уравнения.

- Вариант 1.** 1. $y' \cos x = (y + 1) \sin x$; 2. $(y^2 - 2xy) dx + x^2 dy = 0$;
3. $(x^2 + 1) y' + 4xy = 3$, $y(0) = 0$; 4. $2xy' y' = (y')^2 - 1$;
5. $y' - 2y' - 8y = 12 \sin 2x - 36 \cos 2x$.

- Вариант 2.** 1. $(1 + e^x) y dy - e^x dx = 0$; 2. $y - xy' = \frac{x}{\cos(y/x)}$;
3. $y' + y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos x}$, $y(0) = 0$; 4. $x^3 y' + x^2 y' = 1$; 5. $y' - 2y' + 5y = xe^{2x}$.

5.3 Промежуточный контроль

Решение задач

Образцы тестов, заданий

Задание: решить дифференциальные уравнения.

1. $(y^2 + 3) dx - e^x \frac{y}{x} dy = 0$;
2. $xy' - y = x \operatorname{tg}(y/x)$;

3. $y' \cos x = (y + 2 \cos x) \sin x, y(\pi/4) = 0;$
4. $y' = -x/y';$
5. $y' - 7y' + 12y = 3e^{4x}.$

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 60;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;
- максимальное количество дополнительных баллов - 5

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачет**.

Форма проведения **зачета** устный опрос по теоретическим вопросам, решение задач.

Перечень вопросов для подготовки к зачету

УК-1.

ОПК-1

1. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задача Коши. Теорема о единственности ее решения. Общее и частное решения.
2. Неполные дифференциальные уравнения.
3. Уравнения с разделяющимися переменными.
4. Однородные уравнения. Простейшие уравнения, приводящиеся к однородным.
5. Линейное дифференциальное уравнение первого порядка, его свойства.
6. Общее решение однородного линейного уравнения первого порядка. Общее решение неоднородного линейного уравнения.
7. Уравнение Бернулли.
8. Дифференциальные уравнения второго порядка, их механический и геометрический смысл. Теорема о единственности их решения. Граничная (краевая) задача. Общее и частное решение уравнений второго порядка.
9. Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка.
10. Линейные дифференциальные уравнения порядка n , их свойства.
11. Линейная независимость функций. Вронскиан. Фундаментальная система решений дифференциального уравнения.
12. Построение общего решения однородного и неоднородного линейного уравнения n -го порядка.
13. Линейное однородное уравнение порядка n с постоянными коэффициентами. Построение его решения.
14. Неоднородное линейное уравнение порядка n . Метод неопределенных коэффициентов.
15. Метод вариации произвольных постоянных для дифференциальных уравнений второго порядка.

Перечень практических заданий к зачету:

УК-1

ОПК-1

Решить дифференциальные уравнения

1. $\sin y \cos x \, dx = \cos y \sin x \, dy$;

2. $xy' = y - xe^{y/x}$;

3. $x^2 y' + xy + 1 = 0$, $y(1) = 0$;

4. $y' = y'e^y$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 1$;

5. $y' - 6y' + 10y = 51e^{-x}$.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 14.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	10
Письменный опрос	30
Зачет	30
...	
Промежуточная аттестация	30
ИТОГО	100

Таблица 15.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в НИРС*	2
Участие в Олимпиаде*	2
Активность на учебных занятиях*	1
ИТОГО	5

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 16.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Дифференциальные уравнения».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Демидович Б.П., Моденов В.П. Дифференциальные уравнения – СПб, Изд. «Лань», 2008, 288 с.
2. Матвеев Н.М. Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям– СПб, Изд. «Лань», 2008, 288 с

Дополнительная литература

1. Бугров Я.С., Никольский С.М. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. ТФКП. - М., Наука, 1985.
2. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. — М.: изд. Эдиториал УРСС, 2000.
3. Васильева А.Б. Тихонов Н.А. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах – СПб, Изд. «Лань»: Наука, 2009. 160 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
1 EqWorld

8.3. Перечень программного обеспечения
Windows, MatLab

8.4. Перечень информационных справочных систем
не используется

8.5. Перечень профессиональных баз данных
Moodle

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Аудитория для проведения лекционных и практических занятий.
2. Компьютерный класс.
3. Мультимедийный проектор.

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023
учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры высшей математики и теоретической механики
от 15.06.2022 №11