

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Дифференциальные уравнения

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Кристаллофизика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород – 2022

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к базовой части Б1.Б блока Б1 «Дисциплины (модули)», является обязательной для освоения, преподается на втором году обучения, в третьем семестре. Освоению дисциплины предшествует освоение дисциплины (модуля) «Математический анализ» в первом и втором семестрах.

Целями освоения дисциплины «Дифференциальные уравнения» являются:

- знакомство студентов с теорией дифференциальных уравнений, являющейся основой всех базовых курсов теоретической физики;
- обучение студентов основным типовым методам и приемам, необходимым при решении различных видов дифференциальных уравнений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1: Знает фундаментальные законы физики и математики, методы математического анализа и моделирования ОПК-1.2: Умеет решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетеоретических знаний ОПК-1.3: Иметь навыки применения физических законов и математических методов для решения задач профессиональной деятельности теоретического и прикладного характера	ОПК-1.1: Знание фундаментальных законов и практически ориентированных результатов дифференциальных уравнений ОПК-1.2: Умение решать задачи профессиональной деятельности на основе применения знаний в области дифференциальных уравнений ОПК-1.3: Владение навыками применения математических методов дифференциальных уравнений для решения задач профессиональной деятельности теоретического и прикладного характера	Коллоквиум Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы Задания

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4

Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация	экзамен

Содержание дисциплины «Дифференциальные уравнения»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				Самостоятельная работа в течение семестра, часы
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) в течение семестра, часы, из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Дифференциальные уравнения первого порядка. Теорема существования и единственности решения. Частное решение. Общее решение. Общий интеграл. Поле направлений, изоклины. Типы дифференциальных уравнений первого порядка и методы их решения: уравнения с разделенными и разделяющимися переменными; однородные уравнения и сводящиеся к однородным; линейные уравнения; уравнение Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Признак полного дифференциала. Интегрирующий множитель. Особые точки и особые линии. Типы особых точек. Особые решения. Огибающая однопараметрического семейства плоских кривых. Уравнение огибающей. Огибающая семейства интегральных кривых – особое решение уравнения. Изогональные	11	3	3	–	6	5

и ортогональные траектории. Метод введения параметра для уравнений, разрешенных относительно неизвестной функции и разрешенных относительно аргумента. Уравнения Лагранжа и Клеро.						
2. Дифференциальные уравнения высших порядков. Дифференциальное уравнение семейства кривых. Уравнения, допускающие понижение порядка.	11	3	3	—	6	5
3. Линейные дифференциальные уравнения. Однородные и неоднородные уравнения. Линейный оператор $L(y)$ и его свойства. Линейные однородные уравнения: теоремы о сумме решений и о комплексных решениях. Линейно-зависимые и линейно-независимые функции. Определитель Вронского и его свойства. Теорема об общем решении уравнения порядка n . Фундаментальная система решений.	11	3	3	—	6	5
4. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение и характеристический многочлен. Решение уравнения в случае действительных и комплексных корней. Решение уравнения в случае кратных корней.	12	3	3	—	6	6
5. Линейные неоднородные уравнения. Теорема об общем решении линейного неоднородного уравнения. Метод Лагранжа вариации произвольных постоянных. Уравнения с постоянными коэффициентами и со специальной правой частью. Типы решений. Теорема о форме частного решения, в случае, когда правая часть является суммой слагаемых, каждое из которых имеет специальный вид.	12	4	4	—	8	4
6. Уравнения Эйлера. Однородные уравнения Эйлера, характеристическое уравнение и общее решение. Форма решений в	12	4	4	—	8	4

случае комплексных корней и в случае кратных корней. Неоднородные уравнения Эйлера со специальной правой частью. Типы решений.						
7. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Теорема существования и единственности решения. Поведение фазовых траекторий в случае автономных и неавтономных систем. Метод сведения системы n уравнений первого порядка к одному уравнению порядка n . Системы линейных дифференциальных уравнений – основные теоремы. Структура общего решения. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Первые интегралы системы обыкновенных дифференциальных уравнений.	12	4	4	–	8	4
8. Теория устойчивости. Определение устойчивости решения дифференциального уравнения по линейному приближению. Теорема Ляпунова. Теорема Четаева. Определение устойчивости решений с помощью матрицы Гурвица.	12	4	4	–	8	4
9. Квазилинейные дифференциальные уравнения в частных производных. Решение линейного однородного уравнения. Уравнения характеристик. Квазилинейные неоднородные уравнения. Неоднородные уравнения с двумя независимыми переменными.	12	4	4		8	4
В т.ч. текущий контроль	2	2				–
Промежуточная аттестация – зачет и экзамен (36 часов)						
ВСЕГО						

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение конспектов лекций, выделенных разделов основной литературы, а также дополнительной литературы, выполнение практических заданий, отвечающих изучаемым разделам дисциплины, подготовку к промежуточной аттестации.

Перечень основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения приведен в п. 7 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации, примеры практических заданий приведены в п. 6.3 настоящей Рабочей программы дисциплины.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Теорема существования и единственности решения.
2. Поле направлений, изоклины.
3. Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными.
4. Однородные уравнения.
5. Уравнения, сводящиеся к однородным.
6. Линейные уравнения.
7. Уравнение Бернулли.
8. Признак полного дифференциала.
9. Интегрирующий множитель.
10. Особые точки и особые линии. Типы особых точек. Особые решения.
11. Уравнение огибающей.
12. Огибающая семейства интегральных кривых – особое решение уравнения.
13. Изогональные и ортогональные траектории.
14. Метод введения параметра для уравнений, разрешенных относительно неизвестной функции y .
15. Метод введения параметра для уравнений, разрешенных относительно x .
16. Уравнения Лагранжа и Клеро.
17. Дифференциальное уравнение семейства кривых.
18. Уравнения, допускающие понижение порядка.
19. Линейный дифференциальный оператор $L(y)$ и его свойства.
20. Линейные однородные уравнения: теорема о сумме решений.
21. Линейные однородные уравнения: теорема о комплексных решениях.
22. Определитель Вронского и его свойства.
23. Теорема об общем решении уравнения порядка n .
24. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод решения.
25. Характеристическое уравнение и характеристический многочлен.
26. Решение линейного однородного уравнения с постоянными коэффициентами в случае комплексных корней.
27. Решение линейного однородного уравнения с постоянными коэффициентами в случае кратных корней.
28. Теорема об общем решении линейного неоднородного уравнения.

29. Метод Лагранжа вариации произвольных постоянных.
30. Уравнения с постоянными коэффициентами и со специальной правой частью. Типы решений.
31. Теорема о форме частного решения, в случае, когда правая часть является суммой слагаемых, каждое из которых имеет специальный вид.
32. Однородные уравнения Эйлера, характеристическое уравнение и общее решение.
33. Форма решений уравнения Эйлера в случае комплексных корней и в случае кратных корней.
34. Неоднородные уравнения Эйлера со специальной правой частью. Типы решений.
35. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Поведение фазовых траекторий в случае автономных и неавтономных систем.
36. Метод сведения системы n уравнений первого порядка к одному уравнению порядка n .
37. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами.
38. Первые интегралы системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
39. Сведение задачи об устойчивости произвольного решения системы уравнений к задаче об устойчивости нулевого решения. Исследование на устойчивость по линейному приближению.
40. Определение устойчивости решений ЛОДУ с постоянными коэффициентами с помощью матрицы Гурвица.
41. Теорема Ляпунова. Теорема Четаева.
42. Решение линейного однородного уравнения в частных производных. Уравнения характеристик.
43. Линейные неоднородные уравнения в частных производных.

Задание 1.

Найти расстояние от точки $A(1, -2)$ на плоскости до прямой L , заданной уравнением $4x - 3y - 10 = 0$.

Задание 2.

Составить уравнение плоскости P , проходящей через точку $A(1, -1, 2)$ и параллельной плоскости P_0 , заданной уравнением $x = 5$.

Задание 3.

Составить уравнение плоскости, проходящей через три данные точки (если они определяют плоскость): $A(2, 1, 1)$; $B(2, 0, -1)$; $C(2, 4, 3)$.

Задание 4.

Составить уравнение прямой L , проходящей через точку $A(1, 3, 1)$ и параллельной прямой L_0 , заданной уравнениями $x = 0, z = 0$.

Задание 5.

Определить тип кривой второго порядка, заданной уравнением

$$(3x - 4y)^2 - 5(x + 2y - 1)^2 = 1$$

Задание 6.

Определить тип кривой второго порядка, заданной уравнением $17x^2 - 2xy + y^2 - 3x - y - 3 = 0$.

Задание 7.

Проверить, что кривая второго порядка, заданная уравнением

$5x^2 + xy - 4x - y - 1 = 0$ является центральной, и найти координаты центра (x_0, y_0) .

Задание 8.

Даны три вектора $\mathbf{a} (4, 1, 5)$, $\mathbf{b} (0, 5, 2)$, $\mathbf{c} (-6, 2, 3)$. Найти координаты вектора \mathbf{x} , удовлетворяющего системе уравнений $(\mathbf{x}, \mathbf{a}) = 18$, $(\mathbf{x}, \mathbf{b}) = 1$, $(\mathbf{x}, \mathbf{c}) = 1$.

Задание 9.

Точка A в плоскости (x, y) лежит на прямой $2x - 3y + 4 = 0$. Расстояние от точки A до прямой $3y = 4x$ равно 2. Найти координаты точки A .

Задание 10.

Составить в форме $Ax + By + C = 0$ уравнение биссектрисы острого угла между прямыми $x - 7y = 1$ и $x + y = -7$.

Задание 11.

Дана гипербола $100x^2 - 36y^2 = 1$. Определить, лежит ли точка $A (1, 1)$ на гиперболе, внутри одной из её ветвей, или между ветвями.

Задание 12.

Составить в форме $Ax + By + Cz + D = 0$ уравнение плоскости, проходящей через две параллельные прямые $L_1 (x-1)/5 = (y+2)/3 = (z-1)/1$ и $L_2 (x-2)/5 = y/3 = (z+3)/1$.

.

Задание 13.

Дан эллипс $25x^2 + 144y^2 = 1$. Определить, лежит ли точка $A (1, 1/6)$ на эллипсе, внутри или вне его.

Задание 14.

Составить уравнение гиперболы, если точки $F_1(3, -2)$ и $F_2(5, -2)$ являются её фокусами, а прямая $x = 7/2$ — одной из директрис.

Задание 15.

Вычислить длину хорды параболы $y^2 = x/5$, проходящей через её фокус перпендикулярно оси Ox .

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Обучаемый успешно решил половину или более половины задач из контрольной работы.
не зачтено	Обучаемый решил менее половины задач из контрольной работы.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными недочетами и, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность	При решении стандартных задач не продемонстрир	Имеется минимальный набор навыков	Продemonстрированы базовые навыки при	Продemonстрированы базовые навыки при	Продemonстрированы навыки при	Продemonстрирован творческий подход к

	оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	ованы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	решении стандартных задач с некоторым и недочетами	решении стандартных задач без ошибок и недочетов	решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	решению нестандартных задач
--	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	--------------------------------------------------------	----------------------------------------------------	--------------------------------------------------	----------------------------------------------------	-----------------------------

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Обучаемый самостоятельно и правильно решил задачу в билете и ответил в полном объеме на вопрос в билете, а также на дополнительный вопрос повышенной трудности.
отлично	Обучаемый самостоятельно и правильно решил задачу в билете и ответил в полном объеме на вопрос в билете, а также на дополнительный вопрос.

Оценка	Критерии оценивания
очень хорошо	Обучаемый самостоятельно и правильно решил задачу в билете и ответил в полном объёме на вопрос в билете, но не ответил в полном объёме на дополнительный вопрос.
хорошо	Обучаемый самостоятельно и правильно решил задачу в билете и ответил с достаточной полнотой на вопрос в билете, демонстрируя навыки обоснования теоретических положений с помощью преподавателя.
удовлетворительно	Обучаемый применял правильные методы для решения задачи в билете и рассказал основные положения теоретического вопроса без обоснования, с помощью преподавателя.
неудовлетворительно	Обучаемый не смог применить правильные методы для решения задачи в билете и не рассказал основные положения теоретического вопроса.
плохо	Обучаемый не смог продемонстрировать какие-либо методы для решения задачи в билете и не рассказал никаких положений теоретического вопроса.

Оценочное средство - Задания

Экзамен

Критерии оценивания (Задания - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Обучаемый самостоятельно и правильно решил задачу в билете и ответил в полном объёме на вопрос в билете, а также на дополнительный вопрос повышенной трудности.
отлично	Обучаемый самостоятельно и правильно решил задачу в билете и ответил в полном объёме на вопрос в билете, а также на дополнительный вопрос.
очень хорошо	Обучаемый самостоятельно и правильно решил задачу в билете и ответил в полном объёме на вопрос в билете, но не ответил в полном объёме на дополнительный вопрос.
хорошо	Обучаемый самостоятельно и правильно решил задачу в билете и ответил с достаточной полнотой на вопрос в билете, демонстрируя навыки обоснования теоретических положений с помощью преподавателя.
удовлетворительно	Обучаемый применял правильные методы для решения задачи в билете и рассказал основные положения теоретического вопроса без обоснования, с помощью преподавателя.
неудовлетворительно	Обучаемый не смог применить правильные методы для решения задачи в билете и не рассказал основные положения теоретического вопроса.

Оценка	Критерии оценивания
плохо	Обучаемый не смог продемонстрировать какие-либо методы для решения задачи в билете и не рассказал никаких положений теоретического вопроса.

Типовые задания (Задания - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-1
(Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования)

1. Дифференциальные уравнения первого порядка:

$$1.1. (4y^2 + x^2)y' = xy$$

$$1.2. xy' + y = y^2 \ln x$$

$$1.3. x(y'^2 - 1) = 2y'$$

$$1.4. (xy' - y) \operatorname{arctg} \frac{y}{x} = x$$

$$1.5. xy^2 y' = x^2 + y^3$$

$$1.6. x - y' \sqrt{1 + y'^2} = 0$$

$$1.7. xy' = y + x \left(1 + e^{\frac{y}{x}} \right)$$

$$1.8. y' \cdot (x - \ln y') = 1$$

$$1.9. \frac{y}{x} dx + (y^3 + \ln x) dy = 0$$

$$1.10. (y^2 - 3x^2) dy + 2xy dx = 0$$

$$1.11. y'^2 - xy' - y = 0$$

$$1.12. \frac{3x^2 + y^2}{y^2} dx - \frac{2x^3 + 5y}{y^3} dy = 0$$

2. Дифференциальное уравнение семейства кривых, огибающая семейства кривых, ортогональные и изогональные траектории:

2.1. Найти дифференциальное уравнение семейства и уравнение ортогональных траекторий:

$$y = (x + C)^2$$

2.2. Найти дифференциальное уравнение семейства и уравнение ортогональных траекторий:

$$y^2 = 2px$$

2.3. Найти дифференциальное уравнение семейства и уравнение огибающей: $y = \operatorname{tg}^2(x + C)$

2.4. Найти дифференциальное уравнение семейства и уравнение огибающей: $y = e^{-(x+C)^2}$

2.5. Найти дифференциальное уравнение семейства и уравнение огибающей: $(x - C^2)^2 + y^2 = C^2$

2.6. Найти дифференциальное уравнение семейства и уравнение огибающей: $y = (x + C)^2 e^{-x^2}$

2.7. Найти дифференциальное уравнение семейства и уравнение ортогональных траекторий: $x^2 + C = 2Cy$

2.8. Найти дифференциальное уравнение семейства и уравнение огибающей: $y = C^2 x^2 + C$

- 2.9. Найти дифференциальное уравнение семейства и уравнение огибающей: $y = x \sin(Cx)$
- 2.10. Найти дифференциальное уравнение семейства и уравнение огибающей: $y = Cx^2 + C^2 + C$

3. Дифференциальные уравнения высших порядков:

- 3.1. $x^3(y'' - y) = x^2 - 2$
- 3.2. $x^4((y')^2 - 2yy'') = 4x^3yy' + 1$
- 3.3. $(1 - x^2)y'' + xy' = 2$
- 3.4. $y^4 - y^3y'' = 1$
- 3.5. $y'' - 2y' + y = xe^x(\sin ix)^2$
- 3.6. $x^2y'' - xy' + y = \frac{x}{\ln x} + \frac{\ln x}{x}$
- 3.7. Написать вид общего решения ЛНДУ с постоянными коэффициентами:
 $y'' - 6y' + 13y = 3xe^x \sin 2x + e^3(x^4 - 8)$
- 3.8. $\frac{y^2}{x^2} + (y')^2 = 3xy'' + \frac{2yy'}{x}$
- 3.9. $xy'' = y' + x(y'^2 + x^2)$
- 3.10. $y''''(y')^2 = (y'')^3$
- 3.11. $y'' + 2y' + y = \cos ix$
- 3.12. $x^2y'' - 3xy' + 5y = 3x^2$

4. Теория устойчивости:

- 4.1. проверить на устойчивость положение равновесия (1, 2) системы: $\begin{cases} \dot{x} = y - x^2 - x \\ \dot{y} = 3x - x^2 - y \end{cases}$
- 4.2. проверить на устойчивость нулевое решение системы: $\begin{cases} \dot{x} = \operatorname{tg}(y - x) \\ \dot{y} = 2e^y - 2\cos(\pi/3 - x) \end{cases}$
- 4.3. проверить на устойчивость нулевое решение уравнения: $y^{IV} + 2y''' + 6y'' + 5y' + 6y = 0$

5. Системы дифференциальных уравнений и уравнения в частных производных:

- 5.1. $\begin{cases} \dot{x} = 3x + 2y \\ \dot{y} = -x + y \end{cases}$
- 5.2. $\begin{cases} \dot{x} = 3x + y \\ \dot{y} = -x + y \end{cases}$
- 5.3. $xy \frac{\partial z}{\partial x} + (x - 2z) \frac{\partial z}{\partial y} = yz$
- 5.4. $y \frac{\partial z}{\partial x} + z \frac{\partial z}{\partial y} = \frac{y}{x}$
- 5.5. $yz \frac{\partial z}{\partial x} - xz \frac{\partial z}{\partial y} = e^z$
- 5.6. Решить уравнение $(1 + x) \cdot \frac{\partial z}{\partial x} + y \ln y \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = 0$ при условии, что $z = y$ при $x = 0$
- 5.7. $(1 + x^2) \cdot \frac{\partial z}{\partial x} + y \ln y \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = z + 1$

$$5.8. \quad y \cdot \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{1}{x^2} \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = (z+1)^2 y$$

$$5.9. \quad \frac{\partial z}{\partial x} + x \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = \frac{2}{x+1}$$

$$5.10. \quad \text{Решить уравнение } (1+x) \cdot \frac{\partial z}{\partial x} + y(\ln y + 1) \cdot \frac{\partial z}{\partial y} = 0 \text{ при условии, что } z = \ln y \text{ при } x = \ln y - 1.$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

- 1) Эльсгольц Л.Э. – Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление – М.: Наука, 1969. – 424 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 50 экз.
- 2) Пискунов Н.С. – Дифференциальное и интегральное исчисления: учебник для втузов [в 2 т.]. Т. 2. – М.: Интеграл-Пресс, 2004. – 544 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 35 экз.
- 3) Понтрягин Л.С. – Обыкновенные дифференциальные уравнения: [учеб. для гос. ун-тов]. – М.: Наука, 1970. – 331 с. Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 30 экз.
- 4) Филиппов А.Ф. – Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009. – 240 с. Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 40 экз.

б) дополнительная литература:

- 1) Степанов В.В. – Курс дифференциальных уравнений: учебник. (М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1959. – 468 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 3 экз.; М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1958. – 468 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 8 экз.; М.: Гостехиздат, 1953. – 468 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 1 экз.; Л.: Гостехиздат, 1945. – 406 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 3 экз.; Л.: Гостехиздат, 1950. – 468 с. – Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 1 экз.; М.: URSS: Изд-во ЛКИ, 2008. – 472 с. Фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ, 1 экз.).
- 2) Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению (под ред. В.К. Романко). – М.: Лаборатория знаний, 2015. – 222 с. <https://e.lanbook.com/book/70710>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы Фундаментальной библиотеки ННГУ <http://www.lib.unn.ru/>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины обусловлено наличием учебных аудиторий для проведения занятий, оборудованных специализированной мебелью, меловыми или магнитно-маркерными досками для представления учебной информации большой аудитории. Ресурс мела и маркеров для доски в учебных аудиториях регулярно возобновляется. Помещения для самостоятельной работы обучающихся (на базе Фундаментальной библиотеки ННГУ) оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Автор:

доцент кафедры теоретической физики

к. ф.-м. н., доцент _____ / Малышев А.И. /

Зав. кафедрой теоретической физики
д.ф.-м.н., доцент _____ / Бурдов В.А. /

Рецензент
Зам. декана по учебной работе _____ Белова О.В.

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета
ННГУ от «___» _____ 2022 года, протокол № б/н

Председатель
Учебно-методической комиссии
физического факультета ННГУ _____ / Перов А.А. /