

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Арзамасский филиал ННГУ - Факультет естественных и математических наук

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность образовательной программы

Математика и физика

Форма обучения

очная

г. Арзамас

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01.05 Дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 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
ПКР-4: Способен осваивать и анализировать базовые научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях явлений и процессов в предметной области	ИПКР-4.1: Знает содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области, а также роль учебного предмета/ образовательной области в формировании научной картины мира; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения профессиональных задач. ИПКР-4.2: Умеет анализировать базовые научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов в предметной области знаний. ИПКР-4.3: Владеет различными методами анализа основных категорий предметной области знаний.	ИПКР-4.1: Знать общую структуру построения математических суждений, применимость математических моделей в различных областях человеческой деятельности.  ИПКР-4.2: Уметь применять математические знания для решения учебных и научных проблем, использовать язык математики в учебной и профессиональной деятельности.  ИПКР-4.3: Владеть навыками построения математических рассуждений для представления материала, навыками решения задач высшей математики.	Опрос Практическое задание Тест	Экзамен: Контрольные вопросы
ПКР-5: Способен конструировать содержание образования и реализовывать образовательный процесс в предметной	ИПКР-5.1: Знает требования ФГОС соответствующего уровня образования к содержанию образования в предметной области, примерные образовательные	ИПКР-5.1: Знать особенности содержания школьного математического образования, основные подходы к разработке образовательных программ и	Опрос Практическое задание Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

области в соответствии с требованиями ФГОС соответствующего уровня образования, с уровнем развития современной науки и с учетом возрастных особенностей обучающихся / воспитанников	программы и учебники по преподаваемому предмету, перечень и содержательные характеристики учебной документации по вопросам организации и реализации образовательного процесса. ИПКР-5.2: Умеет конструировать предметное содержание обучения в соответствии с уровнем развития научного знания и с учетом возрастных особенностей обучающихся / воспитанников; разрабатывать рабочие программы на основе примерных образовательных программ. ИПКР-5.3: Владеет навыками конструирования и реализации предметного содержания и его адаптации в соответствии с особенностями обучающихся / воспитанников.	УМК по математике  ИПКР-5.2: Уметь проектировать образовательные программы по математике, по элективным и факультативным курсам математического содержания  ИПКР-5.3: Владеть навыками разработки и реализации образовательных программ по математике, а также по элективным и факультативным курсам математического содержания.		
---	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	34
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>56</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> <b>Экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных.	12	4	2	6	6
Тема 2. Задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Основные понятия теории дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения первого порядка.	11	4	2	6	5
Тема 3. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные уравнения. Теорема существования и единственности.	11	4	2	6	5
Тема 4. Пространство решений однородного линейного уравнения n-го порядка.	11	4	2	6	5
Тема 5. Фундаментальная система решений, общее решение.	12	4	2	6	6
Тема 6. Вронскиан. Формула Остроградского.	11	4	2	6	5
Тема 7. Неоднородное линейное уравнение и вид его общего решения.	11	4	2	6	5
Тема 8. Линейное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами.	12	4	1	5	7
Тема 9. Уравнения в частных производных.	15	2	1	3	12
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	34	16	52	56

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных.

Понятие дифференциального уравнения. Поле направлений. Изоклины. Понятие фазового пространства.

Тема 2. Задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Основные понятия теории дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения первого порядка.

Обыкновенные дифференциальные уравнения. основные понятия. Решение дифференциального уравнения. Частное и общее решение. Особое решение. Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах.

Тема 3. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные уравнения. Теорема существования и единственности.

Линейные дифференциальные уравнения первого порядка и методы их решения. Уравнение Бернулли. Дифференциальные уравнения порядка выше первого. Уравнения допускающие понижение порядка. Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения. Однородное линейное дифференциальное уравнение порядка выше первого. Характеристическое уравнение.

Тема 4. Пространство решений линейного однородного уравнения n-го порядка.

Линейное однородное уравнение n-го порядка. Линейная комбинация его решений.

Тема 5. Фундаментальная система решений, общее решение.

Выражение общего решения линейного однородного уравнения через фундаментальную систему

решений.

Тема 6. Вронскиан. Формула Остроградского.

Линейно зависимые функции, их определитель Вронского. Линейно независимые функции, их определитель Вронского.

Тема 7. Неоднородное линейное уравнение и вид его общего решения.

Структура общего решения неоднородного линейного уравнения  $n$ -го порядка. Метод вариации постоянных.

Тема 8. Линейное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами.

Линейное однородное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами и его общее решение. Физические приложения дифференциальных уравнений. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка.

Тема 9. Уравнения в частных производных.

Дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка. Решение дифференциальных уравнений в частных производных.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=10218>).

Иные учебно-методические материалы: Учебно-методические документы, регламентирующие самостоятельную работу

адреса доступа к документам:

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>

[http://www.arz.unn.ru/pdf/Metod\\_all\\_all.pdf](http://www.arz.unn.ru/pdf/Metod_all_all.pdf)

#### **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:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:**

1. Понятие уравнения с разделенными переменными.
2. Уравнения с разделяющимися переменными.
3. Однородные уравнения.
4. Уравнения приводящиеся к однородным уравнениям.
5. Понятие интегральной кривой.
6. Геометрический смысл интегральной кривой.
7. Понятие изоклин.
8. Построение интегральных кривых методом изоклин.
9. Линейное дифференциальное уравнение первого порядка.
10. Метод решения Лагранжа.

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПКР-5:

1. Уравнение Бернулли.
2. Метод решения Бернулли.
3. Уравнение в полных дифференциалах.
4. Интегрирующий множитель.
5. Понятие дифференциальных уравнений высших порядков.
6. Понятие решение дифференциального уравнения порядка выше первого.
7. Дифференциальное уравнение вида  $f(x, y', y'') = 0$ .
8. Дифференциальное уравнение вида  $f(y, y', y'') = 0$ .
9. Дифференциальное уравнение вида  $f(y', y'') = 0$ .
10. Линейное дифференциальное уравнение с переменными коэффициентами.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Оценка «отлично» выставляется, когда студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с ситуационными заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется, если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при анализе информации.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, при котором студент освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении анализа информации.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, в ответе которого обнаружились существенные пробелы в знании основного содержания учебной программы дисциплины и / или неумение использовать полученные знания.

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

### Вариант 1

1. Показать, что функция  $y^2 - x^2 - Cy = 0$  является общим интегралом дифференциального уравнения  $y'(x^2 + y^2) - 2xy = 0$ .
2. Составить дифференциальное уравнение семейства кривых  $C_1x + (y - C_2)^2 = 0$ .
3. Решить дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными  $(1+x^2)dy - 2xydx = 0$ . Найти частное решение, удовлетворяющее начальному условию  $y(0)=1, y'(0)=1$ .

### Вариант 2

1. Найти общее решение линейного дифференциального уравнения первого порядка  $xy' + x^2 + xy - y = 0$ .
2. Решить однородное дифференциальное уравнение  $y' = -y/x (x \neq 0)$ .
3. Решить дифференциальное уравнение  $(y^4 2x^3 y)dx + (x^4 - 2xy^3)dy = 0$ .

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПКР-5:

### Вариант 3

1. Решить дифференциальное уравнение  $(y^4 2x^3 y)dx + (x^4 - 2xy^3)dy = 0$ .
2. Решить однородное дифференциальное уравнение  $(2x+y+1)dx + (x+2y-1)dy = 0$ .
3. Решить линейное дифференциальное уравнение первого порядка  $y' - 2xy = 3x^2 - 2x^2$ .

### Вариант 4

1. Решить линейное дифференциальное уравнение первого порядка  $y' - 2xy = 3x^2 - 2x^2$ .
2. Решить дифференциальное уравнение  $(x+y^2)y' = y - 1$ .
3. Решить дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными  $(1+x^2)dy - 2xydx = 0$ . Найти частное решение, удовлетворяющее начальному условию  $y(0)=1, y'(0)=1$ .

### Вариант 5

1. Найти общее решение линейного дифференциального уравнения первого порядка  $xy' + x^2 + xy - y = 0$ .
2. Решить однородное дифференциальное уравнение  $y' = -y/x (x \neq 0)$ .
3. Решить дифференциальное уравнение  $(y^4 2x^3 y)dx + (x^4 - 2xy^3)dy = 0$ .

### Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Оценка «зачтено» – выполненные задания содержательно полностью соответствуют поставленным вопросам на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две–три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя. Оформление задания полностью соответствует требуемому шаблону.
не зачтено	Оценка «не зачтено» – выполненные задания содержательно не соответствуют поставленным вопросам. Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя. Оформление задания не

Оценка	Критерии оценивания
	соответствует требуемому шаблону.

### 5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

Выберите один верный ответ

1. Найти общий интеграл дифференциального уравнения

$$2y \sqrt{by - y^2} dx - (b^2 + x^2) dy = 0.$$

а)  $\arctg \frac{x}{b} + \sqrt{\frac{b-y}{y}} = 0$ ;  $y = 0, y = b$  – частные решения;

б)  $\arctg x + \sqrt{\frac{b-y}{y}} = c$ ;  $y = 0, y = b$  – особые решения;

в)  $\arctg \frac{x}{b} + \sqrt{\frac{b-y}{y}} = c$ ;  $y = 0$  – частное решение,

$y = b$  – особое решение;

г)  $\arctg \frac{x}{b} + \sqrt{\frac{b-y}{y}} = c$ ;  $y = 0$  – особое решение,

$y = b$  – частное решение;

д)  $\frac{1}{b} \arctg \frac{x}{b} + \sqrt{\frac{y-b}{y}} = 0$ ;  $y = 0, y = b$  – частные решения.

2. Найти общий интеграл дифференциального уравнения  $xy' = 3y - 2x - 2\sqrt{xy - x_2}$ .

а)  $y = x \left[ 1 + (1 + cx)^2 \right]$  ( $x \neq 0, 1 + cx > 0$ ),  $y = x$  – особое решение,

$y = 2x$  – частное решение;

б)  $\frac{y}{x} = (2 + 2cx + c^2x^2)$ ;  $y = x, x \neq 0$  – частное решение,

$y = 2x$  – особое решение;

в)  $y = 2x + 2cx^2 + c^2x^3$ ;  $y = x$  ( $1 + cx > 0$ ),  $y = 2x$  ( $x > 0$ ) – частные решения;

г)  $y = x \left[ 1 + (1 + cx)^2 \right]$  ( $x \neq 0, 1 + cx > 0$ ),  $y = x$  ( $x \neq 0$ ) – особое решение,

$y = 2x$  ( $x > 0$ ) – частное решение;

д)  $y = x(1 + cx)^2$ ;  $y = x, y = 2x$  – особые решения.



3. Найти общий интеграл дифференциального уравнения  $y' + \frac{x}{1-x^2} y = x\sqrt{y}$ .

а)  $\sqrt{y} = c \cdot \sqrt[4]{1-x^2} - \frac{1}{3}(1-x^2)$ ;  $y = 0$  – особое решение;

б)  $\sqrt{y} = c \cdot \sqrt[4]{1-x^2} - \frac{1}{3}(1-x^2)$ ;  $y = 0$  – частное решение;

в)  $3\sqrt{y} = \sqrt[4]{1-x^2} - (1-x^2) \cdot c$ ;  $y = 0$  – особое решение;

г)  $\sqrt{3y} = c \cdot \sqrt[4]{1-x^2} - 1 + x^2$ ;  $y = 0$  – особое решение;

д)  $\sqrt[3]{y} = c \cdot \sqrt[4]{1-x^2} - \frac{1}{3}(1-x^2)$ ;  $y = 0$  – особое решение.

4. Найти общий интеграл дифференциального уравнения

$$y^2 y'^2 - 2xyy' + 2y^2 - x^2 = 0.$$

а)  $x^2 - y^2 = (\sqrt{2}x + c)^2$ ;  $y = \pm x$  ( $x \neq 0$ ) – частные решения;

б)  $x^2 - y^2 = (\sqrt{2}x + c)^2$ ;  $y = \pm x$  ( $x \neq 0$ ) – особые решения;

в)  $\pm \sqrt{x^2 - y^2} = \sqrt{2}x + c$ ;

г)  $\pm \sqrt{x^2 - y^2} = \sqrt{2}x + c$ ;  $y = -x$  ( $x \neq 0$ ) – особое решение,

$$y = x \quad (x \neq 0) \text{ – частное решение;}$$

д)  $x^2 - y^2 = 2x^2 + 2cx + c^2$ ;  $y = \pm x$  ( $x \neq 0$ ) – особые решения.

5. Найти общий интеграл дифференциального уравнения

$$x^2(y+1)dx + (x^3-1)(y-1)dy = 0.$$

а)  $\frac{1}{3} \ln |x^3-1| + y - 2 \ln |y+1| = C$ ;  $x=1$  – частное решение,

$$y = -1 \text{ – особое решение;}$$

б)  $\frac{1}{3} \ln |x^3-1| + y - \ln(y+1)^2 = C$ ;  $x=1, y=-1$  – частные решения;

в)  $\frac{1}{3} \ln |x^3-1| + y - \ln(y+1)^2 = C$ ;  $x=1$  – особое решение,

$$y = -1 \text{ – частное решение;}$$

г)  $\ln \frac{\sqrt[3]{|x^3-1|}}{(y+1)^2} + y = C$ ;  $x=1, y=-1$  – особые решения;

д)  $\frac{1}{3} \ln (x^3-1) + \ln(y+1)^2 = C - y$ ;  $x=1, y=-1$  – особые решения.

### 5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПКР-5:

1. Найти общий интеграл дифференциального уравнения

$$\frac{d^2 y}{dx^2} - 4y = \sin \frac{3}{2}x \sin \frac{1}{2}x; \quad y(0) = 1; y'(0) = 0.$$

а)  $y = \frac{83}{160}e^{2x} + \frac{83}{160}e^{-2x} - \frac{1}{10}\cos x + \frac{1}{16}\cos 2x;$

б)  $y = \frac{83}{160}e^{2x} + \frac{84}{160}e^{-2x} - \frac{1}{10}\cos x + \frac{1}{16}\cos 2x;$

в)  $y = \frac{83}{160}e^{2x} + \frac{83}{160}e^{-2x} - \frac{1}{10}\cos x + \frac{1}{16}\cos x;$

г)  $y = e^{2x} + \frac{83}{160}e^{-2x} - \frac{1}{10}\cos x + \frac{1}{16}\cos 2x;$

д)  $y = e^{2x} + e^{-2x} - \frac{1}{10}\cos x + \frac{1}{16}\cos 2x.$

2. Найти общий интеграл дифференциального уравнения

$$x \frac{\partial U}{\partial x} + yz \frac{\partial U}{\partial z} = 0; \quad U = x^y \quad \text{при } z = 1.$$

а)  $U = F\left(y, \frac{x^y}{z}\right); U = \frac{x^y}{z};$

б)  $U = F\left(y, \frac{x^y}{y}\right); U = \frac{x^y}{z};$

в)  $U = F\left(y, \frac{x^y}{z}\right); U = \frac{x^y}{y};$

г)  $U = F\left(z, \frac{x^y}{z}\right); U = \frac{x^y}{z};$

д)  $U = F\left(x, \frac{x^y}{z}\right); U = \frac{x^y}{z}.$

3. Найти общий интеграл дифференциального уравнения  $y' + \sin y + x \cos y + x = 0$ .

а)  $\operatorname{tg} \frac{y}{2} = 1 - x + Ce^{-x}$ ;  $y = 2\pi\kappa$  ( $\kappa = 0, \pm 1, \dots$ ) – особые решения;

б)  $\operatorname{tg} \frac{y}{2} = 1 - x + Ce^{-x}$ ;

в)  $\operatorname{tg} \frac{y}{2} = C - x + e^{-x}$ ;

г)  $\operatorname{tg} \frac{y}{2} - e^x = C(1 - x)$ ;  $y = 2\pi\kappa$  ( $\kappa = 0, \pm 1, \dots$ ) – частные решения;

д)  $\operatorname{tg} \frac{x}{2} = 1 - x + Ce^{-y}$ .

4. Решить задачу Коши  $y''' - y'' - y' - y = 0$ .

а)  $y = C_1 e^x + C_2 x e^x + C_3 e^{-x}$ ;

б)  $y = C_1 e^{2x} + C_2 x e^x + C_3 e^{-x}$ ;

в)  $y = C_1 e^x + C_2 x e^x + C_3 e^{-3x}$ ;

г)  $y = C_1 e^x + C_2 x e^{2x} + C_3 e^{-x}$ ;

д)  $y = C_1 e^x + C_2 e^x + C_3 e^{-x}$ .

5. Найти общий интеграл дифференциального уравнения  $x \frac{\partial U}{\partial x} + y \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{z}{2} \frac{\partial U}{\partial z} = 0$

а)  $U = F\left(\frac{y}{x}, \frac{z^2}{x}\right)$ ;

б)  $U = F\left(\frac{y}{y}, \frac{z^2}{x}\right)$ ;

в)  $U = F\left(\frac{y}{x}, \frac{z^2}{y}\right)$ ;

г)  $U = F\left(\frac{y}{z}, \frac{z^2}{x}\right)$ ;

д)  $U = F\left(\frac{y}{x}, \frac{z^2}{z}\right)$ .

**Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)**

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Оценка «отлично» 80 – 100 % правильных ответов.
хорошо	Оценка «хорошо» 60 – 79 % правильных ответов.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» 40 – 59% правильных ответов.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» менее 40% правильных ответов.

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

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
<u>Знания</u>	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, без ошибок
<u>Умения</u>	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 с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

зачтено	ельно	
---------	-------	--

### **5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-4**

1. Огибающие и особые решения
2. Уравнения с разделяющимися переменными.
3. Однородные уравнения первого порядка.
4. Линейные уравнения и уравнения Бернулли.
5. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах.
6. Дифференциальные уравнения более высоких порядков.
7. Уравнения, допускающие понижение порядка
8. Линейные дифференциальные уравнения более высоких порядков.
9. Характеристическое уравнение.
10. Общее решение линейного дифференциального уравнения второго порядка.

#### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-5**

1. Сведение дифференциального уравнения к нормальной системе дифференциальных уравнений.
2. Теорема существования и единственности для нормальной системы дифференциальных уравнений
3. Вронскиан
4. Формула Остроградского
5. Метод вариации постоянных
6. Резонанс.
7. Фильтрация гармонического сигнала.
8. Исследование на устойчивость по первому приближению
9. Метод функций Ляпунова
10. Уравнения в частных производных первого порядка
11. Квазилинейное уравнение

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Оценка «отлично» выставляется, когда студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с ситуационными заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется, если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при анализе информации.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, при котором студент освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении анализа информации.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, в ответе которого обнаружились существенные пробелы в знании основного содержания учебной программы дисциплины и / или неумение использовать полученные знания.

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

Основная литература:

1. Боровских А. В. Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 / Боровских А. В., Перов А. И. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 327 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/490346> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-01777-9 : 1019.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=785092&idb=0>.
2. Боровских А. В. Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 2 / Боровских А. В., Перов А. И. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 274 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/490959> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-02097-7 : 879.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=787185&idb=0>.
3. Зайцев В. Ф. Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка / Зайцев В. Ф., Полянин А. Д. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 416 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491158> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-02377-0 : 1259.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=787826&idb=0>.
4. Зайцев В. Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 / Зайцев В. Ф.,

Полянин А. Д. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 385 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491159> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-02685-6 : 1179.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=788439&idb=0>.

5. Зайцев В. Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 2 / Зайцев В. Ф., Полянин А. Д. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 196 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491896> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-02690-0 : 669.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=788704&idb=0>.

#### Дополнительная литература:

1. Практикум по дисциплине "Дифференциальные уравнения" : учебно-методическое пособие. Ч. 1 / Е. В. Губина, Е. Ю. Кадина, Н. В. Киселева, Г. В. Осипов ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2016. - 29 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=823688&idb=0>.

2. Практикум и индивидуальные задания по обыкновенным дифференциальным уравнениям ( типовые расчеты) / Болотюк В. А., Болотюк Л. А., Швед Е. А., Швец Ю. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 224 с. - Допущено НМС по математике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальностям и направлениям подготовки: «Экономика», «Теплоэнергетика и теплотехника», «Электроэнергетика и электротехника», «Управление качеством», «Стандартизация и метрология», «Информационные системы и технологии», «Подвижной состав железных дорог», «Системы обеспечения движения поездов». - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-1650-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=800483&idb=0>.

3. Демидович Б. П. Дифференциальные уравнения / Демидович Б. П., Моденов В. П. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 280 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-9441-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=783945&idb=0>.

4. Берман Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа : Учебное пособие для вузов / Берман Г. Н. - 10-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 492 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-9878-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=798067&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система. Адрес доступа: [http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp)

Свободно распространяемое программное обеспечение:

программное обеспечение LibreOffice;

программное обеспечение Yandex Browser;

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт" <http://www.urait.ru/ebs>

Электронная библиотечная система "Znanium" <http://znanium.com/>

Фундаментальная библиотека ННГУ [www.lib.unn.ru/](http://www.lib.unn.ru/)

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: [lib.arz.unn.ru](http://lib.arz.unn.ru)

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского»  
<https://mooc.unn.ru/>

Портал «Современная цифровая образовательная среда Российской Федерации»  
<https://online.edu.ru/public/promo>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Автор(ы): Сангалова Марина Евгеньевна, кандидат педагогических наук, доцент.

Рецензент(ы): Абрамова Олеся Михайловна, кандидат педагогических наук.

Заведующий кафедрой: Нестерова Лариса Юрьевна, кандидат педагогических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 10.01.2024, протокол № 1.