

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева»**  
**АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)**

---

---

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Глебов В.В.  
« 22 » июня 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.08 Дифференциальные уравнения

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

*(код и направление подготовки)*

Направленность Математическое и программное обеспечение систем обработки информации

*(наименование профиля, программы магистратуры)*

и управления

Форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Год начала подготовки 2020

Объем дисциплины 180/5

*(часов/з.е)*

Промежуточная аттестация экзамен

*(экзамен, зачет с оценкой, зачет)*

Выпускающая кафедра Прикладная математика

*(наименование кафедры)*

Кафедра-разработчик Прикладная математика

*(наименование кафедры)*

Разработчик(и): Маслов Игорь Николаевич, к. ф. – м. н., доцент

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

г. Арзамас  
2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10 января 2018 № 11 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 22.06.2022 № 5/1

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Пакшин П.В.  
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,  
протокол от 22.06.2021 г. № 15

Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ Шурыгин А.Ю.  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 01.03.04 - 08

Начальник УО \_\_\_\_\_ Мельникова О.Ю.  
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки \_\_\_\_\_ Старостина О.Н.  
(подпись)

## Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля) .....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	5
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам.....	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	7
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	7
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины .....	12
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости .....	12
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине .....	14
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
6.1 Основная литература .....	16
6.2 Дополнительная литература .....	16
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	16
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы .....	16
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	16
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	16
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 17	
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.....	17
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа .....	18
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях .....	18
10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	18
10.5. Методические указания для выполнения контрольной работы .....	19
10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса .....	19

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Дифференциальные уравнения» является изучение теоретических и практических методов решения дифференциальных уравнений.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

Применение методов и средств дифференциальных уравнений при решении инженерных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к обязательной части ОП ВО.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Алгебра», «Геометрия» в объеме курса средней школы, «Математический анализ» программы бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Теория функций комплексной переменной», «Вариационное исчисление», «Уравнения математической физики», «Теория случайных процессов», «Математическое моделирование», «Физика» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

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

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

Процесс изучения дисциплины «Дифференциальные уравнения» направлен на формирование элементов общепрофессиональной компетенции ОПК-2 соответствии с ОП ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-2								
Дифференциальные уравнения			✓					
Дискретная математика			✓					
Математическое моделирование						✓		
Теория графов и математическая логика						✓		
Методы оптимизации						✓		
Теория управления							✓	
Преддипломная практика								✓
Выполнение и защита ВКР								✓

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Дифференциальные уравнения», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
		Знать:	Уметь:	Владеть:
ОПК-2 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем	ИОПК-2.1. Использует математические методы, методы математического моделирования, теории управления и технологии программирования для решения различных задач	<b>Знать:</b> основные положения теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости	<b>Уметь:</b> решать основные типы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, линейных дифференциальных уравнений и систем с постоянными коэффициентами, исследовать на устойчивость решения уравнений и систем	<b>Владеть:</b> стандартными методами теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости, их применением к решению прикладных задач
	ИОПК-2.2. Выбирает и дорабатывает математические методы и модели для решения исследовательских и проектных задач, осуществляет проверку адекватности модели.	<b>Знать:</b> основные положения теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости	<b>Уметь:</b> определять возможности применения теоретических положений дифференциальных уравнений для постановки и решения конкретных прикладных задач	<b>Владеть:</b> стандартными методами теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед. или 180 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		3 семестр	№ семестра
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180</b>	<b>180</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>79</b>	<b>79</b>	
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	
занятия лекционного типа (Л)	36	36	
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	36	36	
лабораторные работы (ЛР)			
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	1	1	
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>101</b>	<b>101</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа	3	3	
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	62	62	
Подготовка к экзамену (контроль)*	36	36	

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной формы обучения

12	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
<b>3 семестр</b>						
ОПК-2 ИОПК-2.1 ИОПК-2.2	<b>Раздел 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения</b>					
	Тема 1.1. Основные понятия и определения	1			1	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1], [6.2.2]
	Тема 1.2. Простейшие обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка	10			6	
	Тема 1.3. Приближенные методы решения уравнений первого порядка	2			1	
	Тема 1.4. Общие свойства решения задачи Коши для уравнения первого порядка, записанного в нормальной форме	4			2	
	Тема 1.5. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной	6			4	
	Тема 1.6. Уравнения $n$ -го порядка; их свойства	4			4	
	Тема 1.7. Линейные дифференциальные уравнения $n$ -го порядка	8			4	
	Тема 1.8. Системы дифференциальных уравнений	4			4	
	Тема 1.9. Устойчивость решений дифференциальных уравнений	6			4	
	Практическая работа №1. Основные понятия и определения			1	1	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.2.1], [6.2.2]
	Практическая работа №2. Простейшие обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка			8	8	
	Практическая работа №3. Приближенные методы решения уравнений первого порядка			1	1	
	Практическая работа №4. Общие свойства решения задачи Коши для уравнения первого порядка, записанного в нормальной форме			1	1	
	Практическая работа №5. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной			3	4	
	Практическая работа №6. Уравнения $n$ -го порядка; их свойства			2	4	
	Практическая работа №7. Линейные дифференциальные уравнения $n$ -го порядка			8	6	
	Практическая работа №8. Системы дифференциальных уравнений			4	4	
	Практическая работа №9. Устойчивость решений дифференциальных уравнений			2	3	
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>62</b>	
	<b>Контрольная работа</b>				<b>3</b>	Подготовка к выполнению контрольной работы [6.3.1]
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>65</b>		

Используемые активные и интерактивные технологии приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Критерии оценивания результатов обучения и процедуры оценивания компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины, приводятся в табл. 5.6.

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины. На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях. Практические занятия проводятся в форме выполнения индивидуальных заданий. При выполнении индивидуального практического задания преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

Самостоятельная работа включает выполнение самостоятельных заданий в форме индивидуальных заданий.

Тестирование проводится с использованием СДО MOODLE. Контрольное тестирование по разделам дисциплины проводится в рамках самостоятельной работы.

Контрольный тест содержит 20 тестовых вопросов (оценивание 50% показателей, время на проведение тестирования 30 минут).

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Частью промежуточной аттестации является контрольная работа, критерии оценки которой представлены в табл. 5.2. Контрольная работа должна быть зачтена перед экзаменом.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			0 баллов	1 баллов	
ОПК-2 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем	ИОПК-2.1. Использует математические методы, методы математического моделирования, теории управления и технологии программирования для решения различных задач	<b>Знать:</b> основные понятия теории дифференциальных уравнений	Теоретический материал не изучен или изучен частично.	Теоретический материал изучен.	Контроль участия в дискуссиях на лекциях
		<b>Уметь:</b> относить конкретное дифференциальное уравнение к одному из рассмотренных типов	Практические задания не выполнены или выполнены частично.	Практические задания выполнены полностью.	Контроль выполнения практических заданий (см. табл. 4.2)
		<b>Владеть:</b> методами интегрирования дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений, простейшими методами теории устойчивости	Практические задания выполнены некачественно и/или не в срок.	Практические задания выполнены качественно и в срок.	Контроль выполнения практических заданий (см. табл. 4.2)
	ИОПК-2.2. Выбирает и дорабатывает математические методы и модели для решения исследовательских и проектных задач, осуществляет проверку адекватности модели.	<b>Знать:</b> основные принципы применения дифференциальных уравнений при моделировании инженерных задач	Теоретический материал не изучен или изучен частично.	Теоретический материал изучен.	Контроль участия в дискуссиях на лекциях
		<b>Уметь:</b> использовать дифференциальные уравнения при построении математических моделей	Практические задания не выполнены или выполнены частично.	Практические задания выполнены полностью.	Контроль выполнения практических заданий (см. табл. 4.2)
		<b>Владеть:</b> методами количественного и качественного анализа при помощи дифференциальных уравнений	Практические задания выполнены некачественно и/или не в срок.	Практические задания выполнены качественно и в срок.	Контроль выполнения практических заданий (см. табл. 4.2)

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (контрольная работа)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	
ОПК-2 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования	ИОПК-2.1. Использует математические методы, методы математического моделирования, теории управления и технологии программирования для решения различных задач	<b>Знать:</b> основные понятия теории дифференциальных уравнений	Очень слабое понимание теоретического материала Содержание в целом не соответствует заданию Ответы на вопросы отсутствуют	Слабое понимание теоретического материала Содержание частично не соответствует заданию Ответы на вопросы неполные	Глубокие знания теоретического материала Содержание соответствует заданию Развернутые ответы на вопросы	Контроль выполнения контрольной работы Ответы на теоретические вопросы
		<b>Уметь:</b> относить конкретное дифференциальное уравнение к одному из рассмотренных типов	Анализ задания не выполнен Задание не выполнено Полученные результаты не соответствуют требованиям задания. Оформление не соответствует требованиям	Анализ задания выполнен Задание выполнено частично Не все результаты полностью соответствуют требованиям задания Оформление не полностью соответствует требованиям	Анализ задания выполнен Задание выполнено полностью Результаты получены Оформление полностью соответствует требованиям	Консультации по контрольной работе Контроль выполнения контрольной работы
		<b>Владеть:</b> методами интегрирования дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений, простейшими методами теории устойчивости	Не владеет методами решения задач Отсутствует способность анализировать решение задачи	Владеет основными методами решения задач Умеет анализировать решение задачи	Владеет методами и способами решения задач Умеет анализировать решение задачи	Консультации по контрольной работе Контроль выполнения контрольной работы
	ИОПК-2.2. Выбирает и дорабатывает математические методы и модели для решения исследовательских и проектных задач, осуществляет проверку адекватности модели.	<b>Знать:</b> основные принципы применения дифференциальных уравнений при моделировании инженерных задач	Очень слабое понимание теоретического материала Содержание в целом не соответствует заданию Ответы на вопросы отсутствуют	Слабое понимание теоретического материала Содержание частично не соответствует заданию Ответы на вопросы неполные	Глубокие знания теоретического материала Содержание соответствует заданию Развернутые ответы на вопросы	Контроль выполнения контрольной работы Ответы на теоретические вопросы
		<b>Уметь:</b> использовать дифференциальные уравнения при построении математических моделей	Анализ задания не выполнен Задание не выполнено Полученные результаты не соответствуют требованиям задания. Оформление не соответствует требованиям	Анализ задания выполнен Задание выполнено частично Не все результаты полностью соответствуют требованиям задания Оформление не полностью	Анализ задания выполнен Задание выполнено полностью Результаты получены Оформление полностью соответствует требованиям	Консультации по контрольной работе Контроль выполнения контрольной работы

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	
				стью соответствует требованиям		
		<b>Владеть:</b> методами количественного и качественного анализа при помощи дифференциальных уравнений	Не владеет методами решения задач Отсутствует способность анализировать решение задачи	Владеет основными методами решения задач Умеет анализировать решение задачи	Владеет методами и способами решения задач Умеет анализировать решение задачи	Консультации по контрольной работе Контроль выполнения контрольной работы

Таблица 5.3 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (экзамен)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	
ОПК-2 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем	ИОПК-2.1. Использует математические методы, методы математического моделирования, теории управления и технологии программирования для решения различных задач	<b>Знать:</b> основные положения теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости	Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответ на теоретический вопрос билета
			Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответы на дополнительные вопросы
		Задание не решено	Задание решено с ошибками	Задание решено верно	Решение задач билета	
		<b>Уметь:</b> решать основные типы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, линейных дифференциальных уравнений и систем с постоянными коэффициентами, исследовать на устойчивость решения уравнений и систем  <b>Владеть:</b> стандартными методами теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости, их применением к решению прикладных задач				

	ИОПК-2.2. Выбирает и дорабатывает математические методы и модели для решения исследовательских и проектных задач, осуществляет проверку адекватности модели.	<b>Знать:</b> основные положения теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости	Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответ на теоретический вопрос билета
			Ответ на вопрос отсутствует	Представлен не полный ответ на вопрос	Представлен развернутый ответ на вопрос	Ответы на дополнительные вопросы
		<b>Уметь:</b> определять возможности применения теоретических положений дифференциальных уравнений для постановки и решения конкретных прикладных задач  <b>Владеть:</b> стандартными методами теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости	Задание не решено	Задание решено с ошибками	Задание решено верно	Решение задач билета

Таблица 5.4 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию (контрольная работа)

Баллы за промежуточную аттестацию	Оценка
Суммарное количество баллов*	
0 - 1	«не зачтено»
1 - 2	«зачтено»

\*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

Таблица 5.5 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию		Оценка
	Суммарное количество баллов**	Баллы за решение задач**	
0	0-1	0-1	«неудовлетворительно»
1	1	1	«удовлетворительно»
1	1-2	1-2	«хорошо»
1	2	2	«отлично»

\*) количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.

\*\*\*) количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

## 5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

### 5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

#### Типовые задания к практическим занятиям

1. Дать определение общего интеграла дифференциального уравнения.
2. Проинтегрировать дифференциальное уравнение  $y' - 2xy = 3xy^2$ .
3. Методом изоклин проинтегрировать дифференциальное уравнение  $y' = 3xy$ .
4. Что можно сказать о существовании и единственности решения задачи Коши  $y' = y^2, y(0) = 0$ .
5. Исследовать наличие особых решений дифференциального уравнения  $y = xy' - y'^2$ .
6. Проинтегрировать дифференциальное уравнение  $y'' + xy' = 4x$ .
7. Проинтегрировать дифференциальное уравнение  $y''' - 3y'' + 3y' - y = 3x + e^{-x}$ .

8. Проинтегрировать систему дифференциальных уравнений  $\begin{cases} x' = -x + 2y, \\ y' = 3x + 4y. \end{cases}$

9. Исследовать на устойчивость по первому приближению точку покоя следующей системы дифференциальных уравнений  $\begin{cases} x' = -\sin x + 2\arctg y, \\ y' = \ln(1 + 3x) + \sqrt{1 + 4y} - \cos 2x. \end{cases}$

**Типовые задания для контрольной работы:** А. Л. Кузнецов. Сборник заданий по высшей математике. <http://didkow.ds8.ru/drmfiles/Kuznecov.pdf>

**Тема.** Проинтегрировать данные уравнения.

Варианты 1 - 31.

Раздел V. Дифференциальные уравнения, с. 102 – 123, задания 1 – 16.

### 5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для

## оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен.

### Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2):

Вопросы к экзамену по курсу «Дифференциальные уравнения»  
3-й семестр.

1. Основные понятия: порядок дифференциального уравнения, частное решение, общее решение, общий и частный интегралы, интегральная кривая.
2. Уравнения с разделяющимися переменными и приводящиеся к ним.
3. Линейные дифференциальные уравнения 1-го порядка.
4. Уравнение Бернулли.
5. Однородные уравнения 1-го порядка и приводящиеся к ним.
6. Уравнение Риккати.
7. Уравнения в полных дифференциалах.
8. Интегрирующий множитель.
9. Методы интегрирования простейших уравнений 1-го порядка, не разрешенных относительно производной.
10. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для уравнения 1-го порядка  $y' = f(x, y)$ ,  $y(x_0) = y_0$ .
11. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нормальной системы.
12. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для уравнений 1-го порядка, не разрешенных относительно производной.
13. Особые решения уравнения 1-го порядка, не разрешенного относительно производной.
14.  $p$ -дискриминантная кривая; нахождение особых решений при помощи ПДК.
15.  $C$ -дискриминантная кривая; нахождение особых решений при помощи ЦДК.
16. Уравнения Лагранжа и Клеро.
17. Зависимость решений дифференциального уравнения от начальных значений и параметров.
18. Уравнения  $n$ -го порядка, допускающие понижение порядка.
19. Сведение уравнения  $n$ -го порядка к нормальной системе уравнений. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для уравнения  $n$ -го порядка.
20. Линейное уравнение  $n$ -го порядка. Свойства линейного уравнения  $n$ -го порядка. Теорема существования и единственности.
21. Линейная зависимость и линейная независимость функций. Примеры систем линейно независимых функций.
22. Теорема об определителе Вронского системы линейно зависимых функций.
23. Теорема об определителе Вронского системы линейно независимых решений линейного однородного уравнения  $n$ -го порядка с непрерывными коэффициентами.
24. Структура общего решения линейного однородного уравнения. Фундаментальная система решений.
25. Формула Остроградского-Лиувилля.
26. Свойства линейного неоднородного уравнения. Структура общего решения линейного неоднородного уравнения. Принцип суперпозиции.
27. Фундаментальная система решений линейного однородного уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнение Эйлера.
28. Метод Лагранжа решения линейного неоднородного уравнения  $n$ -го порядка.
29. Нахождение частного решения линейного неоднородного уравнения с постоянными коэффициентами методом подбора.
30. Метод Эйлера решения линейных систем с постоянными коэффициентами.
31. Сведение системы дифференциальных уравнений к одному уравнению. Нахождение интегрируемых комбинаций. Симметрическая форма записи систем дифференциальных уравнений 1-го порядка.

32. Понятие устойчивости решения системы дифференциальных уравнений. Асимптотическая устойчивость.
33. Поведение фазовых траекторий линейной однородной системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами в окрестности точки покоя.
34. Исследование на устойчивость по первому приближению. Формулировка теоремы Гурвица.

**Примерный тест для итогового тестирования:**

**Раздел 1.** Наименование раздела (ОПК-1, ИОПК-2.1, ИОПК-2.2):

<https://sdo.api.nntu.ru/mod/quiz/view.php?id=6806>

### **5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине**

Процедура оценивания формируемых в рамках дисциплины компетенций (элементов компетенций) состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, 5.3 задания в п. 5.2.2).

Для всего перечня формируемых компетенций (элементов компетенций) дисциплины проводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.6).

Таблицы 5.6 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ОПК-2 ИОПК-2.1					
<b>Знать:</b> основные положения теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснить полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснить полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Участие в обсуждении дискуссионных материалов на лекциях Тестирование Промежуточная аттестация
<b>Уметь:</b> : решать основные типы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, линейных дифференциальных уравнений и систем с постоянными коэффициентами, исследовать на устойчивость решения уравнений и систем	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Отчет и защита контрольной работы и т.п.
<b>Владеть навыками:</b> стандартными методами теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости, их применением к решению прикладных задач	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ Отчет и защита, контрольной работы и т.п.
ОПК-2 ИОПК-2.2					
<b>Знать:</b> основные положения теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснить полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснить полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Участие в обсуждении дискуссионных материалов на лекциях Тестирование Промежуточная аттестация
<b>Уметь:</b> : определять возможности применения теоретических положений дифференциальных уравнений для постановки и решения конкретных прикладных задач	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ Отчет и защита контрольной работы и т.п.
<b>Владеть навыками:</b> стандартными методами теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ Отчет и защита, контрольной работы и т.п.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная литература

6.1.1 Васильева, А.Б. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах [Текст] / А. Б. Васильева, Медведев Г.Н., Тихонов Н.А., Уразгильдина Т.А. - 2-е изд., испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 432 с. - (Курс высшей математики и математической физики. Вып.10). - 237-30.

### 6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Демидович Б.П. Моденов В.П. Дифференциальные уравнения. Учеб.пособие. - СПб.: Иван Федоров, 2003 – 280 с.

6.2.2 Широков Л.В. Яблонский Д.В. Дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных. Учебное пособие. - Арзамас: АГПИ, 2006 - 116 с.

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

6.3.1 Методические рекомендации по выполнению контрольной работ по дисциплине «Дифференциальные уравнения». Рекомендованы заседанием кафедры «Прикладная математика» АПИ НГТУ, протокол № 4 от 29.04.2021 г.

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru).

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

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

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение <b>IPR BOOKS WV-Reader</b>
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
<b>029</b> - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 48 шт; доска меловая - 1 шт. стол преподавателя – 1 шт.
<b>210</b> - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 48 шт; доска меловая - 1 шт. стол преподавателя – 1 шт.
<b>037</b> - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 48 шт; доска меловая - 1 шт. стол преподавателя – 1 шт.
<b>324</b> - Учебная мультимедийная аудитория г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Доска магнитно-маркерная; Мультимедийный проектор BENQ; Экран; Аудио-система 2.0; Компьютеры PC Intel® Core™ i3-2100/250HDD/4RAM - 13 шт; Посадочных мест – 23 стол преподавателя – 1 шт.
<b>316</b> - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 26 шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт. ПК с подключением к интернету -5шт.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

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

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в СДО MOODLE на странице курса по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course> и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные

технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

## **10.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **10.3 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины, выработки собственной позиции по актуальным вопросам (проблемам);
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по подготовке доклада, выполнению реферата или эссе, требования к их оформлению, порядок сдачи.

## **10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

## **10.5. Методические указания для выполнения контрольной работы**

Выполнение контрольной работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

Приводятся методические указания для студентов по выполнению и оформлению контрольной работы.

## **10.6 Методические указания по обеспечению образовательного процесса**

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный ад-

рес:[https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_auditorii.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF).

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_srs.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF).

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).

Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf).

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины  
на 20 \_\_\_\_/20 \_\_\_\_ уч. г.**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Глебов В.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ (подпись) Щурыгин А.Ю.

Согласовано:

Начальник УО \_\_\_\_\_ (подпись) Мельникова О.Ю.

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки \_\_\_\_\_ (подпись) Старостина О.Н.