

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
\_\_\_\_\_ Д.А. Таюрский  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Дифференциальные уравнения

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика  
Профиль подготовки: Прикладная математика  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2021

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор, д.н. (профессор) Плещинский Н.Б. (кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта, отделение прикладной математики и информатики), Nikolai.Pleshchinskii@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные принципы сведения к дифференциальным уравнениям широкого круга задач физики, техники и экономики;

Должен уметь:

ориентироваться в классических и современных методах доказательства теорем существования и единственности решений начальных и краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений, в точных и приближенных методах их решения;

Должен владеть:

теоретическими знаниями, связанными с классификацией дифференциальных уравнений и выбором методов их решения;

Должен демонстрировать способность и готовность:

навыки построения в квадратурах решений различных классов обыкновенных дифференциальных уравнений и простейших уравнений с частными производными.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.04 "Прикладная математика (Прикладная математика)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) на 252 часа(ов).

Контактная работа - 126 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 72 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 81 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 45 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет и экзамен в 3 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в теорию ДУ. Уравнения первого порядка, разрешаемые в квадратурах	3	3	0	0	0	4	0	4
2.	Тема 2. Уравнения в полных дифференциалах	3	3	0	0	0	4	0	4
3.	Тема 3. Линейные уравнения 1-го порядка	3	3	0	0	0	4	0	4
4.	Тема 4. Существование и единственность решения задачи Коши	3	3	0	0	0	4	0	4
5.	Тема 5. Приближенные и численные методы решения ДУ	3	3	0	0	0	4	0	4
6.	Тема 6. Зависимость решения задачи Коши от исходных данных	3	3	0	0	0	4	0	4
7.	Тема 7. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной	3	3	0	0	0	4	0	4
8.	Тема 8. Уравнения, допускающие понижение порядка	3	3	0	0	0	4	0	4
9.	Тема 9. Нормальные системы линейных дифференциальных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения порядка n	3	3	0	0	0	4	0	4
10.	Тема 10. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами	3	3	0	0	0	4	0	5
11.	Тема 11. Системы ДУ с постоянными коэффициентами	3	3	0	0	0	4	0	5
12.	Тема 12. Операционный метод	3	3	0	0	0	4	0	5
13.	Тема 13. Решение дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов	3	3	0	0	0	4	0	5
14.	Тема 14. Краевые задачи для линейных ДУ 2-го порядка	3	3	0	0	0	4	0	5
15.	Тема 15. Задача Штурма-Лиувилля	3	3	0	0	0	4	0	5
16.	Тема 16. Динамические системы	3	3	0	0	0	4	0	5
17.	Тема 17. Уравнения с частными производными 1-го порядка	3	3	0	0	0	4	0	5
4.2	<b>Содержание дисциплины (модуля)</b>								
	Тема 18. Основы вариационного исчисления						4	0	5
	Тема 1. Введение в теорию ДУ. Уравнения первого порядка, разрешаемые в квадратурах						4	0	5
	Основные определения и терминология. Общее, частное и особое решение. Решения, записанные в явном виде и в квадратурах. Явные, неявные и параметрически заданные решения. Интегральные кривые. Условие Коши и задача Коши. Метод изоклин. Теорема об эквивалентности любой системы дифференциальных уравнений системе уравнений первого порядка. Задачи на составление дифференциальных уравнений.								81

**Тема 2. Уравнения в полных дифференциалах**

Дифференциальные уравнения в нормальной форме и в дифференциалах. Уравнения в полных дифференциалах, необходимое и достаточное условие. Частный случай: уравнения с разделяющимися переменными и приводящиеся к ним. Однородные уравнения и приводящиеся к ним. Метод замены переменных. Интегрирующий множитель. Способы нахождения интегрирующего множителя.

### **Тема 3. Линейные уравнения 1-го порядка**

Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Методы поиска решения по Эйлеру и по Лагранжу. Интегрирующий множитель для линейного уравнения. Связь между решениями однородного и неоднородного уравнения. Уравнение Бернулли и уравнение Риккати, сведение их к линейному уравнению. Случаи, когда уравнение интегрируется в квадратурах. Уравнения, не решаемые в квадратурах.

### **Тема 4. Существование и единственность решения задачи Коши**

Функции, удовлетворяющие условию Липшица. Формулировка основной теоремы и план ее доказательства. Эквивалентность задачи Коши интегральному уравнению. Специальная последовательность функций, доказательство ее равномерной сходимости переходом к функциональному ряду. Предельный переход. Лемма об интегральных неравенствах. Доказательство единственности решения задачи Коши.

### **Тема 5. Приближенные и численные методы решения ДУ**

Замена искомой функции на вектор ее значений в точках отрезка. Интерполяционный полином Лагранжа. Метод последовательных приближений, его сходимости. Компьютерная реализация метода. Метод Эйлера, ломаная Эйлера. Метод Эйлера с уточнением. Метод Рунге-Кутты, пример на метод Рунге-Кутты. Доказательство сходимости метода Эйлера, оценка погрешности метода Эйлера.

### **Тема 6. Зависимость решения задачи Коши от исходных данных**

Корректные задачи математического моделирования. Задача Коши для уравнения первого порядка с дополнительным параметром. Теорема о непрерывной зависимости решения задачи Коши от параметра, входящего в правую часть. Следствие: непрерывная зависимость решения от начального значения. Теорема о дифференцируемости решения задачи Коши по параметру.

### **Тема 7. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной**

Сведение к уравнениям, разрешенным относительно производной. Случай, когда задача Коши не имеет единственного решения. Теорема о существовании и единственности решения уравнения первого порядка, не разрешенного относительно производной. Метод введения параметра. Неполные уравнения. Уравнения Лагранжа и Клеро. Две теоремы о нахождении особых решений.

### **Тема 8. Уравнения, допускающие понижение порядка**

Младшая производная в уравнении как новая искомая функция. Случай, когда в уравнении не содержится явно независимая переменная. Уравнения, однородные относительно искомой функции и ее производных. Обобщенные однородные уравнения. Выделение полной производной в левой части дифференциального уравнения. Понижение порядка в линейных уравнениях в случае, когда известно одно или два частных решения.

### **Тема 9. Нормальные системы линейных дифференциальных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения порядка $n$**

Векторная форма записи системы линейных дифференциальных уравнений. Свойства решений нормальных систем. Единственность решения задачи Коши для линейных уравнений. Фундаментальная система решений. Структура общего решения линейной однородной и линейной неоднородной систем дифференциальных уравнений. Метод вариации произвольных постоянных для систем уравнений.

### **Тема 10. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами**

Построение фундаментальной системы решений дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами методом Эйлера (вещественные и комплексные, простые и кратные корни характеристического полинома). Метод неопределенных коэффициентов нахождения частных решений линейных неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами. Решение систем линейных уравнений методом исключения.

### **Тема 11. Системы ДУ с постоянными коэффициентами**

Построение фундаментальной системы решений дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами методом Эйлера (вещественные и комплексные, простые и кратные корни характеристического полинома). Метод неопределенных коэффициентов нахождения частных решений линейных неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами. Решение систем линейных уравнений методом исключения.

### **Тема 12. Операционный метод**

Операционное исчисление Оливера Хевисайда. Соответствие между оригиналами и изображениями. Преобразование Лапласа и его свойства, преобразование производных функций. Операционный метод решения дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Восстановление оригиналов по их изображениям. Примеры. Математические модели электрических цепей. Операционное сопротивление (импеданс).

### **Тема 13. Решение дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов**

Элементы аналитической теории дифференциальных уравнений. Особые точки уравнений. Разложение решений дифференциальных уравнений в степенные ряды. Уравнение Эйри и его частные решения. Уравнение Бесселя. Цилиндрические функции (Бесселя, Неймана, Ханкеля) и их основные свойства. Вычисление значений и нулей функций Бесселя. Применение функций Бесселя.

### **Тема 14. Краевые задачи для линейных ДУ 2-го порядка**

Существование и единственность решений краевых задач для линейных уравнений второго порядка. Методы построения решений краевых задач: метод пристрелки и метод прогонки. Метод функции Грина (однородная задача не имеет ненулевого решения; однородная задача имеет ненулевое решение). Самосопряженные дифференциальные уравнения. Тожество Лагранжа и тождество Грина.

### **Тема 15. Задача Штурма-Лиувилля**

Постановка задачи на собственные значения. Свойства собственных значений и собственных функций. Счетное множество собственных значений. Ортогональность с весом собственных функций задачи Штурма-Лиувилля. Теорема Стеклова о разложимости дифференцируемой функции по собственным функциям задачи Штурма-Лиувилля. Пример: задача о собственных колебаниях упругой струны.

### **Тема 16. Динамические системы**

Свойства решений динамических систем дифференциальных уравнений. Траектории систем дифференциальных уравнений второго порядка в фазовом пространстве. Различные варианты расположения траекторий: устойчивый и неустойчивый узел, устойчивый и неустойчивый центр,

Фокус и седло. Теория устойчивости решений динамических систем. Теорема Ляпунова об устойчивости. Теорема об асимптотической устойчивости. Теорема Четаева о неустойчивости.

### **Тема 17. Уравнения с частными производными 1-го порядка**

Линейные уравнения с частными производными первого порядка. Первые интегралы системы обыкновенных дифференциальных уравнений в симметрической форме. Независимость первых интегралов. Общее решение уравнения с частными производными. Задача Коши и способы нахождения ее решения. Квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Задача Коши и способы нахождения ее решения.

### **Тема 18. Основы вариационного исчисления**

Простейшая задача вариационного исчисления. Вычисление вариации интегрального функционала. Основная лемма вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Достаточное условие экстремума в простейшей задаче. Примеры: задача о брахистохроне, задача о кратчайшем расстоянии между двумя точками. Изопериметрическая задача вариационного исчисления.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Видеолекции - [web.rambler.ru/post/gde-smotret-vidеолексии/](http://web.rambler.ru/post/gde-smotret-vidеолексии/)

Дифференциальные уравнения - <http://www.znaniум.com/go.php?id=454637>

Дифференциальные уравнения - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=126](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=126)

Команда MS Teams - ссылка появится в начале 3 семестра

Обыкновенные дифференциальные уравнения - <http://znaniум.com/bookread.php?book=469288>

Обыкновенные дифференциальные уравнения - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2341](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2341)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Рекомендуется аккуратно вести конспект лекций, выделяя главные положения теории, и обращать особое внимание на примеры. Не следует пытаться записать абсолютно все, детали можно найти в рекомендованной литературе. Если лекция пропущена по уважительной причине, то желательно как можно быстрее попросить посмотреть (и переписать) конспект у товарища по группе. Если были предложены задачи для самостоятельного решения, то их желательно все разобрать. Перед следующей лекцией неплохо повторить материал предыдущей темы. Часть лекций может проводиться дистанционно в среде MS Teams (см. ссылку на команду в разделе 8)
лабораторные работы	При выполнении лабораторных работ необходимо использовать теоретический материал, делать ссылки на соответствующие теоремы, свойства, формулы и пр. Решение задач излагается подробно и содержит необходимые пояснительные ссылки. Текущие задания на лабораторные работы выдаются каждую неделю на практическом занятии. Индивидуальные домашние задания выдаются на практических занятиях в начале изучения соответствующих тем.
самостоятельная работа	Изучение данного курса предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над теоретическим материалом, текстами рекомендованных учебников и учебных пособий; развитие навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса. Студентам следует стремиться к активизации знаний на занятиях по другим естественно-научным дисциплинам, связанным с данным курсом. Основной целью самостоятельных занятий по данному курсу является углубленное изучение основных принципов построения приближенных схем, которые используются при аппроксимации граничных задач для дифференциальных уравнений и интегральных уравнений. При подготовке к каждому занятию необходимо обратиться к учебному пособию. Необходимо также изучить литературу и интернет-источники по данной теме, чтобы уточнить определения, формулировки основных результатов, найти аналоги решаемым задачам и выполняемым упражнениям. При работе с примерами необходимо стремиться не только к узнаванию алгоритма решения каждой конкретной задачи, но и к пониманию цели его употребления в данном контексте, функциональной нагрузки, которой данный пример обладает. Самостоятельная работа по изучению курса предполагает внеаудиторную работу. Этапы выполнения самостоятельных работ: 1. Просмотр учебного пособия и рекомендуемой литературы по теме задания. 2. Составление резюме прочитанной главы соответствующего раздела рекомендуемого теоретического источника или учебника. 3. Выполнение заданий по теме и их комментирование.
зачет и экзамен	При подготовке к зачету и к экзамену обучающемуся рекомендуется составить план процесса подготовки, включающей изучение, повторение, систематизацию, логическую обработку материала, анализ полученной информацией с выявлением возможных следствий и неявных свойств объектов, составлением списка возможных дополнительных вопросов и заданий, подготовку к выполнению практических задач по темам дисциплины.

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки "Прикладная математика".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Прикладная математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

#### Основная литература:

1. Бибиков, Ю. Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений : учебное пособие / Ю. Н. Бибиков. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 304 с. - ISBN 978-5-8114-1176-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/1542> (дата обращения: 13.01.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Демидович, Б. П. Дифференциальные уравнения : учебное пособие / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 280 с. - ISBN 978-5-8114-4099-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/115196> (дата обращения: 13.01.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Треногин, В. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебник / В. А. Треногин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-1063-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2341> (дата обращения: 13.01.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению : учебное пособие / В. К. Романко, Н. Х. Агаханов, В. В. Власов, Л. И. Коваленко. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 222 с. - ISBN 978-5-00101-799-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135528> (дата обращения: 13.01.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Петровский, И. Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений : учебное пособие / И. Г. Петровский ; под редакцией А. Д. Мышкиса, О. А. Олейник. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 208 с. - ISBN 978-5-9221-1144-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59554> (дата обращения: 13.01.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Арнольд, В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебник / В. И. Арнольд. - Москва : МЦНМО, 2012. - 341 с. - ISBN 978-5-4439-2007-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/56392> (дата обращения: 13.01.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Прикладная математика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.