

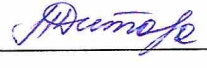



Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»
 Политехнический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет
 имени М.К. Аммосова» в г. Мирном.
 Кафедра фундаментальной и прикладной математики

Рабочая программа дисциплины
Б1.О.17 Дифференциальные уравнения
 для программы бакалавриата
 по направлению подготовки
 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
 Форма обучения: очная

Автор: Якушев Илья Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики, МПТИ (ф)СВФУ, Yakushevilya@mail.ru

<p>РЕКОМЕНДОВАНО</p> <p>Заведующий кафедрой английской филологии</p> <p> /Гадоев М.Г./</p> <p>протокол № <u>6</u></p> <p>от <u>13.04.2023</u></p>	<p>ОДОБРЕНО</p> <p>Заведующий кафедрой фундаментальной и прикладной математики</p> <p> /Гадоев М.Г./</p> <p>протокол № <u>6</u></p> <p>от <u>13.04.2023</u></p>	<p>ПРОВЕРЕНО</p> <p>Нормоконтроль в составе ОП пройден</p> <p>Специалист УМО</p> <p> /Титова Д.Я./</p> <p><u>10.05.2023</u></p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОП</p> <p>Председатель УМС  /Константинова Т.И./</p> <p>Протокол УМС №7 от «11» мая 2023 г.</p>		<p>Эксперт УМС</p> <p> /Ефремова В.А.</p> <p><u>11.05.2023</u></p>

Мирный 2023

1. АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
Б1.О.17 Дифференциальные уравнения
Трудоемкость 9_з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Цель освоения:

- ознакомление студентов с основами теории обыкновенных дифференциальных уравнений;
- обучение студентов простейшими аналитическими методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений;
- ознакомление студентов с использованием дифференциальных уравнений для математического моделирования различных явлений;

Краткое содержание дисциплины: Обыкновенные дифференциальные уравнения, систем обыкновенных дифференциальных уравнений и основные аналитические методы их решения.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук. ОПК-1.2. Умеет использовать их в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.	Знать интерпретацию данных современных научных исследований; Уметь собирать данные, доказывать математические утверждения; решать математические задачи; Владеть (навыками) профессиональным языком предметной области знания; (методиками) некоторыми методами интерпретации данных.	Выполнение практических заданий, тест, устный опрос

1.3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.О.17	Дифференциальные уравнения	3,4	Б1.О.14 Алгебра и теория чисел Б1.О.16 Математический анализ	Дисциплины базовой и вариативной части

1.4. **Язык преподавания:** русский

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

Выписка из учебного плана:

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.О.17 Дифференциальные уравнения	
Курс изучения	2	
Семестр(ы) изучения	3,4	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет / Экзамен	
Курсовой проект/ курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения	-	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	9	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	324	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	15	
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	72	
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	72	
- лабораторные работы		
- практикумы		
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	7	
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	146	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	27	

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах								Часы СРС	
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ		КСР (консультации)
Введение. Основные понятия теории дифференциальных уравнений	41	10		10						1	20
Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной	42	10		10						1	21
Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной	42	10		10						1	21
Дифференциальные уравнения порядка выше первого	42	10		10						1	21
Системы дифференциальных уравнений	42	10		10						1	21
Теория устойчивости	44	11		11						1	21
Уравнения с частными производными первого порядка	44	11		11						1	21
Всего часов	297	72		72						7	146

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Введение. Основные понятия теории дифференциальных уравнений.

Место теории дифференциальных уравнений среди математических дисциплин и ее приложения. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Порядок уравнения, решение, интеграл, общее решение, общий интеграл. Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Понятие решения, интегральной кривой. Поле направлений. Метод изоклин.

Тема 2. Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной.

Дифференциальные уравнения первого порядка в симметричной форме. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Уравнения первого порядка, интегрируемые в квадратурах: уравнения с разделенными переменными, уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения и уравнения, приводящиеся к ним. Линейные уравнения первого порядка. Метод вариации постоянной. Уравнения Бернулли и Риккати. Задача Коши для уравнения первого порядка. Лемма Асколи-Арцела. Теорема Пеано. Теорема о единственности решения задачи Коши с правой частью, удовлетворяющей условию Липшица. Теорема Осгуда о единственности.

Тема 3. Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной.

Дифференциальные уравнения первого порядка не разрешенные относительно производной. Частные виды уравнения $F(x, y, y') = 0$, задача Коши, особые решения, огибающая. Общий метод введения параметра. Уравнение Лагранжа. Уравнение Клеро. Теорема существования и единственности для дифференциальных уравнений, не разрешенных относительно производной.

Тема 4. Дифференциальные уравнения порядка выше первого.

Линейное дифференциальное уравнение n -го порядка. Простейшие случаи понижения порядка. Существование и единственность решения задачи Коши. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского. Формула Остроградского-Лиувилля. Общее решение однородного линейного дифференциального уравнения n -го порядка. Составление линейного однородного дифференциального уравнения по заданной фундаментальной системе решений. Неоднородное линейное дифференциальное уравнение n -го порядка. Общее решение. Метод вариации постоянных. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами. Общее решение однородного уравнения. Уравнение Эйлера. Частные решения для правых частей специального вида.

Тема 5. Системы дифференциальных уравнений.

Нормальные системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Теорема существования и единственности. Связь между уравнениями высшего порядка и системами дифференциальных уравнений. Линейные системы дифференциальных уравнений. Определитель Вронского для системы. Формула Лиувилля-Остроградского для системы. Общее решение однородной системы. Фундаментальная система решений. Фундаментальная матрица. Метод Эйлера решения линейных однородных систем с постоянными коэффициентами. Матричный метод решения линейных однородных систем с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные системы. Метод вариации произвольной постоянной. Метод Эйлера решения неоднородных систем. Частные решения систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами для правых частей специального вида

Краевая задача для линейной системы. Функция Грина. Общее решение, общий интеграл, независимые интегралы системы дифференциальных уравнений.

Тема 6. Теория устойчивости.

Понятие об устойчивости по Ляпунову и асимптотической устойчивости. Точки покоя. Устойчивость по Ляпунову решений линейных систем с постоянными коэффициентами. Фазовые траектории двумерной линейной системы с постоянными коэффициентами.

Простейшие типы точек покоя. Особые точки, седло, узел, фокус, центр. Критерии устойчивости. Устойчивость решений систем нелинейных дифференциальных уравнений. Исследование на устойчивость по первому приближению. Второй метод А.М.Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости и неустойчивости. Исследование на устойчивость при помощи функций Ляпунова. Теорема Четаева о неустойчивости.

Тема 7. Уравнения в частных производных первого порядка.

Уравнения в частных производных первого порядка. Основные понятия. Теорема Ковалевской. Линейные и квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка. Связь характеристик с решениями. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши (случай двух независимых переменных). Уравнения Пфаффа. Нелинейные уравнения первого порядка. Метод характеристик или метод Коши.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

При проведении занятий применяется игровое проектирование, компьютерная симуляция, дискуссия.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Подготовка к лабораторным занятиям.
2. Самостоятельное изучение отдельных вопросов в соответствии со структурой дисциплины, составление конспектов.
3. Самостоятельное выполнение лабораторных работ.
4. Подготовка к тестированию, аудиторной контрольной работе.
5. Выполнение домашних заданий.
6. Подготовка к промежуточной аттестации.

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1.	Введение. Основные понятия теории дифференциальных уравнений	Проработка теоретического материала.	20	Прием проработок. Устный опрос
2.	Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной	Проработка теоретического материала. Контрольное задание для СРС	21	Прием проработок. Устный опрос. Прием контрольного задания
3.	Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной	Проработка теоретического материала. Контрольное задание для СРС	21	Прием проработок. Устный опрос. Прием контрольного задания
4.	Дифференциальные уравнения порядка выше первого	Проработка теоретического материала. Контрольное	21	Прием проработок. Устный опрос. Прием контрольного задания

		задание для СРС		
5.	Системы дифференциальных уравнений	Проработка теоретического материала. Контрольное задание для СРС	21	Прием проработок. Устный опрос. Прием контрольного задания
6.	Теория устойчивости	Проработка теоретического материала. Контрольное задание для СРС	21	Прием проработок. Устный опрос. Прием контрольного задания
7.	Уравнения с частными производными первого порядка	Проработка теоретического материала. Контрольное задание для СРС	21	Прием проработок. Устный опрос. Прием контрольного задания

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6. Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
Введение. Основные понятия теории дифференциальных уравнений	9	14
Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной	9	14
Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной	9	14
Дифференциальные уравнения порядка выше первого	9	14
Системы дифференциальных уравнений	8	14
Теория устойчивости	8	15
Уравнения с частными производными первого порядка	8	15
Количество баллов для получения зачета (min-max)	60	100

Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
Введение. Основные понятия теории дифференциальных уравнений	6	10
Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной	6	10
Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной	6	10
Дифференциальные уравнения порядка выше первого	6	10
Системы дифференциальных уравнений	7	10
Теория устойчивости	7	10
Уравнения с частными производными первого порядка	7	10
Количество баллов для допуска к экзамену (min-max)	45	70

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (дескриптор) (по П.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерий оценивания	Оценка
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук. ОПК-1.2. Умеет использовать их профессионально-деятельности. ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессионально-деятельности на основе теоретических знаний.	Знать интерпретацию данных современных научных исследований; Уметь собирать данные, доказывать математические утверждения; решать математические задачи; Владеть (навыками) профессиональным языком предметной области знания; (методиками) некоторыми методами интерпретации данных.	Высокий	Освоены все компетенции. Студент показывает отличные теоретические и практические знания по дисциплине. Может самостоятельно найти пути решения поставленной задачи.	отлично
			Базовый	Студент показывает хорошие знания по дисциплине. Может применять полученные знания при решении базовых прикладных задач.	хорошо
			Минимальный	Студент показывает хорошие теоретические знания. Знает основные алгоритмы решения задач.	удовлетворительно
			Не освоены	Знания студента по дисциплине минимальны.	неудовлетворительно

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Коды оцениваемых компетенций	Оцениваемый показатель (ЗУВ)	Тема	Образец типового (тестового или практического) задания (вопроса)
ОПК-1	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия, определения, свойства решений обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; – методы интегрирования простейших типов дифференциальных уравнений; – методы качественного исследования дифференциальных уравнений; – области приложений дифференциальных уравнений в естественных науках. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – правильно ставить задачу Коши и анализировать свойства ее решений ; – аналитически решать простейшие дифференциальные уравнения; – находить решения систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; – анализировать устойчивость решений систем дифференциальных уравнений; – пользоваться математической литературой для самостоятельного изучения свойств дифференциальных уравнений. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений; – методами решения систем линейных дифференциальных уравнений; – методами анализа устойчивости систем дифференциальных уравнений 	<p>Введение.</p> <p>Основные понятия теории дифференциальных уравнений</p> <p>Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной</p>	<p>1. Понятие о дифференциальном уравнении (порядок уравнения, решения и интегральные кривые). Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям.</p> <p>2. Геометрическое истолкование уравнения первого порядка и его решений (поле направлений, изоклины). Задача Коши для уравнения первого порядка.</p> <p>1. Достаточные условия существования и единственности решения задачи Коши, теорема Пикара (без доказательства). Понятие о методе последовательных приближений (Метод Пикара).</p> <p>2. Понятия об общем, частном и особом решениях дифференциального уравнения первого порядка.</p> <p>3. Простейшие дифференциальные уравнения первого порядка (уравнение, не содержащее искомой функции; уравнение, не содержащее независимой переменной; уравнение с разделенными переменными; уравнение с разделяющимися переменными).</p> <p>4. Однородное уравнение первого порядка (определение однородной функции степени m, особые решения). Уравнения, приводящие к однородным уравнениям.</p> <p>5. Линейное уравнение первого порядка. Интегрирование неоднородного линейного уравнения. Метод вариации произвольной постоянной.</p> <p>6. Уравнение Бернулли.</p> <p>7. Уравнение Дарбу.</p> <p>8. Уравнение Риккати.</p> <p>9. Уравнение в полных дифференциалах.</p> <p>10. Интегрирующий множитель. Некоторые способы нахождения интегрирующего множителя.</p>

<p>Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной</p>	<p>1. Уравнения первого порядка, неразрешенные относительно производной. Достаточные условия существования и единственности решения уравнения первого порядка, неразрешенные относительно производной. 2. Уравнение Лагранжа. Уравнение Клеро. 3. Приближенные методы интегрирования дифференциальных уравнений (метод Эйлера, метод Адамса).</p>
<p>Дифференциальные уравнения порядка выше первого</p>	<p>1. Уравнение n-го порядка общего вида (основные понятия и определения). Постановка задачи Коши для уравнения n-го порядка. Теорема существования и единственности решения уравнения n-го порядка. Понятие об общем и частном решениях уравнения n-го порядка. 2. Понижения порядка уравнения n-го порядка (уравнение, содержащее только независимую переменную и производную порядка n, уравнение, не содержащее искомой функции, уравнение, не содержащее искомой функции и последовательных первых производных). 3. Понижения порядка уравнения n-го порядка (уравнение, не содержащее независимой переменной, уравнение, однородное относительно искомой функции и ее производных). 4. Теорема Пикара для уравнения n-го порядка. 5. Общие свойства линейного уравнения n-го порядка (инвариантность линейного уравнения относительно любого преобразования независимой переменной, инвариантность линейного уравнения относительно линейного преобразования искомой функции). 6. Свойство решений однородного линейного уравнения n-го порядка. Понятие о линейной независимости функций. Необходимое условие линейной зависимости n функций. Определитель Вронского.</p>

7. Необходимое и достаточное условия линейной независимости n решений однородного линейного уравнения n -го порядка.

8. Формула Остроградского – Лиувилля.

9. Фундаментальная система решений однородного линейного уравнения n -го порядка. Построения общего решения линейного однородного уравнения n -го порядка. Число линейно независимых решений однородного линейного уравнения n -го порядка.

10. Построение однородного линейного уравнения, имеющего заданную фундаментальную систему решений.

11. Понижение порядка однородного линейного уравнения при помощи линейно независимых частных решений.

12. Неоднородное линейное уравнения n -го порядка с переменными коэффициентами (общие свойства). Метод вариации произвольных постоянных (Метод Лагранжа).

13. Однородные линейные уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами (построение фундаментальной системы и общего решения однородного линейного уравнения в случае различных корней характеристического уравнения).

14. Построение фундаментальной системы и общего решения однородного линейного уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами в случае наличия кратных корней характеристического уравнения.

15. Неоднородное линейное уравнение n -го порядка с постоянными коэффициентами. Некоторые методы нахождения частных решений линейного неоднородного уравнения n -го порядка.

		<p>Системы дифференциальных уравнений</p> <p>1. Нормальные системы дифференциальных уравнений (определения основных понятий). Приведения уравнения n-го порядка к нормальной системе n-уравнений. Приведение нормальной системы к одному уравнению (метод исключения).</p> <p>2. Теорема Пикара для нормальной системы дифференциальных уравнений.</p> <p>3. Линейные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера. Случай различных корней характеристического уравнения. Случай наличия кратных корней характеристического уравнения.</p> <p>4. Линейные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера. Случай наличия кратных корней характеристического уравнения.</p>
		<p>Теория устойчивости</p> <p>1. Понятия устойчивости решения в смысле Ляпунова (устойчивость в смысле Ляпунова, асимптотическая устойчивость).</p> <p>2. Исследование на устойчивость по первому приближению. Теорема Ляпунова об устойчивости.</p> <p>3. Особые точки нормальной системы дифференциальных уравнений. Точки равновесия (покоя). Поведение интегральных кривых уравнения с дробно-линейной правой частью в окрестности особой точки (узел, седло, фокус, центр, вырожденный узел).</p> <p>4. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости. Теорема Четаева о неустойчивости точек покоя.</p> <p>5. Исследование на устойчивость по первому приближению.</p> <p>6. Признаки отрицательности действительных частей всех корней многочлена (теорема Гурвица).</p>

	Уравнения с частными производными первого порядка	<p>1. Уравнение с частными производными первого порядка и его решение. Связь однородного линейного уравнения с частными производными с системой дифференциальных уравнений в симметрической форме.</p> <p>2. Задача Коши для уравнения с частными производными первого порядка. Теорема существования и единственности решения задачи Коши (случай двух независимых переменных).</p> <p>3. Уравнения Пфаффа.</p> <p>4. Нелинейные уравнения с частными производными первого порядка.</p> <p>5. Метод характеристик или метод Коши для решения уравнений с частными производными первого порядка.</p>
--	---	--

6.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания

№	Вид работы	Норма	Максимальное количество баллов
3-ий семестр			
1	Посещений занятий	0,25 балла / 2 часа ауд. зан.	18
2	Домашние задания	0 – 12 баллов	12
3	Индивидуальные задания	0 – 16 баллов	16
4	Контрольная работа № 1	0 – 12 баллов	12
5	Контрольная работа № 2	0 – 12 баллов	12
6	Зачетное задание	0 – 30 баллов	30
	Итого за семестр		100
4-ый семестр			
1	Посещений занятий	0,25 балла / 2 часа ауд. зан.	18
2	Домашние задания	0 – 12 баллов	12
3	Индивидуальные задания	0 – 16 баллов	16
4	Контрольная работа № 1	0 – 12 баллов	12
5	Контрольная работа № 2	0 – 12 баллов	12
6	Экзамен	0 – 30 баллов	30
	Итого за семестр		100

Зачетное задание по дисциплине проводится в письменном виде и содержит 5 пунктов, содержащих как теоретические вопросы, так и задачи. Ответ студента на каждый пункт билета оценивается от 0 до 6 баллов. Зачет ставится при наборе не менее 60 баллов. Если студент не набрал 60 баллов, необходимых для получения зачета, то он должен сдать весь обязательный минимум и/ или получить у преподавателя дополнительные задания с указанием конкретных баллов за данную работу и сроков ее сдачи.

Экзамен по дисциплине проводится в письменном виде. Экзаменационный билет содержит 5 пунктов, содержащих как теоретические вопросы, так и задачи. Ответ студента на каждый пункт билета оценивается от 0 до 6 баллов.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Кол-во экземпляров в библиотеке МПТИ(ф) СВФУ	Кол-во экземпляров в кафедральной библиотеке
Основная литература				
1	Бибиков Ю.Н., Курс обыкновенных дифференциальных уравнений, учебное пособие, СПб.: 2011		15	
Дополнительная литература				
1	Матвеев Н.М., Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений, учебное пособие, СПб.: 2003		15	
2	Болотюк В.А., Практикум и индивидуальные задания по обыкновенным дифференциальным уравнениям (типовые расчеты), учебное пособие, СПб.: Лань, 2014		15	https://e.lanbook.com/book/51934

/

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru
2. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных и практических занятий используются аудитории, оборудованные интерактивной доской, компьютерами.

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

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий;
- использование специализированных и офисных программ.

10.2. Перечень программного обеспечения

Программы для чтения документов в формате djvu, pdf.

10.3. Перечень информационных справочных систем

Консультант, Гарант.

