

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ**  
**Кафедра Высшей математики**

Одобрено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дифференциальные и интегральные уравнения

---

*название дисциплины*

для направления подготовки

04.03.01 Химия

---

*код и название специальности*

профиль

Аналитическая химия

---

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель изучения дисциплины:

- обеспечение необходимыми знаниями для работы с основными понятиями теории дифференциальных уравнений;
- развитие навыков постановки и решения задач, связанных с математическим моделированием и требующих исследования дифференциальных уравнений;
- расширение общематематического и общефизического кругозора.

### Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных понятий и определений теории дифференциальных уравнений;
- изучение основных методов решения дифференциальных уравнений;
- обучение студентов способам качественного исследования дифференциальных уравнений и систем, связанных с простейшими моделями естествознания, с целью получения характеристик решений без непосредственного их построения;
- формирование у студента способности применять модели, изучаемые в курсе, к решению практических задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к естественно-научному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Векторный и тензорный анализ», «Функциональный анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Уравнения математической физики», а также основных разделов физики.

Дисциплина изучается на II курсе в 4 семестре.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компет енций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-3	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	З-ОПК-3 Знать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-3 Уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического

		анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования В-ОПК-3 Владеть навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
--	--	---

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

-

#### 5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы:
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>	
Аудиторные занятия ( <i>всего</i> )	96
В том числе:	
<i>лекции</i>	48
<i>практические занятия</i>	48
<b>Промежуточная аттестация</b>	
В том числе:	
<i>Экзамен</i>	36
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	
Самостоятельная работа обучающихся	48
<b>Всего (часы):</b>	<b>180</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>5</b>

#### 6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

##### 6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Основные понятия теории дифференциальных уравнений.	2	2			2
1.1	Основные понятия теории дифференциальных	2	2			2

	уравнений.					
<b>2.</b>	<b>Уравнения первого порядка.</b>	<b>10</b>	<b>14</b>			<b>11</b>
2.1.	Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Уравнения с разделяющимися переменными.	4	5			4
2.2.	Уравнения в полных дифференциалах. Линейные уравнения первого порядка.	3	5			4
2.3.	Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Уравнения, не разрешенные относительно производной.	3	4			3
<b>3.</b>	<b>Уравнения порядка выше первого.</b>	<b>12</b>	<b>10</b>			<b>7</b>
3.1.	Уравнения порядка выше первого. Линейные уравнения.	3	2			2
3.2.	Однородные линейные уравнения порядка $n$ .	3	2			1
3.3.	Однородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами.	3	4			2
3.4.	Неоднородные линейные уравнения порядка $n$ .	3	2			2
<b>4.</b>	<b>Системы дифференциальных уравнений.</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			<b>5</b>
4.1.	Системы дифференциальных уравнений. Нормальные системы. Линейные системы дифференциальных уравнений.	3				2
4.2.	Решение однородных линейных систем. Неоднородные системы.-	3	6			4
<b>5.</b>	<b>Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка.</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			<b>5</b>
5.1.	Постановка краевых задач. Разрешимость неоднородных краевых задач.	3	3			3
5.2.	Однородные краевые задачи. Решение уравнений при помощи рядов.	3	3			3
<b>6.</b>	<b>Устойчивость решений дифференциальных</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			<b>5</b>

	<b>уравнений.</b>					
6.1.	Понятие устойчивости (по Ляпунову). Точки покоя.	3	3			2
6.2.	Исследование на устойчивость по первому приближению. Прямой (второй) метод Ляпунова.	3	3			3
<b>7.</b>	<b>Уравнения с частными производными первого порядка.</b>	<b>8</b>	<b>6</b>			<b>5</b>
7.1.	Уравнения с частными производными первого порядка. Линейные уравнения. Решение квазилинейных уравнений.	4	3			3
7.2.	Решение задачи Коши для квазилинейных уравнений.	4	3			4
	<b>Всего:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>			<b>48</b>

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа.

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
<b>1.</b>	<b>Основные понятия теории дифференциальных уравнений.</b>	
1.1.	Основные понятия теории дифференциальных уравнений.	Основные понятия. Примеры. <i>Литература: [1, 2, 3].</i>
<b>2.</b>	<b>Уравнения первого порядка.</b>	
2.1.	Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Уравнения с разделяющимися переменными.	Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Их геометрическая интерпретация. Уравнения с разделяющимися переменными. Уравнения, приводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными. <i>Литература: [1, 2, 3].</i>
2.2.	Уравнения в полных дифференциалах. Линейные уравнения первого порядка.	Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Линейные уравнения первого порядка. Метод вариации произвольной постоянной. <i>Литература: [1, 2, 3].</i>

2.3.	Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Уравнения, не разрешенные относительно производной.	Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Особые точки. Особые решения. <i>Литература: [1, 2, 3].</i>
<b>3.</b>	<b>Уравнения порядка выше первого.</b>	
3.1.	Уравнения порядка выше первого. Лине- нейные уравнения.	Уравнения порядка выше первого. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для уравнения, разрешенного относительно старшей производной. Линейные уравнения. Общие свойства линейных уравнений. <i>Литература: [1, 2, 3].</i>
3.2.	Однородные линей- ные уравнения по- рядка $n$ .	Однородные линейные уравнения порядка $n$ . Определитель Вронского. Фундаментальная система решений. Общее решение. Формула Остроградского-Лиувилля. <i>Литература: [1, 2, 3].</i>
3.3.	Однородные линейные уравнения с по- стоянными коэффициентами.	Однородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера. Общее решение однородного уравнения с постоянными коэффициентами. <i>Литература: [1, 2, 3].</i>
3.4.	Неоднородные ли- нейные уравнения порядка $n$ .	Неоднородные линейные уравнения порядка $n$ . Общее решение неоднородного уравнения. Метод вариации произвольных постоянных. Функция Коши. <i>Литература: [1, 2, 3].</i>
<b>4.</b>	<b>Системы дифференциальных уравнений.</b>	
4.1.	Системы дифференциальных уравнений. Нормальные системы. Линейные систе- мы дифференциаль- ных уравнений.	Системы дифференциальных уравнений. Нормальные системы. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для нормальной системы. Линейные системы дифференциальных уравнений. Общие свойства линейных систем. <i>Ли- тература: [1, 2, 3].</i>
4.2.	Решение однородных линейных систем. Неоднородные си- стемы.	Решение однородных линейных систем. Фундамен- тальная система решений. Определитель Вронского. Решение однородных систем с постоянными коэф- фициентами. Неоднородные системы. Метод varia- ции произвольных постоянных. Матрица Коши. <i>Литература: [1, 2, 3].</i>
<b>5.</b>	<b>Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка.</b>	
5.1.	Постановка краевых задач. Разрешимость неоднородных крае- вых задач.	Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка. Постановка краевых задач. Разрешимость неоднородных краевых задач. Функция Грина, её свойства. <i>Литература: [1, 2, 4].</i>

5.2.	Однородные краевые задачи. Решение уравнений при помощи рядов.	Однородные краевые задачи. Собственные значения и собственные функции, их свойства. Решение уравнений при помощи рядов. <i>Литература: [1, 2, 4].</i>
<b>6.</b>	<b>Устойчивость решений дифференциальных уравнений.</b>	
6.1.	Понятие устойчивости (по Ляпунову). Точки покоя.	Понятие устойчивости (по Ляпунову). Асимптотическая устойчивость. Точки покоя. Простейшие типы точек покоя на плоскости. <i>Литература: [1, 2, 4].</i>
6.2.	Исследование на устойчивость по первому приближению. Прямой (второй) метод Ляпунова.	Исследование на устойчивость по первому приближению. Прямой (второй) метод Ляпунова. Теоремы Ляпунова и Четаева. <i>Литература: [1, 2, 4].</i>
<b>7.</b>	<b>Уравнения с частными производными первого порядка.</b>	
7.1.	Уравнения с частными производными первого порядка. Линейные уравнения. Решение квазилинейных уравнений.	Уравнения с частными производными первого порядка. Линейные уравнения. Характеристическая система. Общее решение линейного уравнения. Решение квазилинейных уравнений. <i>Литература: [1, 2, 4].</i>
7.2.	Решение задачи Коши для квазилинейных уравнений.	Решение задачи Коши для квазилинейных уравнений с частными производными первого порядка. Разрывные решения. <i>Литература: [1, 2, 4].</i>

*Практические/семинарские занятия*

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
<b>1.</b>	<b>Основные понятия теории дифференциальных уравнений.</b>	
1.1.	Основные понятия теории дифференциальных уравнений.	Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Геометрическая интерпретация уравнений первого порядка.
<b>2.</b>	<b>Уравнения первого порядка.</b>	
2.1.	Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Уравнения с разделяющимися переменными.	Уравнения с разделяющимися переменными и приводящиеся к ним.
2.2.	Уравнения в полных дифференциалах. Линейные уравнения первого порядка.	Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Линейные уравнения первого порядка и приводящиеся к ним.

2.3.	Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Уравнения, не разрешенные относительно производной.	Уравнения, не разрешенные относительно производной.
<b>3.</b>	<b>Уравнения порядка выше первого.</b>	
3.1.	Уравнения порядка выше первого. Линейные уравнения.	Уравнения порядка выше первого, допускающие понижение порядка.
3.2.	Однородные линейные уравнения порядка $n$ .	Однородные линейные уравнения с переменными коэффициентами. Формула Остроградского-Лиувилля.
3.3.	Однородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами	Однородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера.
3.4.	Неоднородные линейные уравнения порядка $n$ .	Неоднородные линейные уравнения. Метод вариации произвольных постоянных.
<b>4.</b>	<b>Системы дифференциальных уравнений.</b>	
4.1.	Системы дифференциальных уравнений. Нормальные системы. Линейные системы дифференциальных уравнений.	
4.2.	Решение однородных линейных систем. Неоднородные системы.	Однородные и неоднородные линейные системы с постоянными коэффициентами.
<b>5.</b>	<b>Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка.</b>	
5.1	Постановка краевых задач. Разрешимость неоднородных краевых задач.	Решение краевых задач. Функция Грина.
5.2	Однородные краевые задачи. Решение уравнений при помощи рядов.	Решение задач на собственные значения.
<b>6.</b>	<b>Устойчивость решений дифференциальных уравнений.</b>	

6.1	Понятие устойчивости (по Ляпунову). Точки покоя.	Устойчивость решений. Исследование на устойчивость простейших точек покоя.
6.2	Исследование на устойчивость по первому приближению. Прямой (второй) метод Ляпунова.	Исследование на устойчивость по первому приближению. Прямой метод Ляпунова. Критерий Гурвица.
<b>7.</b>	<b>Уравнения с частными производными первого порядка.</b>	
7.1.	Уравнения с частными производными первого порядка. Линейные уравнения. Решение квазилинейных уравнений.	Решение линейных и квазилинейных уравнений с частными производными первого порядка.
7.2.	Решение задачи Коши для квазилинейных уравнений.	Задача Коши для уравнений с частными производными первого порядка.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Алмаев Р.Х., Слесарев А.Г. Ряды и интегралы Фурье. Учебное пособие по курсу «Математический анализ» для студентов второго курса. Обнинск, ИАТЭ, 2015. - 44с.

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
<b>Текущая аттестация, 4 семестр</b>			
1.	<b>Основные понятия теории дифференциальных уравнений.</b>	ОПК-3	Контрольная работа 1, зачёт
2.	<b>Уравнения первого порядка.</b>	ОПК-3	Контрольная работа 1, зачёт
3.	<b>Уравнения порядка выше первого.</b>	ОПК-3	Контрольная работа 2, зачёт
4.	<b>Системы дифференциальных уравнений.</b>	ОПК-3	Контрольная работа 2, зачёт
5.	<b>Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка.</b>	ОПК-3	Экзамен
6.	<b>Устойчивость решений дифференциальных уравнений.</b>	ОПК-3	Экзамен

7.	Уравнения с частными производными первого порядка.	ОПК-3	Экзамен
<b>Промежуточная аттестация, 4 семестр</b>			
	Экзамен	ОПК-3	

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

## 8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
  - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
  - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум	Максимум
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Контрольная работа №1	8	18	30
ИДЗ №1	8		
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Контрольная работа №2	16	17	30
ИДЗ №2	16		
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>

Зачёт	-	25	40
Билет для зачёта	-	25	40
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

#### 8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
<b>90-100</b>	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
<b>85-89</b>	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
<b>75-84</b>		C	
<b>70--74</b>		D	
<b>65-69</b>	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
<b>60-64</b>			
<b>0-59</b>	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится

			обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине
--	--	--	--

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### *а) основная учебная литература:*

1. Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения. М.:Наука, 1998. (5 экз.); М.:Наука, 1985. (5 экз.); М.:Наука, 1980. (5 экз.)
2. Филиппов А.Ф. Введение в теорию дифференциальных уравнений: Учебник. М.: Едиториал УРСС, 2004. (400 экз.)
3. Буробин А.В. Дифференциальные уравнения. Конспект лекций по курсу «Высшая математика». Ч. 1. Обнинск: ИАТЭ, 2003. (200 экз.)
4. Буробин А.В. Дифференциальные уравнения. Конспект лекций по курсу «Высшая математика». Ч. 2. Обнинск: ИАТЭ, 2007. (50 экз.)
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. Москва-Ижевск: «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. (3 экз.); М.: Наука, 1992. (500 экз.)
6. Буробин А.В. Методические указания к выполнению домашнего задания по курсу «Дифференциальные уравнения». Обнинск: ИАТЭ, 2002. (150 экз.)

### *б) дополнительная учебная литература:*

7. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1970.
8. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1970.
9. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. – М.: Наука, 1969.
10. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения. М.: Ком Книга, 2006.
11. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк Н.А. Дифференциальные уравнения: примеры и задачи. М.: Высшая школа, 1989.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. [http://math.phys.msu.ru/Education/General\\_courses/Differential\\_equations/show\\_page](http://math.phys.msu.ru/Education/General_courses/Differential_equations/show_page) (методические материалы кафедры математики физического факультета МГУ по курсу «Дифференциальные уравнения»)
2. <http://math.phys.msu.ru/data/57/lekcii.pdf> (МГУ, семестровый курс лекций по теории дифференциальных уравнений для студентов физического факультета)
3. <http://detc.usu.ru/courses/cm011/index.html> (Э.В.Вдовина, В.Г.Пименов, Уральский ГУ, интернет-учебник по теории дифференциальных уравнений ЦТДО)
3. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/solutions/ode.htm> (международный научно-образовательный сайт EqWorld, обыкновенные дифференциальные уравнения)
4. <http://www.edudic.ru/bes/19049/> (Энциклопедический словарь, “дифференциальное уравнение”)
7. <http://www.exponenta.ru/educat/class/courses/student/ode/examples.asp> (примеры решения типовых задач курса теории обыкновенных дифференциальных уравнений в среде математических пакетов Mathcad и Mathematica)

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Лекции.**

При изучении дисциплины необходимо конспектировать лекции, кратко записывая основные определения, формулировки теорем и основные пункты их доказательств. Для понимания материала лекций и его качественного усвоения рекомендуется за день до следующей лекции прочитать и повторить материал по конспекту. В случае возникших вопросов изучить теоретический материал по учебнику либо получить консультацию у преподавателя. Желательно дополнительно прочитывать материал по рекомендованным учебникам.

### **Практические занятия.**

При подготовке к практическим занятиям надо прочитать теоретический материал по теме и просмотреть материалы предыдущего семинара и только потом приступать к выполнению домашнего задания. На практических занятиях активно участвовать в работе группы, в случае невыполнения отдельных заданий задавать вопросы преподавателю.

### **Контрольная работа.**

При подготовке к контрольной необходимо повторить теоретический материал по лекциям и учебникам, просмотреть типичные задачи по теме, которые решались на занятиях и в домашних заданиях, решить несколько задач по теме из сборника индивидуальных заданий (Кузнецов[4]).

### **Зачёт.**

При подготовке к зачёту необходимо изучить теоретический материал, который выносится на зачёт, по конспекту лекций. Для лучшего понимания или в случае возникновения вопросов обратиться к рекомендуемым учебникам или Интернет-ресурсам. На консультациях активно выяснять возникшие вопросы. Зачёт является итоговой аттестацией по предмету за семестр, поэтому он требует систематизации всего лекционного и практического материала. Совершенно необходимо для подготовки к экзамену вдумчиво и внимательно выполнить индивидуальное домашнее задание. Задачи по типу этого задания часто встречаются на экзамене. Для успешной сдачи зачёта требуется систематическая работа в семестре, активная самостоятельная работа с учебниками или Интернет-ресурсами.

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

#### **12.1. Перечень информационных технологий**

Не требуется

#### **12.2. Перечень программного обеспечения**

Не требуется

#### **12.3. Перечень информационных справочных систем**

Не требуется

### **13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Для преподавания дисциплины "Векторный и тензорный анализ" необходимы учебные аудитории для чтения лекций и практических занятий, оборудованные доской и мелом.

### **14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ**

#### **14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Лекции.

Практические занятия.

Контрольные работы.

Индивидуальные задания.

Самостоятельная работа студентов.

#### **14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)**

### **Вопросы и типовые задания для самопроверки по курсу**

1. Найти площадь фигуры, ограниченной данными линиями.

$$y^2 - 2y + x^2 = 0, y^2 - 4y + x^2 = 0, y = \frac{x}{\sqrt{3}}, y = \sqrt{3}x$$

2. Вычислить тройной интеграл

$$\iiint_V (x+y) dx dy dz, V: z = 10x, x+y = 1, x=0, y=0, z=0.$$

3. Найти объем тела, заданного неравенствами

$$1 \leq x^2 + y^2 + z^2 \leq 4, z \leq -\sqrt{\frac{x^2 + y^2}{3}}, y \geq \frac{x}{\sqrt{3}}, y \geq -\frac{x}{\sqrt{3}}$$

4. Найти поток векторного поля  $\mathbf{a}$  через часть поверхности  $S$ , вырезаемую плоскостями  $P_1, P_2$  (нормаль внешняя к замкнутой поверхности, образуемой данными поверхностями).

$$\vec{a} = (x^3 + xy^2)\vec{i} + (y^3 + x^2y)\vec{j} + z^2\vec{k},$$

$$S: x^2 + y^2 = 16, P_1: z = -1, P_2: z = 2.$$

5. Найти поток векторного поля  $\vec{a}$  через часть плоскости  $P$ , расположенную в первом октанте (нормаль образует острый угол с осью  $Oz$ )  $\vec{a} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}, P: x + y + z = 1.$

6. Найти циркуляцию векторного поля  $\vec{a} = yz\vec{i} + 2xz\vec{j} + xy\vec{k}$  вдоль контура  $\Gamma$

$$\Gamma: \begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = 25, \\ x^2 + y^2 = 9(z > 0). \end{cases}$$

7. Найти работу силы  $F = (x + 2y)\vec{i} + (y + 2x)\vec{j}$  при перемещении вдоль прямолинейного отрезка  $MN, M(-4, 0), N(0, 2).$

8. Найти площадь фигуры, ограниченной данными линиями

$$x^2 - 2x + y^2 = 0, x^2 - 10x + y^2 = 0, y = 0, y = \sqrt{3}x$$

9. Вычислить тройной интеграл

$$\iiint_V xyz \, dx \, dy \, dz, V: y = x, y = 0, x = 1, z = x^2 + y^2, z = 0.$$

10. Найти объем тела, ограниченного поверхностями

$$x^2 + y^2 = 2\sqrt{2}y, z = x^2 + y^2 - 4, z = 0 (z \geq 0).$$

11. Найти поток векторного поля  $\vec{a}$  через часть поверхности  $S$ , вырезаемую плоскостями  $P_1, P_2$  (нормаль внешняя к замкнутой поверхности, образуемой данными поверхностями).

$$\vec{a} = (x - y)\vec{i} + (x + y)\vec{j} + z^2\vec{k}, S: x^2 + y^2 = 4, P_1: z = -2, P_2: z = 2.$$

12. Найти поток векторного поля  $\vec{a}$  через замкнутую поверхность  $S$  (нормаль внешняя).

$$\vec{a} = (5x - 6)\vec{i} + (11x^2 + 2y)\vec{j} + (x^2 - 4z)\vec{k}, S: \begin{cases} x + y + 2z = 2, \\ x = 0, y = 0, z = 0. \end{cases}$$

13. Найти работу силы  $F = x\vec{i} + y\vec{j}$  при перемещении вдоль прямолинейного отрезка  $MN, M(4, 0), N(0, -2).$

14. Найти циркуляцию векторного поля  $\vec{a} = y\vec{i} - x\vec{j} + z\vec{k}$  вдоль контура

$$\Gamma: \begin{cases} x = \cos t, y = \sin t, \\ z = 3. \end{cases}$$

### 14.3. Краткий терминологический словарь

Асимптота, биекция, бесконечно большая величина, бесконечно малая величина, верхняя (нижняя) грань множества, градиент функции, график функции, дивергенция, дифференциал, дифференциальный бином, граница множества, индукция, индукция математическая, интеграл (несобственный, сходящийся, неопределенный, определенный, двойной, тройной, поверхностный, криволинейный), интеграл Дарбу, интегральная сумма, иррациональное число, касательная прямая и плоскость, квадратуемые и кубуемые множества, криволинейные координаты, компакт, кривая (гладкая, спрямляемая, кусочно-гладкая), кривизна, монотонность функции и последовательности, непрерывность, норма, нормаль, область (определения функции), окрестность (проколота), оператор, остаток ряда, отображение, первообразная, последовательность и подпоследовательность, предел, производная, полином, поле (действительных, комплексных) чисел, признак (сходимости, сравнения), принцип вложенных

отрезков, прообраз, равномерная непрерывность, радиус сходимости, разрыв (устранимый, неустранимый), ротор, ряд, сумма ряда, сумма Дарбу, точка (максимума, минимума, экстремума, разрыва), функция, экстремум.

## **15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

**Для лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала

(понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

**Программу составил (а) (и):**

А.В. Буробин, доцент, к.ф.-м.н., доцент