

Рабочая программа дисциплины

Дифференциальные уравнения

<i>Направление подготовки</i>	Информационные системы и технологии
<i>Код</i>	09.03.02
<i>Направленность (профиль)</i>	Информационные системы и технологии в экономике и управлении
<i>Квалификация выпускника</i>	Бакалавр

1. Перечень кодов компетенций, формируемых дисциплиной в процессе освоения образовательной программы

Группа компетенций	Категория компетенций	Код
Универсальные	Системное и критическое мышление	УК-1
Универсальные	Разработка и реализация проектов	УК-2
Общепрофессиональные	-	ОПК-1

2. Компетенции и индикаторы их достижения

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1: Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи.</p> <p>УК-1.2: Выбирает ресурсы для поиска информации необходимой для решения поставленной задачи.</p> <p>УК-1.3: Находит, критически анализирует, сопоставляет, систематизирует и обобщает обнаруженную информацию, определяет парадигму, в рамках которой будет решаться поставленная задача.</p> <p>УК-1.4: Выявляет системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы.</p> <p>УК-1.5: Предлагает решение(я) задачи, оценивает достоинства и недостатки (теоретические задачи), преимущества и риски (практические задачи).</p>
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	<p>УК-2.1: Участвует в разработке проекта, определении его конечной цели, исходя из действующих правовых норм.</p> <p>УК-2.2: Решает поставленную перед ним подцель проекта, через формулирование конкретных задач.</p> <p>УК-2.3: Учитывает при решении поставленных задач трудовые и материальные ресурсы, ограничения проекта - сроки, стоимость, содержание.</p> <p>УК-2.4: Реализует внутренние и внешние взаимодействия, предупреждает и разрешает конфликты.</p> <p>УК-2.5: Владеет навыками работы оформления документации, публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта или проекта в целом</p>
ОПК-1	Способен применять	ОПК-1.1: Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в

	естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	профессиональной деятельности. ОПК-1.2: Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. ОПК-1.3: Определяет возможности применения основных законов естественнонаучных дисциплин и методов математического анализа для постановки и решения конкретных прикладных задач. ОПК-1.4: Использует математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований. ОПК-1.5: Применяет положение закона и методы в области естественных наук и математики
--	---	--

3. Описание планируемых результатов обучения по дисциплине

3.1. Описание планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине представлены дескрипторами (знания, умения, навыки).

Дескрипторы по дисциплине	Знать	Уметь	Владеть
Код компетенции	УК-1		
	<ul style="list-style-type: none"> - основные понятия алгебры и геометрии; - базовые понятия теории математического анализа функций; - основные признаки сходимости числовых и функциональных рядов; - основные методы интегрирования функций; - решение линейных уравнений. 	<ul style="list-style-type: none"> - решать задачи по теории пределов последовательностей и функций; - применять математические методы при решении задач; - применять математические модели профессиональных задач; - интерпретировать полученные результаты и уметь их применять в профессиональной деятельности. 	<ul style="list-style-type: none"> - применять математические модели профессиональных задач; - интерпретировать полученные результаты и уметь их применять в профессиональной деятельности.
Код компетенции	УК-2		
	<ul style="list-style-type: none"> - задачи и цели разнообразных правовых проектов и ситуаций, связь между ними, способы решения и ожидаемые 	<ul style="list-style-type: none"> - планировать проект с учётом действующих правовых норм⁴ - применять основные административно-правовые категории, 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками представления результатов проектов; - способами корректирования

	<p>результаты;</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать основные правовые понятия, категории; - распознавать правовую основу разных видов деятельности; - анализировать правовую специфику различных социальных процессов; - выбирать адекватную задачам правовую форму управления в любых сферах деятельности. 	<p>разновидности, формы и теории;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять знания основ права во время переговоров, совещаний; - выделять особенности правового регулирования массовой коммуникации и специфику деловых коммуникаций в виртуальной среде. 	<p>задач, возможностями их использования, совершенствования;</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования правовых знаний в сфере поиска, получения и использования информации; - навыками анализа государственной политики в области формирования и использования информационных ресурсов и правового режима документированной информации.
Код компетенции	ОПК-1		
	<ul style="list-style-type: none"> - основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. 	<ul style="list-style-type: none"> - решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана ОПОП.

Данная дисциплина взаимосвязана с другими дисциплинами, такими как «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математический анализ», «Экономика организации (предприятия)», «Экономика», «Основы естествознания».

В рамках освоения программы бакалавриата выпускники готовятся к решению задач профессиональной деятельности следующих типов: научно-исследовательский, производственно-технологический, организационно-управленческий, проектный.

Профиль (направленность) программы установлена путем ее ориентации на сферу профессиональной деятельности выпускников: Информационные системы и технологии в экономике и управлении.

5. Объем дисциплины

<i>Виды учебной работы</i>	<i>Формы обучения</i>
	<i>Очная</i>
Общая трудоемкость: зачетные единицы/часы	8/288

Контактная работа:	
Занятия лекционного типа	68
Занятия семинарского типа	68
Промежуточная аттестация: зачет, экзамен	36,1
Самостоятельная работа (СРС)	115,9

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

6.1. Распределение часов по разделам/темам и видам работы

6.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Раздел/тема	Виды учебной работы (в часах)						Самостоятельная работа
		Контактная работа						
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Лекции	Иные учебные занятия	Практические занятия	Семинары	Лабораторные работы	Иные	
1.	Дифференциальные уравнения первого порядка	10		10				14
2.	ОДУ n-го порядка	10		10				14
3.	Система линейных ДУ первого порядка.	10		10				14
4.	Элементы теории устойчивости	8		8				14
5.	Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений	8		8				14
6.	Численное решение ДУ.	8		8				15
7.	Консервативные нелинейные системы двух ДУ первого порядка	8		8				15
8.	Простейшие автоколебательные системы	6		6				15,9
	Промежуточная аттестация	36,1						
	Итого	68		68				115,9

6.2 Программа дисциплины, структурированная по темам / разделам

6.2.1 Содержание лекционного курса

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционного занятия
1.	Дифференциальные уравнения первого порядка.	Примеры математических задач, сводящихся к решению ОДУ. Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Методы решения простейших дифференциальных уравнений первого порядка. Методы решения простейших дифференциальных уравнений первого порядка. Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Классификация методов аналитического решения ОДУ первого порядка
2.	ОДУ n-го порядка	Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка. Некоторые нелинейные дифференциальные уравнения n-го порядка, допускающие понижение порядка.
3.	Система линейных ДУ первого порядка.	Основные свойства решений. Пространство решений. Фундаментальные системы решений. Построение общего решения. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Структура фундаментальной матрицы.
4.	Элементы теории устойчивости	Определения понятия устойчивости решения дифференциального уравнения. Асимптотическая устойчивость. Метод функций Ляпунова. Точки покоя автономной системы. Фазовые траектории. Исследование траекторий в окрестности точки покоя.
5.	Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений	Краевые задачи, типы краевых задач, однородные граничные условия. Задача Штурма-Лиувилля для обыкновенного дифференциального уравнения, собственные значения и собственные функции задачи. Задача Штурма-Лиувилля для линейного однородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами и уравнения Эйлера.
6.	Численное решение ДУ.	Метод последовательных приближений Пикара. Метод Рунге-Кутты.
7.	Консервативные нелинейные системы двух ДУ первого порядка	Механическое движение в потенциальном поле. Модель Вольтера – хищники и жертвы.
8.	Простейшие автоколебательные системы	Модель Пуанкаре –Андропова с двумя параметрами. Предельный цикл для уравнения Ван-дер-Поля. Бифуркации в модели Пуанкаре –Андропова с двумя параметрами. Бифуркации в модели Ван-дер-Поля. Аттракторы в моделях Ресслера и Лоренца.

6.2.2 Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание практического занятия
1.	Дифференциальные уравнения первого порядка	Радиоактивный распад. Механика материальной точки. Порядок дифференциального уравнения. Задачи

		<p>электротехники. Решение в квадратурах. Основные определения. Частное и общее решение. Интегральные кривые. Поле направлений. Задачи Коши. Геометрический смысл дифференциального уравнения первого порядка. Теорема Пикара существования и единственности решения задачи Коши. Условие Липшица. Полные решения, максимальный интервал. Нелинейные ОДУ первого порядка, разрешенные относительно производной. Линейное ОДУ и нелинейные ОДУ, допускающие разделение переменных. Нелинейные ОДУ, сводящиеся к линейным. Запись нелинейного ОДУ в виде полного дифференциала. Некоторые специфические преобразования, позволяющие существенно упростить уравнение. Частные случаи нелинейного ОДУ первого порядка, не разрешенные относительно производных, но позволяющие свести задачу к ОДУ, допускающему разделение переменных.</p>
2.	ОДУ n-го порядка	<p>Однородное линейное уравнение. Линейная зависимость функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система решений. Неоднородное линейное уравнение, вид общего решения. Метод вариации произвольных постоянных. Линейное уравнение с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Уравнение Эйлера. Построение общего решения. Явление резонанса для неоднородного уравнения с периодической правой частью.</p>
3.	Система линейных ДУ первого порядка.	<p>Построение общего решения. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Структура фундаментальной матрицы. Устойчивость точек покоя для автономной системы. Простейшие типы точек покоя для двух ДУ. Краевые задачи. Уравнение Матье и явление параметрического резонанса.</p>
4.	Элементы теории устойчивости	<p>Классификация точек покоя автономной системы по линейному приближению. Изолированная замкнутая траектория автономной системы - предельный цикл</p>
5.	Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений	<p>Краевые задачи, типы краевых задач, однородные граничные условия. Задача Штурма-Лиувилля для обыкновенного дифференциального уравнения, собственные значения и собственные функции задачи. Задача Штурма-Лиувилля для линейного однородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами и уравнения Эйлера.</p>
6.	Численное решение ДУ.	<p>Метод последовательных приближений Пикара. Метод Рунге-Кутты.</p>
7.	Консервативные нелинейные системы двух ДУ первого порядка	<p>Механическое движение в потенциальном поле. Модель Вольтера – хищники и жертвы.</p>
8.	Простейшие автоколебательные системы	<p>Модель Пуанкаре –Андропова с двумя параметрами. Предельный цикл для уравнения Ван-дер-Поля.</p>

		Бифуркации в модели Пуанкаре –Андропова с двумя параметрами. Бифуркации в модели Ван-дер-Поля. Аттракторы в моделях Ресслера и Лоренца.
--	--	---

6.2.3 Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание самостоятельной работы
1.	Дифференциальные уравнения первого порядка	Понятие дифференциального уравнения. Общее и частное решения, их геометрический смысл. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные дифференциальные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения. Уравнения Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Уравнения Клеро и Лагранжа. Особые решения.
2.	ОДУ n-го порядка	Общие понятия. Задача Коши. Геометрический смысл общего и частного решения дифференциального уравнения 2-го порядка. Случаи понижения порядка. Общая теория линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод неопределенных коэффициентов и метод вариации постоянных. Уравнения Эйлера.
3.	Система линейных ДУ первого порядка.	Нормальные системы дифференциальных уравнений. Системы линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Решение систем методом исключения. Метод Эйлера (метод характеристических уравнений).
4.	Элементы теории устойчивости	Классификация точек покоя автономной системы по линейному приближению. Фазовые траектории. Исследование траекторий в окрестности точки покоя.
5.	Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений	Краевые задачи, типы краевых задач, однородные граничные условия.
6.	Численное решение ДУ.	Понятие разностной схемы. Сходимость, аппроксимация и устойчивость. Разностные схемы решения начальных и краевых задач.
7.	Консервативные нелинейные системы двух ДУ первого порядка	Механическое движение в потенциальном поле. Модель Вольтера – хищники и жертвы.
8.	Простейшие автоколебательные системы	Бифуркации в модели Пуанкаре –Андропова с двумя параметрами. Бифуркации в модели Ван-дер-Поля. Аттракторы в моделях Ресслера и Лоренца.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Предусмотрены следующие виды контроля качества освоения конкретной дисциплины:

- текущий контроль успеваемости
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине оформлен в **ПРИЛОЖЕНИИ** к РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины в процессе обучения.

7.1 Паспорт фонда оценочных средств для проведения текущей аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы)	Наименование оценочного средства
1.	Дифференциальные уравнения первого порядка	Опрос, проблемно-аналитическое задание, тестирование.
2.	ОДУ n-го порядка	Опрос, проблемно-аналитическое задание, тестирование
3.	Система линейных ДУ первого порядка.	Опрос, проблемно-аналитическое задание, тестирование
4.	Элементы теории устойчивости	Опрос, проблемно-аналитическое задание, тестирование
5.	Элементы теории устойчивости	Опрос, проблемно-аналитическое задание, тестирование
6.	Численное решение ДУ.	Опрос, проблемно-аналитическое задание, тестирование
7.	Консервативные нелинейные системы двух ДУ первого порядка	Опрос, проблемно-аналитическое задание, тестирование
8.	Простейшие автоколебательные системы	Опрос, проблемно-аналитическое задание, тестирование

7.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые вопросы

1. Основные понятия. Простейшие уравнения первого порядка
2. Теорема Пикара для скалярного уравнения
3. Глобальная теорема Пикара для скалярного уравнения
4. Теорема Пикара для векторного уравнения
5. Условие Липшица и частные производные. Теорема Пикара для скалярного уравнения высшего порядка
6. Глобальная теорема Пикара для линейной системы
7. Аналитические решения. Теорема существования и единственности Коши
8. Ломаные Эйлера. Теорема существования Пеано
9. Линейные системы. Пространство решений. Определитель Вронского. Фундаментальная система решений

10. Определитель Вронского, формула Остроградского-Лиувилля для системы и скалярного уравнения высшего порядка
11. Система с постоянной матрицей. Решение через собственные значения и собственные векторы
12. Решение неоднородной системы с постоянной матрицей. Решение скалярного однородного уравнения с постоянными коэффициентами
13. Неоднородное линейное уравнение с постоянными коэффициентами
14. Уравнение колебаний. Понятие устойчивости
15. Линейная система с переменной матрицей. Матрица Коши
16. Линейная система с постоянной матрицей. Экспонента матрицы
17. Общие теоремы об устойчивости линейной системы, системы с постоянной матрицей
18. Линейная система с периодической матрицей. Устойчивость
19. Линейная система с периодической матрицей. Периодические решения
20. Система с периодической матрицей. Представление Флоке
21. Лемма Беллмана. Устойчивость квазилинейной системы
22. Понятие особой точки
23. Функции Ляпунова. Теорема об устойчивости
24. Функции Ляпунова. Теоремы об асимптотической устойчивости и неустойчивости

Типовые проблемно-аналитические задания

Проблемно-аналитическое задание №1

Показать, что система нелинейных уравнений

$$\begin{aligned} x_1 &= x_2 - x_1 \cdot \rho \cdot \sin \frac{1}{\rho} \\ x_2 &= -x_1 - x_2 \cdot \rho \cdot \sin \frac{1}{\rho} \end{aligned}, \quad \text{где } \rho = (x_1^2 + x_2^2)^{1/2}$$

обладают бесконечным числом предельных циклов – концентрических окружностей радиуса $R_n = (\pi n)^{-1}$, $n = 1, 2, \dots$. Нарисовать фазовый портрет.

Указание. На плоскости (x_1, x_2) ввести полярные координаты (ρ, φ) : $x_1 = \rho \cdot \cos \varphi$, $x_2 = \rho \cdot \sin \varphi$, в которых исходная система примет вид

$$\frac{d\varphi}{dt} = -1, \quad \frac{d\rho}{dt} = -\rho^2 \cdot \sin \frac{1}{\rho}.$$

Решение второго уравнения легко найти, сделав замену переменных $u = \rho^{-1}$, приводящую к уравнению $\frac{du}{dt} = \sin u$.

Нетрудно заметить, что точками покоя этого уравнения являются значения $u = \pi \cdot n$, $n = 1, 2, \dots$. Однако точки с нечетными n являются аттракторами, а с четными n – репеллерами. Следовательно, притягивающие и отталкивающие предельные циклы (последовательность вложенных окружностей) будут чередоваться в пространстве.

Проблемно-аналитическое задание №2

Устойчивость решения системы нелинейных дифференциальных уравнений по Ляпунову.

Разбегающиеся траектории, близкие в начальный момент. Асимптотическая устойчивость.

Сведение исследования устойчивости некоторого решения $y_j = \varphi_j(t)$ системы $\frac{d}{dt}y_j = F_j(t, y_1, y_2, \dots, y_N)$, $j = 1, 2, \dots, N$ к исследованию на устойчивость тривиального решения – точки покоя $x_j = y_j - \varphi_j(t)$.

Темы исследовательских, творческих проектов

1. Анализ особых точек для консервативной системы двух дифференциальных уравнений первого порядка по линейному приближению. Центр, седло, устойчивые и неустойчивые узлы и фокусы.
2. Консервативная нелинейная система двух уравнений, имеющая решение в виде предельного цикла. Теорема Бендиксона. Осциллятор Ван-дер-Поля.
3. Устойчивость решения системы нелинейных дифференциальных уравнений по Ляпунову.
4. Разбегающиеся траектории, близкие в начальный момент.
5. Асимптотическая устойчивость.
6. Свойства нелинейных дифференциальных уравнений, которые не проявлялись для линейных дифференциальных уравнений: отсутствие принципа суперпозиции, уход траекторий на бесконечность при конечных временах, возможность бесконечного числа решений при некоторых начальных условиях.

Типовые задания к занятиям

Дифференциальные уравнения первого порядка

- С помощью изоклин изобразить схематически решение уравнения
 $2(y + y') = x + 2$.
- Решить уравнения, при необходимости сведя их к уравнениям с разделяющимися переменными
 - $(x^3 + 2x)y^2 dy = x dx$;
 - $dy = \sqrt{\frac{1-y^2}{1-x^2}} dx$;
 - $\frac{y'}{y} = x \cos^2 y$;
 - $y'x^2 e^y = e^{-y}$, $y(1) = 0$;
 - $2(x+y)dy + (3x+3y-1)dx = 0$, $y(0) = 2$.
- Решить однородные уравнения
 - $x^2 y' - y^2 = 2x^2$;
 - $xy' = y(\ln y - \ln x)$;
 - $xy dy - y^2 dx = (x+y)^2 e^{-y/x} dx$;
 - $y' = \frac{x+2y-3}{4x-y-3}$;
 - $(y^2 - 3x^2)dy + 2xy dx = 0$, $y(0) = 1$.
- Решить уравнения, при необходимости сведя их к линейным
 - $y' + 2xy = xe^{-x^2}$;
 - $2y dx + (y^2 - 6x)dy = 0$;
 - $xy' = y + x^2 \cos x$;
 - $(x^2 - 1)y' - xy = x^3 - x$, $y(2) = 1,5$;
 - $y' + 2xy = xe^{-x^2} \sin x$, $y(0) = 1$.
- Решить уравнение Бернулли
 - $y' = x^3 y^3 - xy$;
 - $xy + 2y = x^3 y$;
 - $2(xy' + y) = y^2 \ln x$, $y(1) = 2$.
- Решить уравнение в полных дифференциалах
 - $(y + \frac{2}{x^2})dx + (x + \frac{3}{y^2})dy = 0$;
 - $\frac{3x^2 + y}{y^2} dx = \frac{2x^3 + xy + 2y^3}{y^3} dy$.
- Найти интегрирующий множитель и общее решение уравнения
 $(x^2 + y^2 + 2x)dx + 2y dy = 0$.
- Определить тип уравнения и указать способ его решения:
 - $xy' - xe^{xy} = 2$;
 - $xy dx + (x+1)dy = 0$;
 - $xy' + 3xy^3 = 2y$;
 - $dy + (3y - e^{3x})dx = 0$;
 - $(x^3 + y^2)dx + 2xy dy = 0$.
- Найти общее и особое (если оно существует) решения уравнений
 - $(xy^2 + x)dx + (y^3 - x^3 y^3)dy = 0$;
 - $xy' + y = y^2$;
 - $(y^2 - 3x^2)dy + 2xy dx = 0$;
 - $y' = \frac{y}{x}(1 + \ln y - \ln x)$;
 - $xe^{y^2} dx + (x^2 y e^{y^2} + y^2)dy = 0$.
- Решить задачу Коши
 - $y' + \frac{2x}{1+x^2} y = \frac{2x^2}{1+x^2}$, $y(0) = \frac{2}{3}$;
 - $3y' + 2xy = 2xy^{-2} e^{-2x^2}$, $y(0) = 1$;
 - $y dx = (3y \cos 2y - 2y^2 \sin 2y - x)dy$, $y(16) = \pi$.
- Решить уравнения
 - $y = x + y' - \ln y'$;
 - $x[(y')^2 - 1] = 2y'$;
 - $y = xy' - (y')^2$.

Дифференциальные уравнения высших порядков

1. Решить уравнения, понизив их порядок

1. $y'' + 2xy' = 0$; 2. $(y-1)y'' = 2(y')^2$;

3. $y''' + 3y'y'' = 0$; 4. $yy'' = 2x(y')^2$, $y(2) = 2$, $y'(2) = 0,5$.

1. Найти общее решение уравнения

1. $y'' - 2y' + 4y = 0$; 2. $y'' + 6y' + 9y = 0$; 3. $y'' + 4y = 0$.

2. Решить задачу Коши

1. $3y'' - 2y' - 8y = 0$, $y(1) = 1$, $y'(1) = 2$; 2. $y'' + y = 0$, $y(\frac{\pi}{4}) = 2$, $y'(\frac{\pi}{4}) = 1$.

3. Найти общее решение уравнения

$2y'' + y' - y = f(x)$,

если

1. $f(x) = 3x^2 - 1$; 2. $f(x) = 3e^{-x}$; 3. $f(x) = 2\sin x$; 4. $f(x) = e^x \cos 2x$.

4. Найти решение задачи Коши

$y'' + \frac{1}{4}y = \frac{1}{4} \frac{x}{2}$, $y(\frac{\pi}{4}) = 2$, $y'(\frac{\pi}{4}) = \frac{1}{2}$,

методами Лагранжа и Коши.

5. Найти общее решение

1. $y''' + 5y'' + 7y' + 3y = (16x + 20)e^x$; 2. $y^{(4)} - y''' = 5(x + 2)^3$;

3. $(4x + 3)^2 y'' + (4x + 3)y' - 16y = 0$; 4. $x^2 y'' - 3xy' + 3y = -\ln x$.

Системы дифференциальных уравнений

1. Найти решения линейных систем

1) $\begin{cases} \dot{x} = -8x + 4y \\ \dot{y} = 3x - 4y \end{cases}$ 2) $\begin{cases} \dot{x} = 6x + 5y & x(0) = 0 \\ \dot{y} = -x + 2y & y(0) = 1. \end{cases}$

3) $\begin{cases} \dot{x} = 5x - 2y \\ \dot{y} = 2x + y \end{cases}$ 4) $\begin{cases} \dot{x} = 6x + 4y + 2t \\ \dot{y} = -x + 10y - 1 \end{cases}$

2. Решить систему дифференциальных уравнений методом Лагранжа

$\begin{cases} x' = -4x + y, \\ y' = -6x + y + \frac{1}{1 + e^{2y}}. \end{cases}$

3. Решить разными методами (или методом исключений, или методом Эйлера, или матричным методом) две системы дифференциальных уравнений $x' = Ax$, где

$$1) A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -1 \\ 2 & 2 & -1 \\ -2 & 1 & 4 \end{pmatrix}, \lambda_1 = 1, \lambda_2 = 3, \lambda_3 = 5; \quad 2) A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -4 & -4 & 0 \\ -2 & 1 & 2 \end{pmatrix}, \lambda_1 = -2, \lambda_2 = -2, \lambda_3 = 2.$$

Записать матрицант каждой системы и найти их фундаментальные системы решений.

4. Решить систему дифференциальных уравнений

$$x'' - y'' + y' + x - 3y = 0,$$

$$4y'' - 2x'' - x' - 2x + 5y = 0.$$

Контрольная работа по теме «Дифференциальные уравнения 1 –го порядка»

Вариант № 1

I. Определить тип и найти общие решения данных уравнений:

1. $(y + y \ln x)dx - (x - xy)dy = 0.$

2. $y' + \frac{2x}{1+x^2}y = \frac{2x^2}{1+x^2}.$

3. $(xy^2 + \frac{x}{y^2})dx + (x^2y - \frac{x^2}{y^3})dy = 0.$

II. Найти частные решения уравнений:

1. $xy' - y = x \operatorname{tg}\left(\frac{y}{x}\right), \quad y(1) = 1.$

2. $e^y dx = (2y - xe^y)dy, \quad y(-1) = 0.$

Контрольная работа по теме «Дифференциальные уравнения высших порядков»

ВАРИАНТ №1

I. Определить тип и найти общие решения данных уравнений:

1. $y'' = y' + x.$

2. $y'' - 2y' + y = \frac{e^x}{x^2}.$

II. Решить задачу Коши:

1. $yy'' + (y')^2 = 0, \quad y(1) = 1, y'(1) = 1.$

2. $y'' - y' = e^{-x} + 2x, \quad y(0) = 1, y'(0) = 1.$

3.
$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y, \\ \frac{dy}{dt} = -x. \end{cases} \quad x(0) = 1; y(0) = -1.$$

Типовые итоговые вопросы и практические задания

Вариант 1.

Теоретические вопросы

1. Определение и способ решения дифференциального уравнения Бернулли.
2. Системы линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Задачи

1. Найти общее решение уравнения $x^2 y' - \cos 2y = 1$.
2. По виду правой части и корням характеристического уравнения записать частное решение уравнения $y'' + y = 4x \cos x$.
3. Найти частное решение уравнения $y' = 2\sqrt{y} \ln x$, $y(e) = 1$.

Вариант 2.

Теоретические вопросы

1. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.
2. Метод неопределенных коэффициентов решения линейных неоднородных уравнений с правой частью специального вида.

Задачи

1. Найти общее решение дифференциального уравнения $x \ln \frac{y}{x} dy - y dx = 0$.
2. Проинтегрировать уравнение $y'' - 6y' + 8y = \frac{4}{2 + e^{-2x}}$, $y(0) = 1 + 3 \ln 3$, $y'(0) = 10 \ln 3$
3. Решить систему уравнений

$$\begin{cases} \dot{y}_1 = 2y_1 + y_2 \\ \dot{y}_2 = 3y_1 + 4y_2 \end{cases}$$

Типовые тесты

1. Определить, какая геометрическая характеристика отвечает общему решению уравнения $y' = f(x, y)$

- 1) семья интегральных кривых
- 2) интегральная кривая, которая проходит через заданную точку
- 3) поле направлений интегральных кривых
- 4) изоклина

2. Выбрать функцию, которая удовлетворяет данное уравнение путем её подстановки: $xy' = 2y$

- 1) $y = 5x^2$
- 2) $y = x^3$
- 3) $y = x^2$
- 4) $y = x^5$

3. Определить тип уравнения по его виду $xyy' = 1 - x^2$

- 1) с разделяющимися переменными
- 2) однородное относительно переменных
- 3) линейное относительно y и y'
- 4) Бернулли

4. Выбрать уравнение с разделяющимися переменными

- 1) $(1 + e^{2x})y^2 dy - e^x dx = 0$
- 2) $2x^2 y' = x^2 + y^2$
- 3) $y' = 2y - x + e^x$
- 4) $y' - \frac{y}{x-3} = \frac{y^2}{x-3}$

5. Найти общее решение уравнения $x\sqrt{1+y^2}dx + y\sqrt{1+x^2}dy = 0$ с разделяющимися переменными

- 1) $\sqrt{1+y^2} + \sqrt{1+x^2} = C$
- 2) $\arcsin x - \sqrt{1+x^2} = C$
- 3) $\frac{1}{2}\ln(1+y^2) = \arctg x + C$
- 4) $y = e^{-x}$

6. Найти общее решение уравнения со стальными коэффициентами $y'' - 3y' + 2y = 0$

- 1) $y = C_1 e^x + C_2 e^{2x}$
 - 2) $y = e^{-2x}(C_1 \cos x + C_2 \sin x)$
 - 3) $y = (C_1 + C_2 x)e^x$
 - 4) $y = C_1 \cos x + C_2 \sin x$
-

7. Определить, какому типу уравнений отвечает данное уравнение $y' = f(ax + by + c)$

- 1) однородное относительно x и y
- 2) уравнение в полных дифференциалах
- 3) уравнение, сводимое к уравнению с разделяющимися переменными
- 4) уравнение, сводимое к уравнению, однородному относительно переменных

8. Выбрать функцию, которая удовлетворяет уравнение $x^2y' + y = 0$ путём подстановки

- 1) $y = e^x$
- 2) $y = e^{1/x}$
- 3) $y = 5e^{-2x} + \frac{1}{3}e^x$
- 4) $y = e^{-x}$

9. Определить тип уравнения по его виду $y' = \frac{x^2y}{x^3+y^3}$

- 1) с разделяющимися переменными
- 2) однородное относительно переменных
- 3) линейное относительно y и y'
- 4) Бернулли

10. Выбрать уравнение с разделяющимися переменными

- 1) $xy' = y^2 + 1$
- 2) $e^{-y}dx + (2y - xe^{-y})dy = 0$
- 3) $(x^2 + xy)dy + (y^2 - xy)dx = 0$
- 4) $y' = \frac{y}{x} + \frac{x^2}{y}$

7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Все задания, используемые для текущего контроля формирования компетенций условно можно разделить на две группы:

1. задания, которые в силу своих особенностей могут быть реализованы только в процессе обучения на занятиях (например, дискуссия, круглый стол, диспут, мини-конференция);

2. задания, которые дополняют теоретические вопросы (практические задания, проблемно-аналитические задания, тест).

Выполнение всех заданий является необходимым для формирования и контроля знаний, умений и навыков. Поэтому, в случае невыполнения заданий в процессе обучения, их необходимо «отработать» до зачета (экзамена). Вид заданий, которые необходимо выполнить для ликвидации «задолженности» определяется в индивидуальном порядке, с учетом причин невыполнения.

1. Требование к теоретическому устному ответу

Оценка знаний предполагает дифференцированный подход к студенту, учет его индивидуальных способностей, степень усвоения и систематизации основных понятий и категорий по дисциплине. Кроме того, оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение использовать в ответе практический материал. Оценивается культура речи, владение навыками ораторского искусства.

Критерии оценивания: последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала, использование профессиональных терминов, культура речи, навыки ораторского искусства. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда материал излагается исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно, при этом раскрываются не только основные понятия, но и анализируются точки зрения различных авторов. Обучающийся не затрудняется с ответом, соблюдает культуру речи.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но при ответе на вопрос допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

2. Творческие задания

Эссе – это небольшая по объему письменная работа, сочетающая свободные, субъективные рассуждения по определенной теме с элементами научного анализа. Текст должен быть легко читаем, но необходимо избегать нарочито разговорного стиля, сленга, шаблонных фраз. Объем эссе составляет примерно 2 – 2,5 стр. 12 шрифтом с одинарным интервалом (без учета титульного листа).

Критерии оценивания - оценка учитывает соблюдение жанровой специфики эссе, наличие логической структуры построения текста, наличие авторской позиции, ее научность и связь с современным пониманием вопроса, адекватность аргументов, стиль изложения, оформление работы. Следует помнить, что прямое заимствование (без оформления цитат) текста из Интернета или электронной библиотеки недопустимо.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда определяется: наличие логической структуры построения текста (вступление с постановкой проблемы; основная часть, разделенная по основным идеям; заключение с выводами, полученными в результате рассуждения); наличие четко определенной личной позиции по теме эссе; адекватность аргументов при обосновании личной позиции, стиль изложения.

Оценка «хорошо» ставится, когда в целом определяется: наличие логической структуры построения текста (вступление с постановкой проблемы; основная часть, разделенная по основным идеям; заключение с выводами, полученными в результате рассуждения); но не прослеживается наличие четко определенной личной позиции по теме эссе; не достаточно аргументов при обосновании личной позиции.

Оценка «удовлетворительно» ставится, когда в целом определяется: наличие

логической структуры построения текста (вступление с постановкой проблемы; основная часть, разделенная по основным идеям; заключение). Но не прослеживаются четкие выводы, нарушается стиль изложения.

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится, если не выполнены никакие требования.

3. Требование к решению ситуационной, проблемной задачи (кейс-измерители)

Студент должен уметь выделить основные положения из текста задачи, которые требуют анализа и служат условиями решения. Исходя из поставленного вопроса в задаче, попытаться максимально точно определить проблему и соответственно решить ее.

Задачи должны решаться студентами письменно. При решении задач также важно правильно сформулировать и записать вопросы, начиная с более общих и, кончая частными.

Критерии оценивания – оценка учитывает методы и средства, использованные при решении ситуационной, проблемной задачи.

Оценка «*отлично*» ставится в случае, когда обучающийся выполнил задание (решил задачу), используя в полном объеме теоретические знания и практические навыки, полученные в процессе обучения.

Оценка «*хорошо*» ставится, если обучающийся в целом выполнил все требования, но не совсем четко определяется опора на теоретические положения, изложенные в научной литературе по данному вопросу.

Оценка «*удовлетворительно*» ставится, если обучающийся показал положительные результаты в процессе решения задачи.

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится, если обучающийся не выполнил все требования.

4. Интерактивные задания

Механизм проведения диспут-игры (ролевой (деловой) игры).

Необходимо разбиться на несколько команд, которые должны поочередно высказать свое мнение по каждому из заданных вопросов. Мнение высказывающейся команды засчитывается, если противоположная команда не опровергнет его контраргументами. Команда, чье мнение засчитано как верное (не получило убедительных контраргументов от противоположных команд), получает один балл. Команда, опровергнувшая мнение противоположной команды своими контраргументами, также получает один балл. Побеждает команда, получившая максимальное количество баллов.

Ролевая игра как правило имеет фабулу (ситуацию, казус), распределяются роли, подготовка осуществляется за 2-3 недели до проведения игры.

Критерии оценивания – оцениваются действия всех участников группы. Понимание проблемы, высказывания и действия полностью соответствуют заданным целям. Соответствие реальной действительности решений, выработанных в ходе игры. Владение терминологией, демонстрация владения учебным материалом по теме игры, владение методами аргументации, умение работать в группе (умение слушать, конструктивно вести беседу, убеждать, управлять временем, бесконфликтно общаться), достижение игровых целей, (соответствие роли – при ролевой игре). Ясность и стиль изложения.

Оценка «*отлично*» ставится в случае, выполнения всех критериев.

Оценка «*хорошо*» ставится, если обучающиеся в целом демонстрируют понимание проблемы, высказывания и действия полностью соответствуют заданным целям. Решения, выработанные в ходе игры, полностью соответствуют реальной действительности. Но некоторые объяснения не совсем аргументированы, нарушены нормы общения, нарушены временные рамки, нарушен стиль изложения.

Оценка «*удовлетворительно*» ставится, если обучающиеся в целом демонстрируют понимание проблемы, высказывания и действия в целом соответствуют заданным целям. Однако, решения, выработанные в ходе игры, не совсем соответствуют реальной

действительности. Некоторые объяснения не совсем аргументированы, нарушены временные рамки, нарушен стиль изложения.

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится, если обучающиеся не понимают проблему, их высказывания не соответствуют заданным целям.

5. Комплексное проблемно-аналитическое задание

Задание носит проблемно-аналитический характер и выполняется в три этапа. На первом из них необходимо ознакомиться со специальной литературой.

Целесообразно также повторить учебные материалы лекций и семинарских занятий по темам, в рамках которых предлагается выполнение данного задания.

На втором этапе выполнения работы необходимо сформулировать проблему и изложить авторскую версию ее решения, на основе полученной на первом этапе информации.

Третий этап работы заключается в формулировке собственной точки зрения по проблеме. Результат третьего этапа оформляется в виде аналитической записки (объем: 2-2,5 стр.; 14 шрифт, 1,5 интервал).

Критерий оценивания - оценка учитывает: понимание проблемы, уровень раскрытия поставленной проблемы в плоскости теории изучаемой дисциплины, умение формулировать и аргументировано представлять собственную точку зрения, выполнение всех этапов работы.

Оценка «*отлично*» ставится в случае, когда обучающийся демонстрирует полное понимание проблемы, все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «*хорошо*» ставится, если обучающийся демонстрирует значительное понимание проблемы, все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «*удовлетворительно*» ставится, если обучающийся демонстрирует частичное понимание проблемы, большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится, если обучающийся демонстрирует непонимание проблемы, многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

6. Исследовательский проект

Исследовательский проект – проект, структура которого приближена к формату научного исследования и содержит доказательство актуальности избранной темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, историографии, обобщение результатов, выводы.

Результаты выполнения исследовательского проекта оформляется в виде реферата (объем: 12-15 страниц; 14 шрифт, 1,5 интервал).

Критерии оценивания - поскольку структура исследовательского проекта максимально приближена к формату научного исследования, то при выставлении учитывается доказательство актуальности темы исследования, определение научной проблемы, объекта и предмета исследования, целей и задач, источников, методов исследования, выдвижение гипотезы, обобщение результатов и формулирование выводов, обозначение перспектив дальнейшего исследования.

Оценка «*отлично*» ставится в случае, когда обучающийся демонстрирует полное понимание проблемы, все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «*хорошо*» ставится, если обучающийся демонстрирует значительное понимание проблемы, все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка «*удовлетворительно*» ставится, если обучающийся демонстрирует частичное понимание проблемы, большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится, если обучающийся демонстрирует непонимание проблемы, многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

7. Информационный проект (презентация):

Информационный проект – проект, направленный на стимулирование учебно-познавательной деятельности студента с выраженной эвристической направленностью (поиск,

отбор и систематизация информации об объекте, оформление ее для презентации). Итоговым продуктом проекта может быть письменный реферат, электронный реферат с иллюстрациями, слайд-шоу, мини-фильм, презентация и т.д.

Информационный проект отличается от исследовательского проекта, поскольку представляет собой такую форму учебно-познавательной деятельности, которая отличается ярко выраженной эвристической направленностью.

Критерии оценивания - при выставлении оценки учитывается самостоятельный поиск, отбор и систематизация информации, раскрытие вопроса (проблемы), ознакомление студенческой аудитории с этой информацией (представление информации), ее анализ и обобщение, оформление, полные ответы на вопросы аудитории с примерами.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда обучающийся полностью раскрывает вопрос (проблему), представляет информацию систематизировано, последовательно, логично, взаимосвязано, использует более 5 профессиональных терминов, широко использует информационные технологии, ошибки в информации отсутствуют, дает полные ответы на вопросы аудитории с примерами.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся раскрывает вопрос (проблему), представляет информацию систематизировано, последовательно, логично, взаимосвязано, использует более 2 профессиональных терминов, достаточно использует информационные технологии, допускает не более 2 ошибок в изложении материала, дает полные или частично полные ответы на вопросы аудитории.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся, раскрывает вопрос (проблему) не полностью, представляет информацию не систематизировано и не совсем последовательно, использует 1-2 профессиональных термина, использует информационные технологии, допускает 3-4 ошибки в изложении материала, отвечает только на элементарные вопросы аудитории без пояснений.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если вопрос не раскрыт, представленная информация логически не связана, не используются профессиональные термины, допускает более 4 ошибок в изложении материала, не отвечает на вопросы аудитории.

8. Дискуссионные процедуры

Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты, мини-конференции являются средствами, позволяющими включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Задание дается заранее, определяется круг вопросов для обсуждения, группы участников этого обсуждения.

Дискуссионные процедуры могут быть использованы для того, чтобы студенты:

- лучше поняли усвояемый материал на фоне разнообразных позиций и мнений, не обязательно достигая общего мнения;
- смогли постичь смысл изучаемого материала, который иногда чувствуют интуитивно, но не могут высказать вербально, четко и ясно, или конструировать новый смысл, новую позицию;
- смогли согласовать свою позицию или действия относительно обсуждаемой проблемы.

Критерии оценивания – оцениваются действия всех участников группы. Понимание проблемы, высказывания и действия полностью соответствуют заданным целям. Соответствие реальной действительности решений, выработанных в ходе игры. Владение терминологией, демонстрация владения учебным материалом по теме игры, владение методами аргументации, умение работать в группе (умение слушать, конструктивно вести беседу, убеждать, управлять временем, бесконфликтно общаться), достижение игровых целей, (соответствие роли – при ролевой игре). Ясность и стиль изложения.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда все требования выполнены в полном объеме.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающиеся в целом демонстрируют понимание

проблемы, высказывания и действия полностью соответствуют заданным целям. Решения, выработанные в ходе игры, полностью соответствуют реальной действительности. Но некоторые объяснения не совсем аргументированы, нарушены нормы общения, нарушены временные рамки, нарушен стиль изложения.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающиеся в целом демонстрируют понимание проблемы, высказывания и действия в целом соответствуют заданным целям. Однако, решения, выработанные в ходе игры, не совсем соответствуют реальной действительности. Некоторые объяснения не совсем аргументированы, нарушены временные рамки, нарушен стиль изложения.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающиеся не понимают проблему, их высказывания не соответствуют заданным целям.

9. Тестирование

Является одним из средств контроля знаний, обучающихся по дисциплине.

Критерии оценивания – правильный ответ на вопрос.

Оценка «отлично» ставится в случае, если правильно выполнено 90-100% заданий.

Оценка «хорошо» ставится, если правильно выполнено 70-89% заданий.

Оценка «удовлетворительно» ставится в случае, если правильно выполнено 50-69% заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если правильно выполнено менее 50% заданий.

10. Требование к письменному опросу (контрольной работе)

Оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение изложить письменно.

Критерии оценивания: последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда соблюдены все критерии.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1. Основная учебная литература

1. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Арнольд В.И. — Ижевск: Институт компьютерных исследований, Регулярная и хаотическая динамика, 2019. — 368 с. — ISBN 978-5-4344-0779-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92056.html>

2. Иванова Е.П. Компьютерные методы исследования функционально-дифференциальных уравнений и систем управления с последействием: учебное пособие / Иванова Е.П. — Москва: Российский университет дружбы народов, 2017. — 72 с. — ISBN 978-5-209-08297-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91012.html>

3. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Понтрягин Л.С. — Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 396 с. — ISBN 978-5-4344-0786-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92055.html>

4. Щербакова Ю.В. Дифференциальные уравнения: учебное пособие / Щербакова Ю.В. — Саратов: Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1728-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/81007.html>

8.2. Дополнительная учебная литература:

1. Кудряшов Н.А. Аналитическая теория нелинейных дифференциальных уравнений / Кудряшов Н.А. — Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019. — 360 с. — ISBN 978-5-4344-0673-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91910.html>

2. Оболенский А.Ю. Лекции по качественной теории дифференциальных уравнений / Оболенский А.Ю. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 320 с. — ISBN 978-5-4344-0706-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91945.html>

3. Тарасенко А.В. Дифференциальные уравнения с частными производными: учебно-методическое пособие / Тарасенко А.В., Егорова И.П., Гумеров В.Г. — Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 98 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90486.html>

8.3. Периодические издания

1. Вестник Московского Университета. Математика, Механика (msu.su)

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Федеральный портал «Российское образование». <http://www.edu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» <https://www.elibrary.ru/>
3. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>
4. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS <https://www.iprbookshop.ru/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение данного курса базируется на рациональном сочетании нескольких видов учебной деятельности – лекций, семинарских занятий, самостоятельной работы. При этом самостоятельную работу следует рассматривать одним из главных звеньев полноценного высшего образования, на которую отводится значительная часть учебного времени.

Самостоятельная работа студентов складывается из следующих составляющих:

1. работа с основной и дополнительной литературой, с материалами интернета и конспектами лекций;
2. внеаудиторная подготовка к контрольным работам, выполнение докладов, рефератов и курсовых работ;
3. выполнение самостоятельных практических работ;
4. подготовка к экзаменам (зачетам) непосредственно перед ними.

Для правильной организации работы необходимо учитывать порядок изучения разделов курса, находящихся в строгой логической последовательности. Поэтому хорошее усвоение

одной части дисциплины является предпосылкой для успешного перехода к следующей. Задания, проблемные вопросы, предложенные для изучения дисциплины, в том числе и для самостоятельного выполнения, носят междисциплинарный характер и базируются, прежде всего, на причинно-следственных связях между компонентами окружающего нас мира. В течение семестра, необходимо подготовить рефераты (проекты) с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы и сдать рефераты для проверки преподавателю. Важным составляющим в изучении данного курса является решение ситуационных задач и работа над проблемно-аналитическими заданиями, что предполагает знание соответствующей научной терминологии и т.д.

Для лучшего запоминания материала целесообразно использовать индивидуальные особенности и разные виды памяти: зрительную, слуховую, ассоциативную. Успешному запоминанию также способствует приведение ярких свидетельств и наглядных примеров. Учебный материал должен постоянно повторяться и закрепляться.

При выполнении докладов, творческих, информационных, исследовательских проектов особое внимание следует обращать на подбор источников информации и методику работы с ними.

Для успешной сдачи экзамена (зачета) рекомендуется соблюдать следующие правила:

1. Подготовка к экзамену (зачету) должна проводиться систематически, в течение всего семестра.
2. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц до экзамена.
3. Время непосредственно перед экзаменом (зачетом) лучше использовать таким образом, чтобы оставить последний день свободным для повторения курса в целом, для систематизации материала и доработки отдельных вопросов.

На экзамене высокую оценку получают студенты, использующие данные, полученные в процессе выполнения самостоятельных работ, а также использующие собственные выводы на основе изученного материала.

Учитывая значительный объем теоретического материала, студентам рекомендуется регулярное посещение и подробное конспектирование лекций.

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

1. Microsoft Windows Server;
2. Семейство ОС Microsoft Windows;
3. Libre Office свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом;
4. Информационно-справочная система: Система КонсультантПлюс (КонсультантПлюс);
5. Информационно-правовое обеспечение Гарант: Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (Система ГАРАНТ);

Перечень используемого программного обеспечения указан в п.12 данной рабочей программы дисциплины.

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

12.1. Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения.

Специализированная мебель:

Комплект учебной мебели (стол, стул) по количеству обучающихся; комплект мебели для преподавателя; доска (маркерная).

Технические средства обучения:

Компьютер в сборе для преподавателя, колонки, проектор, экран.

Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства: Windows 10, КонсультантПлюс, Система ГАРАНТ, Kaspersky Endpoint Security.

Перечень свободно распространяемого программного обеспечения:

Adobe Acrobat Reader DC, Google Chrome, LibreOffice, Skype, Zoom.

Подключение к сети «Интернет» и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду ММУ.

12.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся.

Специализированная мебель:

Комплект учебной мебели (стол, стул) по количеству обучающихся; комплект мебели для преподавателя; доска (маркерная).

Технические средства обучения:

Компьютер в сборе для преподавателя; компьютеры в сборе для обучающихся; колонки; проектор, экран.

Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

Windows Server 2016, Windows 10, Microsoft Office, КонсультантПлюс, Система ГАРАНТ, Kaspersky Endpoint Security.

Перечень свободно распространяемого программного обеспечения:

Adobe Acrobat Reader DC, Google Chrome, LibreOffice, Skype, Zoom, Gimp, Paint.net, AnyLogic, Inkscape.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ММУ

13. Образовательные технологии, используемые при освоении дисциплины

Для освоения дисциплины используются как традиционные формы занятий – лекции (типы лекций – установочная, вводная, текущая, заключительная, обзорная; виды лекций – проблемная, визуальная, лекция конференция, лекция консультация); и семинарские (практические) занятия, так и активные и интерактивные формы занятий - деловые и ролевые игры, решение ситуационных задач и разбор конкретных ситуаций.

На учебных занятиях используются технические средства обучения мультимедийной аудитории: компьютер, монитор, колонки, настенный экран, проектор, микрофон, пакет программ Microsoft Office для демонстрации презентаций и медиафайлов, видеопроектор для демонстрации слайдов, видеосюжетов и др. Тестирование обучаемых может осуществляться с использованием компьютерного оборудования университета.

13.1. В освоении учебной дисциплины используются следующие традиционные образовательные технологии:

- чтение проблемно-информационных лекций с использованием доски и видеоматериалов;
- семинарские занятия для обсуждения, дискуссий и обмена мнениями;
- контрольные опросы;
- консультации;
- самостоятельная работа студентов с учебной литературой и первоисточниками;
- подготовка и обсуждение рефератов (проектов), презентаций (научно-исследовательская работа);
- тестирование по основным темам дисциплины.

13.2. Активные и интерактивные методы и формы обучения

Из перечня видов: («мозговой штурм», анализ НПА, анализ проблемных ситуаций, анализ конкретных ситуаций, инциденты, имитация коллективной профессиональной

деятельности, разыгрывание ролей, творческая работа, связанная с освоением дисциплины, ролевая игра, круглый стол, диспут, беседа, дискуссия, мини-конференция и др.) используются следующие:

- диспут
- анализ проблемных, творческих заданий, ситуационных задач
- ролевая игра;
- круглый стол;
- мини-конференция
- дискуссия
- беседа.

13.3. Особенности обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)

При организации обучения по дисциплине учитываются особенности организации взаимодействия с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья (далее – инвалиды и лица с ОВЗ) с целью обеспечения их прав. При обучении учитываются особенности их психофизического развития, индивидуальные возможности и при необходимости обеспечивается коррекция нарушений развития и социальная адаптация указанных лиц.

Выбор методов обучения определяется содержанием обучения, уровнем методического и материально-технического обеспечения, особенностями восприятия учебной информации студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья и т.д. В образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.