

**УТВЕРЖДЕНА**

Решением Ученого совета  
АНО ВО «Центральный университет»  
«07» марта 2024 г.  
Протокол №1

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
«Дифференциальные уравнения»**

**Направление подготовки:** 02.03.01 Математика и компьютерные науки

**Направленность (профиль) подготовки:** Искусственный интеллект

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Срок освоения программы:** 4 года

**Год набора:** 2024

**Москва  
2024**

## Содержание

<b>1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)</b> .....	3
<b>2. Перечень планируемых результатов обучения</b> .....	4
<b>3. Тематический план</b> .....	6
<b>4. Содержание дисциплины (модуля)</b> .....	6
<b>5. Учебно-методическое обеспечение</b> .....	7
<b>6. Материально-техническое обеспечение</b> .....	7
<b>7. Методические и оценочные материалы</b> .....	9

## 1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Дифференциальные уравнения» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по специальности 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль Искусственный интеллект, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Дифференциальные уравнения» обеспечивает математическую основу для понимания и описания процессов изменения во времени и пространстве, что является ключевым для разработки алгоритмов и программных средств в прикладной математике и компьютерных науках. Кроме того, знание дифференциальных уравнений способствует развитию аналитического мышления и способности к решению сложных междисциплинарных задач.

### Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль Искусственный интеллект и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 или 4 курсе в 5, 6, 7 или 8 семестре на выбор.

**Цель изучения дисциплины (модуля):** формирование у студентов фундаментальных знаний и навыков решения и анализа дифференциальных уравнений, необходимых для моделирования и исследования динамических процессов в различных областях науки и техники.

**Задачи изучения дисциплины (модуля)** заключаются в формировании у студентов следующих знаний, умений и навыков:

- знание основных типов и классификаций дифференциальных уравнений (обыкновенные, в частных производных);
- знание методов решения линейных и нелинейных дифференциальных уравнений первого и высших порядков;
- знание теоретических основ существования и единственности решений дифференциальных уравнений;
- умение анализировать и формулировать задачи, сводящиеся к дифференциальным уравнениям;
- умение решать типовые задачи на решение дифференциальных уравнений с помощью аналитических методов;
- умение использовать численные методы для приближённого решения сложных дифференциальных уравнений;
- умение интерпретировать полученные решения в контексте прикладных задач и оценивать их корректность;
- применение математических методов и программных средств для решения дифференциальных уравнений;
- формулирование и решение задач, моделируемых с помощью дифференциальных уравнений, в рамках междисциплинарных исследований;
- осуществление критического анализа и обоснование выбора методов решения для конкретных типов уравнений;
- эффективное представление и визуализация результатов решения дифференциальных уравнений.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-6.	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1.	Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда
		УК-6.2.	Умеет планировать свое рабочее время и время для саморазвития. формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей
		УК-6.3.	Имеет практический опыт получения дополнительного образования, изучения дополнительных образовательных программ
ОПК-1.	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1.	Знает основные концепции и теории в области математического анализа и смежных дисциплин; методы и подходы, используемые в различных областях математики
		ОПК-1.2.	Умеет применять математические методы для решения профессиональных задач
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт разработки и реализации математических моделей в профессиональной деятельности
ПК-1.	Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области	ПК-1.1.	Знает методы и подходы к формулированию задач, а также основные принципы математического доказательства и анализа результатов.

	математики и компьютерных наук	ПК-1.2.	Умеет корректно ставить и формулировать математические задачи, применять строгие методы доказательства и анализировать полученные результаты.
		ПК-1.3.	Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач
ПК-2.	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности в области искусственного интеллекта, опираясь на информационную и библиографическую культуру, используя информационно-коммуникационные технологии и учитывая основные требования информационной безопасности	ПК-2.1.	Знает основы информационной и библиографической культуры, а также принципы информационной безопасности и применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности
		ПК-2.2.	Умеет эффективно использовать информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных задач профессиональной деятельности, учитывая требования информационной безопасности
		ПК-2.3.	Имеет опыт работы с информационными ресурсами и технологиями в области искусственного интеллекта, включая соблюдение норм информационной безопасности

### 3. Тематический план

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		<i>Очная форма</i>				
		Контактная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
Лекции	Семинары (практические занятия)					
1	Основы и методы решения ОДУ	7	7	2	30	Домашние задания, Контрольная работа
2	Линейные уравнения и системы	7	7		30	Домашние задания, Подготовка к семинару
3	Качественная теория и устойчивость решений	8	8		30	Домашние задания, Подготовка к семинару
4	Расширенные темы и приложения	8	8	2	30	Домашние задания, Контрольная работа
	<i>Зачет с оценкой</i>			6		
	<b>Итого:</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>120</b>	
	<b>Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)</b>	<b>190</b>				
	<b>Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)</b>	<b>5</b>				

### 4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Основы и методы решения ОДУ	Классификация и типы обыкновенных дифференциальных уравнений; аналитические методы решения; численные методы решения ОДУ
2	Линейные уравнения и системы	Теория линейных дифференциальных уравнений; методы решения систем линейных ОДУ; применение матричных методов и операторов
3	Качественная теория и устойчивость решений	Фазовый портрет и поведение решений; понятие устойчивости и методы её исследования; бифуркации и динамические системы
4	Расширенные темы и приложения	Нелинейные дифференциальные уравнения и методы их анализа; прикладные задачи и моделирование с помощью ОДУ; современные численные методы и программные средства

## 5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

### *Основная литература:*

1. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 1 : учебник для вузов / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07067-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562115>.

2. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 2 : учебник для вузов / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07069-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562116>.

### *Дополнительная литература:*

1. Капкаева, Л. С. Математический анализ: теория пределов, дифференциальное исчисление : учебник для вузов / Л. С. Капкаева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 246 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04898-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563592>.

## 6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа к в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
2.	База данных для IT-специалистов	<a href="https://habr.com">https://habr.com</a>
3.	База данных ScienceDirect	<a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a>
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
5.	Федеральный портал «Российское образование»	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	<a href="http://fcior.edu.ru/">http://fcior.edu.ru/</a>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
<b>Операционные системы:</b>		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Браузеры:</b>		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Офисные приложения:</b>		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Программное обеспечение для планирования и учета времени:</b>		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления проектами:</b>		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы управления базами данных:</b>		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы резервного копирования (backup):</b>		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
<b>Справочно-правовые системы:</b>		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
<b>Средства антивирусной защиты:</b>		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
<b>Среды разработки:</b>		

Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Пакеты программных средств и библиотек:</b>		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления библиографической информацией:</b>		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Сервисы и службы:</b>		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

## 7. Методические и оценочные материалы

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

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Дифференциальные уравнения» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, практические занятия, домашние задания, контрольные работы, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

*Лекция* – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

*Участие в семинаре (практическом занятии)* – активная работа студента на семинаре, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии.

Для успешного участия в семинаре студентам рекомендуется заранее ознакомиться с темой обсуждения, прочитать необходимые материалы и подготовить вопросы. Важно активно слушать и вовлекаться в дискуссию, высказывая свои мнения и аргументируя их. При ответах на вопросы преподавателя стоит быть уверенным, четким и логичным, опираясь на изученный материал. Также полезно поддерживать диалог с однокурсниками, чтобы обогатить обсуждение и расширить свои знания.

*Домашнее задание* – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

*Контрольная работа* – письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время.

Цель контрольной работы - получить специальные знания по одной или нескольким темам дисциплины (модуля) и продемонстрировать навыки их практического применения.

*Самостоятельная работа* – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

### **Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

#### **Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Дифференциальные уравнения»**

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *зачета с оценкой*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом:

<b>Десятибалльная оценка</b>	<b>Пятибалльная оценка</b>	<b>Оценка за зачет</b>	<b>Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)</b>
10	Отлично	Зачтено	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
7	Хорошо	Зачтено	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	Зачтено	
5	Удовлетворительно	Зачтено	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	Зачтено	
3	Не сдан	Не зачтено	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задаст дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

Дисциплина (модуль) «Дифференциальные уравнения» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Описание
<i>Накопительная оценка</i>		
Домашние задания	40%	Набор задач по темам недели
Контрольная работа	40%	Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время
Аудиторная работа	20%	Активная работа студента на семинаре, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии

**Итоговая оценка по дисциплине (модулю) «Дифференциальные уравнения» выставляется по накопительной оценке:**  $\langle 0,4 \times$  среднее за домашние задания  $+ 0,4 \times$  среднее за контрольные работы  $+ 0,2 \times$  аудиторная работа  $\rangle$ .

### Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

#### Примерные домашние задания

##### Домашнее задание: Основы и методы решения ОДУ

- Классифицируйте следующие уравнения по порядку и типу:
  - $y' + 3y = \sin x$
  - $y'' + y = 0$
  - $y' = y^2$
- Решите уравнение  $y' = 3y$  аналитически с начальным условием  $y(0) = 2$ .
- Найдите общее решение уравнения  $y'' - 4y' + 4y = 0$ .
- Используя метод Эйлера, приближенно решите задачу Коши для уравнения  $y' = y - x$ ,  $y(0) = 1$  на интервале  $[0, 1]$  с шагом 0.2.
- Сравните полученные численные решения с аналитическим решением из задания 2, сделайте выводы о точности метода.

##### Домашнее задание: Линейные уравнения и системы

- Найдите общее решение уравнения  $y'' + 2y' + y = 0$ .
- Решите систему линейных ОДУ:

$$\begin{cases} x' = 2x + y \\ y' = -x + 4y \end{cases}$$

- Представьте систему из задания 2 в матричной форме и найдите собственные значения матрицы коэффициентов.
- Используя метод вариации постоянных, решите уравнение  $y' + y = e^x$ .
- Объясните, как линейность уравнений упрощает процесс нахождения решений по сравнению с нелинейными случаями.

##### Домашнее задание: Качественная теория и устойчивость решений

- Постройте фазовый портрет системы:

$$\begin{cases} x' = y \\ y' = -x \end{cases}$$

2. Определите устойчивость равновесной точки  $(0,0)$  для системы из задания 1.
3. Рассмотрите уравнение  $y'=y(1-y)$ . Найдите точки равновесия и исследуйте их устойчивость.
4. Объясните понятие бифуркации на примере уравнения  $y'=ry-y^3$ , где  $r$  — параметр.
5. Приведите пример динамической системы с бифуркацией и опишите её поведение при изменении параметра.

### Примерные задания по контрольной работе

1. Найдите общее решение уравнения второго порядка:  
 $y''-3y'+2y=0$ .
2. Решите неоднородное уравнение:  
 $y''+y=\cos x$ .
3. Запишите систему двух линейных ОДУ в матричной форме:  

$$\begin{cases} x' = 4x + y, \\ y' = -2x + 3y. \end{cases}$$
4. Найдите собственные значения и собственные векторы матрицы коэффициентов системы из задания 3.
5. Решите систему из задания 3, используя метод диагонализации матрицы.
6. Примените метод вариации постоянных для решения уравнения:  
 $y'+2y=e^{-x}$ .
7. Рассмотрите систему:  

$$\begin{cases} x' = 3x + 4y, \\ y' = -4x + 3y. \end{cases}$$
8. Постройте фазовый портрет системы из задания 7.
9. Определите тип и устойчивость равновесной точки системы из задания 7.
10. Объясните, почему метод собственных значений и собственных векторов является эффективным для решения систем линейных ОДУ с постоянными коэффициентами.

### Примерный список вопросов для подготовки к семинару

#### 1. Основы и методы решения ОДУ

1. Какие существуют классификации обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)?
2. В чем отличие уравнений первого и второго порядка?
3. Что такое линейное и нелинейное ОДУ? Приведите примеры.
4. Какие методы аналитического решения ОДУ вам известны?
5. Как решается уравнение с разделяющимися переменными?
6. Что такое задача Коши для ОДУ?
7. Какие численные методы решения ОДУ вы знаете? В чем особенности метода Эйлера?
8. Какие преимущества и недостатки имеют численные методы по сравнению с аналитическими?

#### 2. Линейные уравнения и системы

9. Что такое линейное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами?
10. Как найти общее решение однородного линейного ОДУ второго порядка?
11. Что такое характеристическое уравнение и как оно используется?
12. Как решать неоднородные линейные уравнения?
13. Как записать систему линейных ОДУ в матричной форме?
14. Что такое собственные значения и собственные векторы матрицы коэффициентов системы?

15. Как метод диагонализации помогает решать системы линейных ОДУ?
16. В чем суть метода вариации постоянных для решения неоднородных систем?
- 3. Качественная теория и устойчивость решений**
17. Что такое фазовый портрет и как его строить для систем двух уравнений?
18. Какие типы равновесных точек существуют (узлы, седла, фокусы и т.п.)?
19. Как определить устойчивость равновесной точки?
20. Что такое асимптотическая устойчивость?
21. Какие методы исследования устойчивости вы знаете?
22. Что такое бифуркация в динамических системах?
23. Приведите пример бифуркации и опишите её поведение.
24. Как качественный анализ помогает понять поведение решений без явного решения уравнений?
- 4. Расширенные темы и приложения**
25. Какие основные методы анализа нелинейных дифференциальных уравнений вы знаете?
26. Как моделируются реальные процессы с помощью ОДУ? Приведите пример.
27. В чем особенности численных методов для нелинейных систем?
28. Какие программные средства применяются для решения и анализа ОДУ?
29. Как методы численного интегрирования адаптируются для сложных моделей?
30. Какие современные направления исследований в области дифференциальных уравнений вам известны?

**Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какой из перечисленных методов является аналитическим методом решения обыкновенных дифференциальных уравнений?  а) Метод Эйлера б) Метод разделения переменных с) Метод Рунге-Кутты д) Метод Монте-Карло	б	ОПК-1
2.	Какой из перечисленных методов наиболее эффективен для решения системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами?  а) Метод Эйлера б) Метод вариации постоянных в) Метод собственных значений и собственных векторов г) Метод Рунге-Кутты	в	УК-6
3.	Как называется матричный метод, применяемый для решения систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений?	Метод экспоненты матрицы	ОПК-1
4.	Как называется графическое представление траекторий решений динамической системы в фазовом пространстве?	Фазовый портрет	ПК-1

5.	Как называется метод численного решения нелинейных дифференциальных уравнений, основанный на аппроксимации производных конечными разностями?	Метод конечных разностей	ОПК-1
6.	Какой численный метод решения ОДУ является итеративным и широко используется в программных средствах для моделирования динамических систем?	Метод Рунге-Кутты	ПК-2
7.	Дайте краткое название свойства решения дифференциального уравнения, при котором малые возмущения начальных условий не приводят к существенным изменениям поведения решения.	Устойчивость	УК-6