

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

«30» мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.07 Дифференциальные уравнения

Направление

подготовки/специальность 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) /

специализация Искусственный интеллект и машинное обучение

Форма обучения Очная

Квалификация Бакалавр

Краснодар 2025

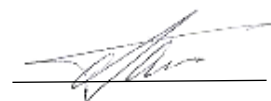
Рабочая программа дисциплины «Дифференциальные уравнения» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 09.03.03 Прикладная информатика

Программу составил:

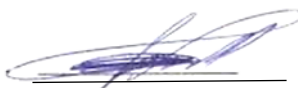
А.Д. Колотий доцент кафедры прикладной математики, кандидат физ.-мат. наук



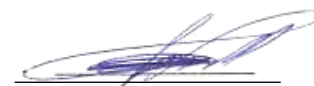
Рабочая программа дисциплины Дифференциальные и разностные уравнения утверждена на заседании кафедры прикладной математики
протокол № 9 от 06.05.2025
И.о. заведующего кафедрой (разработчика)
А.В. Письменский



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта
протокол № 13 от 20.05.2025
Заведующий кафедрой (выпускающей) Коваленко А.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики
протокол № 4 от 23.05.2025
Председатель УМК факультета Коваленко А.В.



Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна

Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ»

Марков Виталий Николаевич

Профессор кафедры информационных систем и программирования
института компьютерных систем и информационной безопасности
(ИКСИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

- ознакомить студентов с начальными навыками математического моделирования;
- показать возникающие принципиальные трудности при переходе от реального объекта к его математической идеализации;
- показать разницу между «хорошими» и «плохими» моделями.

1.2 Задачи дисциплины

- формирование у студента представления о дифференциальных уравнениях, как математических моделях явлений и процессов различной природы;
- выработка навыков использования классических методов «Дифференциальных уравнений»;
- освоение студентами синтеза классических методов теории дифференциальных уравнений с современными идеями качественных, численных и асимптотических методов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Данная дисциплина тесно связана с дисциплинами базовой части Блока 1: математический анализ, векторная алгебра, дискретные математические системы, вычислительные методы, методы математической физики, методы оптимизации.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
ИД-1.ОПК-1	Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при построении моделей в заданной предметной области
Знать	Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации
Уметь	Проводить анализ исполнения требований Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения Применять методы анализа научно-технической информации
Владеть	Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению Проектирование структур данных Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач
ИД-2.ОПК-1	Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при выборе методов решения задач профессиональной деятельности
Знать	Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в

	соответствующей области исследований
	Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации
Уметь	Проводить анализ исполнения требований Проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения
Владеть	Применять методы анализа научно-технической информации Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению Оценка времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний Подготовка предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач
ОПК-2	Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности
ИД-1.ОПК-2	Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к ИС
Знать	Цели и задачи проводимых исследований и разработок Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации
Уметь	Проводить анализ исполнения требований Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения
Владеть	Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению Разработка, изменение и согласование архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения Проектирование структур данных Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач
ИД-2.ОПК-2	Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности
Знать	Цели и задачи проводимых исследований и разработок Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации
Уметь	Вырабатывать варианты реализации требований Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения
Владеть	Анализ возможностей реализации требований к программному

	обеспечению
	Проектирование структур данных
	Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний
	Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач
ПК-1	Способен демонстрировать базовые знания математических и(или) естественных наук, программирования и информационных технологий
ИД-1.ПК-1	Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области построения математических моделей, программирования и информационных технологий
Знать	Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации
Уметь	Применять методы анализа научно-технической информации
Владеть	Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению Оценка времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению Проектирование структур данных Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний Подготовка предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач
ИД-2.ПК-1	Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в конкретной проблемной области
Знать	Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации
Уметь	Применять методы анализа научно-технической информации
Владеть	Проектирование структур данных Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний Подготовка предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Семестры (часы)			
			3			
Контактная работа, в том числе:		90,5	90,5			
Аудиторные занятия (всего):		84	84			
занятия лекционного типа		34	34			
лабораторные занятия		50	50			
практические занятия						
семинарские занятия						
Иная контактная работа:		6,5	6,5			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	0,5			
Самостоятельная работа, в том числе:		53,8	53,8			
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)		40	40			
Подготовка к текущему контролю		13,8	13,8			
Контроль:		35,7	35,7			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7			
Общая трудоемкость	час.	180	180			
	в том числе контактная работа	90,5	90,5			
	зач. ед	5	5			

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные понятия и определения. Методы решения основных типов уравнений первого порядка.	15	3		8	4
2.	Уравнения, не разрешенные относительно производной.	6			3	3
3.	Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для одного уравнения и систем дифференциальных уравнений. Свойства решений линейных однородных систем.	8	4			4
4.	Разные уравнения первого порядка.	10			6	4
5.	Фундаментальная матрица и её свойства. Линейные неоднородные системы. Метод вариации произвольных постоянных для линейных систем.	6	3			3
6.	Уравнения, допускающие понижение порядка. Методы их решения.	8			4	4
7.	Линейные дифференциальные уравнения n-ого порядка. Свойства решений линейных дифференциальных уравнений n-ого порядка. Метод вариации произвольных постоянных.	9	3		3	3

8.	Линейные однородные дифференциальные уравнения n-ого порядка с постоянными коэффициентами. Построение общего решения.	11	4		3	4
9.	Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n-ого порядка с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	10	2		4	4
10.	Однородные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Построение решения.	11	3		4	4
11.	Поиск частного решения неоднородной системы с постоянными коэффициентами.	11	3		4	4
12.	Устойчивость по Ляпунову. Геометрическая интерпретация. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению.	10	2		4	4
13.	Поведение траекторий линейной однородной системы дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами.	13	4		5	4
14.	Линейные разностные уравнения второго порядка.	6	3			3
15.	Обзор пройденного материала и прием зачета.	3,8			2	1,8
	ИТОГО по разделам дисциплины	137,8	34		50	53,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5				
	Подготовка к текущему контролю	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	180	34		50	53,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Основные понятия и определения. Методы решения основных типов уравнений первого порядка.	Понятие дифференциального уравнения и его решения. Задача Коши. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Линейные уравнения первого порядка. Уравнения в полных дифференциалах.	Т
2.	Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для одного уравнения и систем дифференциальных уравнений. Свойства решений линейных однородных систем.	Теорема существования и единственности Пикара для одного дифференциального уравнения и систем. Теорема существования Пеано. Теорема о гладкости решений дифференциальных уравнений. Теорема Лиувилля для линейных однородных систем. Пять теорем о свойствах решений линейных однородных систем.	Т
3.	Фундаментальная матрица и её свойства. Линейные неоднородные системы. Метод вариации произвольных постоянных для линейных систем.	Понятие фундаментальной матрицы. Утверждение о представлении решения неоднородной системы и следствие из него. Сведение линейного дифференциального уравнения n-ого порядка к линейной системе. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного уравнения n-ого порядка.	Т
4.	Линейные дифференциальные	Пять теорем о свойствах решений линейных однородных дифференциальных уравнений n-ого порядка. Понижение	К

	уравнения n -ого порядка. Свойства решений линейных дифференциальных уравнений n -ого порядка. Метод вариации произвольных постоянных.	порядка линейного однородного дифференциального уравнения. Поиск частного решения неоднородного уравнения методом вариации произвольных постоянных.	
5.	Линейные однородные дифференциальные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Построение общего решения.	Представление общего решения в случае различных характеристических чисел, в случае кратных характеристических чисел и в случае уравнения с вещественными коэффициентами. Лемма о линейной независимости функции.	Т
6.	Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	Метод неопределенных коэффициентов для поиска частного решения линейных неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами. Нерезонансный и резонансный случаи. Случай уравнения с вещественными коэффициентами.	Т
7.	Однородные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Построение решения.	Представление общего решения в случае матрицы простой структуры, в случае вещественной матрицы и в случае матрицы общего вида. Метод неопределенных коэффициентов поиска общего решения однородной системы с постоянными коэффициентами.	Т
8.	Поиск частного решения неоднородной системы с постоянными коэффициентами.	Метод неопределенных коэффициентов для поиска частного решения неоднородной системы с постоянными коэффициентами. Нерезонансный, резонансный и вещественный случаи.	К
9.	Устойчивость по Ляпунову. Геометрическая интерпретация. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению.	Определение устойчивости по Ляпунову. Сведение исследования устойчивости ненулевого решения к исследованию устойчивости нулевого решения. Критерий Рауса-Гурвица.	Т
10.	Поведение траекторий линейной однородной системы дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами.	Вид особой точки: узел, седло, фокус, центр. Случаи дикритического и вырожденного узла.	Т
11.	Линейные разностные уравнения второго порядка.	Шесть теорем о линейных разностных уравнениях второго порядка. Однородные разностные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.	Т

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП – выполнение курсового проекта, КР – курсовой работы, РГЗ – расчетно-графического задания, Р – написание реферата, Э – эссе, К – коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными и приводящиеся к ним.	Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными и приводящиеся к ним.	Проверка выполнения лабораторной работы
2.	Однородные уравнения и приводящиеся к ним.	Однородные уравнения и приводящиеся к ним.	Проверка выполнения лабораторной работы
3.	Линейные уравнения первого порядка, уравнения Бернулли и Риккати, методы их решения.	Линейные уравнения первого порядка, уравнения Бернулли и Риккати, методы их решения.	Проверка выполнения лабораторной работы
4.	Уравнения в полных дифференциалах и приводящиеся к ним. Интегрирующий множитель.	Уравнения в полных дифференциалах и приводящиеся к ним. Интегрирующий множитель.	Проверка выполнения контрольной работы
5.	Уравнения, не разрешенные относительно производной.	Уравнения, не разрешенные относительно производной.	Проверка выполнения лабораторной работы, проверка коллоквиума
6.	Разные уравнения первого порядка.	Разные уравнения первого порядка.	Проверка выполнения лабораторной работы
7.	Уравнения, допускающие понижение порядка. Методы их решения.	Уравнения, допускающие понижение порядка. Методы их решения.	Проверка выполнения контрольной работы
8.	Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами.	Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами.	Проверка выполнения лабораторной работы
9.	Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	Проверка выполнения лабораторной работы
10.	Метод вариации произвольных постоянных для неоднородных дифференциальных уравнений.	Метод вариации произвольных постоянных для неоднородных дифференциальных уравнений.	Проверка выполнения лабораторной работы
11.	Линейные уравнения с переменными коэффициентами. Формула Остроградского – Лиувилля.	Линейные уравнения с переменными коэффициентами. Формула Остроградского – Лиувилля.	Проверка выполнения контрольной работы
12.	Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Собственные вектора и собственные значения.	Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Собственные вектора и собственные значения.	Проверка выполнения лабораторной работы
13.	Линейные неоднородные системы с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	Линейные неоднородные системы с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	Проверка выполнения лабораторной работы
14.	Метод вариации произвольных постоянных для линейных неоднородных систем.	Метод вариации произвольных постоянных для линейных неоднородных систем.	Проверка выполнения лабораторной работы
15.	Устойчивость. Исследование на устойчивость по первоначальному приближению. Исследование на устойчивость с помощью функции Ляпунова.	Устойчивость. Исследование на устойчивость по первоначальному приближению. Исследование на устойчивость с помощью функции Ляпунова.	Проверка выполнения контрольной работы, проверка коллоквиума
16.	Положение равновесия. Исследование на устойчивость нулевого решения.	Положение равновесия. Исследование на устойчивость нулевого решения.	Проверка выполнения лабораторной работы
17.	Особые точки. Исследование особой точки.	Особые точки. Исследование особой точки.	Проверка выполнения лабораторной работы

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП – выполнение курсового проекта, КР – курсовой работы, РГЗ – расчетно-графического задания, Р – написание реферата, Э – эссе, К – коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Дифференциальные уравнения», утвержденные кафедрой прикладной математики, протокол №7 от 18.04.2018 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

– Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

– Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

– Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

– Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

– Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

– Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

– Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

– Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

– Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

– Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

– Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

– работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

– проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

– анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

– развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Лекции представляют собой систематические обзоры дифференциальных уравнений.

Лабораторное занятие позволяет научить студента применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в

традиционных аудиториях. Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
3	Л, ЛР, СРС	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	137,8
Итого			

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Дифференциальные уравнения».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме опроса, разноуровневых заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену, зачету.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Основные понятия и определения теории дифференциальных уравнений первого порядка.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы, контрольная работа по теме	Вопрос на экзамене 1-3
2	Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для одного уравнения и систем дифференциальных уравнений.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы	Вопрос на экзамене 4-7
3	Свойства решений линейных однородных систем.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы	Вопрос на экзамене 8-10
4	Фундаментальная матрица и её свойства. Линейные неоднородные системы.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы	Вопрос на экзамене 11-12
5	Линейные дифференциальные уравнения n-ого порядка. Метод вариации произвольных	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы	Вопрос на экзамене 13-17

	постоянных для неоднородного уравнения n -ого порядка.			
6	Линейные однородные дифференциальные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Построение общего решения.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы, контрольная работа по теме	Вопрос на экзамене 18-20
7	Неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы, контрольная работа по теме	Вопрос на экзамене 21-23
8	Свойства нулей решения дифференциальных уравнений. Теорема Штурма. Решение линейных дифференциальных уравнений с помощью рядов.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы	Вопрос на экзамене 24-27
9	Зависимость решения от начальных значений и параметров.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы	Вопрос на экзамене 28-30
10	Однородные системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Построение общего решения.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы, контрольная работа по теме	Вопрос на экзамене 31-33
11	Линейные неоднородные системы с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы, контрольная работа по теме	Вопрос на экзамене 34-35
12	Устойчивость по Ляпунову. Геометрическая интерпретация. Устойчивость нулевого решения однородной системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы	Вопрос на экзамене 36-38
13	Лемма Ляпунова.	ИД-1.ОПК-1	Устный опрос, проверка	Вопрос на

	Теорема Четаева. Устойчивость по первому приближению.	ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	самостоятельной неаудиторной работы	экзамене 39-41
14	Поведение траекторий линейной однородной системы дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы	Вопрос на экзамене 42-45
15	Невырожденные положения равновесия автономной системы второго порядка. Устойчивость периодических решений.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы	Вопрос на экзамене 46-48
16	Краевые задачи.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы	Вопрос на экзамене 49-52
17	Уравнения с частными производными первого порядка.	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1	Устный опрос, проверка самостоятельной неаудиторной работы	Вопрос на экзамене 53-55

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы для семинаров, коллоквиумов, собеседования

БИЛЕТ 1

1. Теорема существования и единственности для линейных систем.
2. Теорема Лиувилля для линейных однородных систем.
3. Задача. Уравнения в полных дифференциалах и приводящиеся к ним.

БИЛЕТ 2

1. Простейшие классы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.
2. Свойства решений линейных однородных систем (теоремы 1, 2, 3).
3. Задача. Однородные уравнения и приводящиеся к ним.

БИЛЕТ 3

1. Утверждение о представлении решения неоднородной системы, следствие.

2. Лемма о линейной независимости функций вида $x^k e^{\lambda_j x}$.
3. Задача. Уравнения, не разрешенные относительно производной.

БИЛЕТ 4

1. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного уравнения n -ого порядка.
2. Поиск частного решения линейного неоднородного уравнения с постоянными коэффициентами (резонансный случай).
3. Задача. Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными и приводящиеся к ним.

БИЛЕТ 5

1. Теорема о гладкости решений дифференциальных уравнений.
2. Понижение порядка линейного однородного дифференциального уравнения.
3. Задача. Линейные уравнения первого порядка.

Комплект заданий для контрольной работы

Тема 1. Дифференциальные уравнения первого порядка.

Задание: Определить тип и решить каждое дифференциальное уравнение первого порядка.

Вариант 1

1. $(2t + 3x - 1)dt = (5 - 4t - 6x)dx$;
2. $xy' = e^y + 2y'$;
3. $dy + (xy - xy^3)dx = 0$;
4. $x^2y' - 2xy = 3y$;
5. $y' - 1 = e^{x+2y}$.

Вариант 2

1. $y \sin x + y' \cos x = 1$;
2. $2x^3 + y = xy'$;
3. $x(x - 1)y' + 2xy = 1$;
4. $y' - 1 = \frac{y}{x(x+1)}$;
5. $xy' - 2y = -2x^2$.

Тема 2. Дифференциальные уравнения высших порядков.

Задание: Решить уравнение.

Вариант 1

1. $xyy' - xy'^2 - yy' = 0$;
2. $xy^{(5)} - y^{(4)} = 0$;
3. $y^{(4)} - 2y''' + 2y'' - 2y' + y = 0$;
4. $y^{(5)} + 8y''' + 16y' = 0$;
5. $y'' + 5y' + 6y = \cos 2x$;
6. $y'' + 4y' + 3y = \cos x$;
7. $y'' + y = \operatorname{tg} x$;
8. $y'' - y' = \frac{e^x}{1+e^x}$;
9. $x^2y'' - 3xy' + 3y = 5x^2 - x$;
10. $x^2y'' - xy' - 3y = 5x^4$.

Вариант 2

1. $y''' - 7y'' + 16y' - 12y = 0$;
2. $y^{(4)} + 4y''' + 8y'' + 16y' + 16y = 0$;

3. $y''^2 = 4(y' - 1)$;
4. $xy'' = y' \ln \frac{y'}{x}$;
5. $y''' + y' = \frac{1}{\cos x}$;
6. $y''' + y' = \frac{\sin x}{\cos^2 x}$;
7. $y'' - 4y' + 3y = \sin x$;
8. $y'' - 5y' + 6y = \sin 2x$;
9. $x^2 y'' - 3xy' + 3y = 5x^2 - x$;
10. $x^2 y'' - xy' - 3y = 5x^4$.

Тема 3. Системы дифференциальных уравнений.

Задание: Решить систему уравнений.

Вариант 1

1.
$$\begin{cases} x' = y, \\ y' = -4x + 4y, \\ z' = -2x + y + 2z. \end{cases}$$
2.
$$\begin{cases} x' = 2x + 6y - 15z, \\ y' = x + y - 5z, \\ z' = x + 2y - 6z. \end{cases}$$
3.
$$\begin{cases} x' = -x - 2y + 2e^t, \\ y' = -2x + 2y + 5e^t. \end{cases}$$
4.
$$\begin{cases} x' = 4x + 2y, \\ y' = -x + y + 2e^t. \end{cases}$$

Вариант 2

1.
$$\begin{cases} x' = 9x - 6y - 2z, \\ y' = 18x - 12y - 3z, \\ z' = 18x - 9y - 6z. \end{cases}$$
2.
$$\begin{cases} x' = 4x + 6y - 15z, \\ y' = x + 3y - 5z, \\ z' = x + 2y - 4z. \end{cases}$$
3.
$$\begin{cases} x' = -x + 3y, \\ y' = -x + 3y + e^{-t}. \end{cases}$$
4.
$$\begin{cases} x' = 4x + y - e^{-2t}, \\ y' = -5x - 2y. \end{cases}$$

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Понятие дифференциального уравнения и его решения. Задача Коши. Простейшие классы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка (с разделяющимися переменными, однородные, линейные уравнения первого порядка, в полных дифференциалах).

2. Теорема существования и единственности Пикара для одного дифференциального уравнения и систем (без доказательств). Теорема существования Пеано (без доказательства). Теорема существования и единственности для линейных систем (без доказательства). Теорема о гладкости решений дифференциальных уравнений.

3. Свойства решений линейных однородных систем (теоремы 1, 2, 3).

4. Свойства решений линейных однородных систем (теоремы 4, 5).
5. Теорема Лиувилля для линейных однородных систем.
6. Фундаментальная матрица и её свойства.
7. Линейные неоднородные системы дифференциальных уравнений. Утверждение о представлении решения неоднородной системы, следствие. Метод вариации произвольных постоянных для поиска частного решения неоднородной системы.
8. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка. Сведение к линейной системе. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного уравнения n -го порядка.
9. Свойства решений линейных однородных дифференциальных уравнений n -го порядка (теоремы 1, 2, 3).
10. Свойства решений линейных однородных дифференциальных уравнений n -го порядка (теоремы 4, 5, теорема Лиувилля).
11. Понижение порядка линейного однородного дифференциального уравнения.
12. Поиск частного решения неоднородного уравнения методом вариации произвольных постоянных.
13. Линейные уравнения n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Представление общего решения в случае различных характеристических чисел.
14. Лемма о линейной независимости функций вида $x^k e^{\lambda_j x}$.
15. Представление общего решения в случае кратных характеристических чисел.
16. Представление общего решения линейного уравнения n -го порядка в случае уравнения с вещественными коэффициентами.
17. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения методом неопределенных коэффициентов (нерезонансный случай).
18. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения методом неопределенных коэффициентов (резонансный случай).
19. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения методом неопределенных коэффициентов (случай уравнения с вещественными коэффициентами).
20. Однородные системы с постоянными коэффициентами. Представление общего решения в случае матрицы простой структуры.
21. Утверждение о вещественности общего решения в случае вещественной матрицы.
22. Вид общего решения линейной однородной системы дифференциальных уравнений в случае матрицы общего вида.
23. Метод неопределенных коэффициентов поиска общего решения однородной системы с постоянными коэффициентами.
24. Неоднородные системы с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения методом неопределенных коэффициентов (нерезонансный случай).
25. Неоднородные системы с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения методом неопределенных коэффициентов (резонансный случай).
26. Неоднородные системы с постоянными коэффициентами. Поиск частного решения методом неопределенных коэффициентов (вещественный случай).
27. Определение устойчивости по Ляпунову. Сведение исследования устойчивости ненулевого решения к исследованию устойчивости нулевого решения. Геометрическая интерпретация.
28. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению (без доказательства). Критерий Рауса-Гурвица (без доказательства).
29. Поведение траекторий линейных однородных систем дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами (узел, седло).
30. Поведение траекторий линейных однородных систем дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами (фокус, центр).

31. Поведение траекторий линейных однородных систем дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами (дискритический узел и случай $\lambda_1 \neq 0, \lambda_2 \neq 0$).

32. Поведение траекторий линейных однородных систем дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами (вырожденный узел и случай $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$).

33. Линейные разностные уравнения второго порядка. Теоремы 1, 2, 3.

34. Линейные разностные уравнения второго порядка. Теоремы 4, 5, 6.

Однородные разностные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, допускает незначительные ошибки, справляется с материалом без видимых затруднений; студент умеет правильно объяснять материал, подкрепляя его примерами, и, применяя полученные знания при решении практических задач.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры, решает задачи с видимыми затруднениями; довольно ограниченный объем знаний теоретического материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Филиппов, Алексей Федорович. Введение в теорию дифференциальных / А. Ф. Филиппов. – Изд. 5-е - Москва : URSS : [ЛЕНАНД], 2022. - 248 с. - (Классический учебник МГУ). – ISBN 978-5-9519-2865-8.

2. Филиппов, Алексей Федорович. Сборник задач по дифференциальным уравнениям : [более 1400 задач с ответами] / А. Ф. Филиппов. - Изд. 9-е. - Москва : URSS, 2022. - 240 с. - (Классический учебник МГУ). - ISBN 978-5-9519-2872-6.

3. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению : учебное пособие / В. К. Романко, Н. Х. Агаханов, В. В. Власов, Л. И. Коваленко. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 222 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135528>. - ISBN 978-5-00101-799-8.

4. Хеннер, В. К. Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление, основы специальных функций и интегральных уравнений : учебное пособие / В. К. Хеннер, Т. С. Белозерова, М. В. Хеннер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 320 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210038>. - ISBN 978-5-8114-2592-1.

5. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 400 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167810>. - ISBN 978-5-8114-0799-6.

5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>

2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>.
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>

4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, лабораторных занятий, позволяющих студентам в полной мере ознакомиться с понятием дифференциальных уравнений и освоиться в решении практических задач.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине «Дифференциальные уравнения».

Целью самостоятельной работы бакалавра является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий.

Самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины состоит в выполнении индивидуальных заданий, задаваемых преподавателем, ведущим лабораторные занятия, подготовки теоретического материала к лабораторным занятиям, на основе конспектов лекций и учебной литературы, согласно календарному плану и подготовки теоретического материала к тестовому опросу, зачету и экзамену, согласно вопросам к экзамену.

Указания по оформлению работ:

- работа на лабораторных занятиях и конспекты лекций могут выполняться на отдельных листах либо непосредственно в рабочей тетради;
- оформление индивидуальных заданий желательно на отдельных листах.

Проверка индивидуальных заданий по темам, разобранным на лабораторных занятиях, осуществляется через неделю на текущем лабораторном занятии, либо в течение недели после этого занятия на консультации.

Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3.	Практические занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
4.	Групповые	Аудитория, укомплектованная специализированной

	(индивидуальные) консультации	мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Операционная система Windows 10/11, пакет Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд 102а)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Операционная система Windows 10/11, пакет Microsoft Office