

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт новых технологий и искусственного интеллекта
Кафедра функционального анализа

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Н. Л. Королева
«16» сентября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.06.1 Численные методы решения дифференциальных уравнений

Направление подготовки/специальность: 01.03.01 - Математика

Профиль/направленность/специализация: Искусственный интеллект и моделирование

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2024

Автор программы:

Кандидат физико-математических наук, Переславцева Оксана Николаевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.01 - Математика (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «10» января 2018 г. № 8).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры функционального анализа «13» сентября 2024 г. Протокол № 2

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института новых технологий и искусственного интеллекта, Протокол от «16» сентября 2024 г. № 1.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Бакалавриата.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	8
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	13
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	14
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	16

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-4 Способен использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- педагогический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 01 Образование и наука (в сфере общего, профессионального и дополнительного профессионального образования; в сфере научных исследований), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научно-исследовательских и опытноконструкторских разработок)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-4 Способен использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	Выявляет определенные закономерности в поведении изучаемой сложной системы и определяет взаимосвязь ее частей. Производит верификацию построенной алгоритмической и математической модели

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-4 Способен использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения				
		Очная (семестр)				
		3	4	5	6	8
1	Дифференциальные уравнения			+	+	
2	Методы и системы обработки больших данных	+	+			
3	Объектно-ориентированное программирование			+		
4	Преддипломная практика					+
5	Численные методы		+			

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Численные методы решения дифференциальных уравнений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 01.03.01 - Математика.

Дисциплина «Численные методы решения дифференциальных уравнений» изучается в 5 семестре.

3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	108
Контактная работа	48
Лекции (Лекции)	16
Практические (Практ. раб.)	32
Самостоятельная работа (СР)	24
Экзамен	36

3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
5 семестр					
1	Примеры решения задач физики, химии, биологии методом составления и решения дифференциальных уравнений. Графический метод решения дифференциальных уравнений (метод изоклин).	2	2	2	Опрос
2	Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов:	2	2	2	Контрольная работа
3	Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.	2	2	4	Опрос

4	Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка, приведение их к каноническому виду.	2	2	2	Опрос
5	Задача о свободных и вынужденном колебаниях струны, закреплённой на концах.	2	2	4	Опрос
6	Интеграл Фурье. Задачи о распространении тепла в бесконечном и конечном стержне	2	4	4	Практическое задание; Опрос
7	Уравнение Лапласа. Решение задачи Дирихле для круга разделением переменных.	2	6	4	Опрос
8	Решение задачи теплопроводности в конечном стержне методом конечных разностей.	2	12	2	Практическое задание; Контрольная работа; Опрос

Тема 1. Примеры решения задач физики, химии, биологии методом составления и решения дифференциальных уравнений. Графический метод решения дифференциальных уравнений (метод изоклин). (ПК-4)

Лекция.

Составление и решение дифференциальных уравнений по текстам, описывающим химические, физические, биологические процессы. Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом изоклин

Практическое занятие.

Составление и решение дифференциальных уравнений по текстам, описывающим химические, физические, биологические процессы. Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом изоклин

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, самостоятельное решение задач.

Тема 2. Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов: (ПК-4)

Лекция.

Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов: метод последовательного дифференцирования и метод неопределённых коэффициентов. Метод Эйлера и метод Эйлера с уравниванием.

Практическое занятие.

Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов.

Метод последовательного дифференцирования.

Метод Эйлера. Метод Эйлера с уравниванием.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, решение задач

Тема 3. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка. (ПК-4)

Лекция.

Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.

Основные уравнения математической физики, постановка задач

Практическое занятие.

Основные уравнения математической физики, постановка задач

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию

Тема 4. Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка, приведение их к каноническому виду. (ПК-4)

Лекция.

Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка, приведение их к каноническому виду. Решение задачи о свободных колебаниях бесконечной струны методом Даламбера.

Практическое занятие.

Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка, приведение их к каноническому виду. Решение задачи о свободных колебаниях бесконечной струны методом Даламбера.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию

Тема 5. Задача о свободных и вынужденном колебаниях струны, закреплённой на концах. (ПК-4)

Лекция.

Задача о свободных колебаниях струны, закреплённой на концах, её решение методом разделения переменных (Фурье). Вынужденные колебания струны, закреплённой на концах.

Практическое занятие.

Решение задачи о свободных колебаниях струны, закреплённой на концах; её решение методом разделения переменных (Фурье). Вынужденные колебания струны, закреплённой на концах.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию.

Тема 6. Интеграл Фурье. Задачи о распространении тепла в бесконечном и конечном стержне (ПК-4)

Лекция.

Интеграл Фурье. Решение задачи о распространении тепла в бесконечном стержне. Распространение тепла в конечном стержне.

Практическое занятие.

Интеграл Фурье. Решение задачи о распространении тепла в бесконечном стержне. Распространение тепла в конечном стержне.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию

**Тема 7. Уравнение Лапласа. Решение задачи Дирихле для круга разделением переменных.
(ПК-4)**

Лекция.

Уравнение Лапласа. Решение задачи Дирихле для круга разделением переменных.

Практическое занятие.

Уравнение Лапласа. Решение задачи Дирихле для круга разделением переменных.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию

**Тема 8. Решение задачи теплопроводности в конечном стержне методом конечных разностей.
(ПК-4)**

Лекция.

Решение задачи теплопроводности в конечном стержне методом конечных разностей.

Практическое занятие.

Решение задачи теплопроводности в конечном стержне методом конечных разностей.

Задания для самостоятельной работы.

Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

5 семестр

- текущий контроль – 50 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
---------	------------------------------------	---------------------------------	--------------------	--------------------------------------

1.	Примеры решения задач физики, химии, биологии методом составления и решения дифференциальных уравнений. Графический метод решения дифференциальных уравнений (метод изоклин).	Опрос	5	5 баллов - даны верные ответы на все вопросы 3 балла - дано больше половины верных ответов 0 баллов - дано менее половины верных ответов
2.	Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов:	Контрольная работа(контрольный срез)	10	10 баллов - задание выполнено полностью правильно 5 баллов - задание выполнено, но содержит ошибки 0 баллов - задание не выполнено
3.	Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.	Опрос	5	5 баллов - даны верные ответы на все вопросы 3 балла - дано больше половины верных ответов 0 баллов - дано менее половины верных ответов
4.	Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка, приведение их к каноническому виду.	Опрос	5	5 баллов - даны верные ответы на все вопросы 3 балла - дано больше половины верных ответов 0 баллов - дано менее половины верных ответов
5.	Задача о свободных и вынужденном колебаниях струны, закреплённой на концах.	Опрос	5	5 баллов - даны верные ответы на все вопросы 3 балла - дано больше половины верных ответов 0 баллов - дано менее половины верных ответов
6.	Интеграл Фурье. Задачи о распространении	Практическое задание	5	Решение задач - 5 баллов

	ии тепла в бесконечном и конечном стержне	Опрос	2	2 балла - даны верные ответы на все вопросы 1 бала - дано больше половины верных ответов 0 баллов - дано менее половины верных ответов
7.	Уравнение Лапласа. Решение задачи Дирихле для круга разделением переменных.	Опрос	8	8 баллов - задание выполнено полностью правильно 5 баллов - задание выполнено, но содержит менее 50% ошибок 0 баллов - задание не выполнено или содержит более 50% ошибок
8.	Решение задачи теплопроводности в конечном стержне методом конечных разностей.	Практическое задание	10	Решение задач -10 баллов
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	10 баллов - все задания контрольной работы выполнены правильно 5 баллов - задания выполнены с ошибками 0 баллов - задания не выполнены
		Опрос	5	5 баллов - даны верные ответы на все вопросы 4 балла - дано больше половины верных ответов 0 баллов - дано менее половины верных ответов
9.	Премияльные баллы		20	20 баллов за участие в студенческих научных конференциях и олимпиадах
10.	Ответ на экзамене		30	25-30 баллов - отлично 18-24 балла- хорошо 10-17 баллов - удовлетворительно менее 10 баллов - неудовлетворительно
11.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		30	Добор баллов: студент может предоставить задания текущего контроля
12.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Контрольная работа

Тема 2. Приближённое решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов:

Индивидуальные задания для проведения контрольной работы

Тема 8. Решение задачи теплопроводности в конечном стержне методом конечных разностей.

Индивидуальные задания для контрольной работы

Опрос

Тема 1. Примеры решения задач физики, химии, биологии методом составления и решения дифференциальных уравнений. Графический метод решения дифференциальных уравнений (метод изоклин).

Вопросы для проведения опроса

Тема 3. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка.

Вопросы для проведения опроса

Тема 4. Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка, приведение их к каноническому виду.

Вопросы для проведения опроса

Тема 5. Задача о свободных и вынужденном колебаниях струны, закреплённой на концах.

Вопросы для проведения опроса

Тема 6. Интеграл Фурье. Задачи о распространении тепла в бесконечном и конечном стержне

Вопросы для проведения опроса

Тема 7. Уравнение Лапласа. Решение задачи Дирихле для круга разделением переменных.

Вопросы для проведения опроса

Тема 8. Решение задачи теплопроводности в конечном стержне методом конечных разностей.

Вопросы для проведения опроса

Практическое задание

Тема 6. Интеграл Фурье. Задачи о распространении тепла в бесконечном и конечном стержне

Набор задач для проведения практического занятия

Тема 8. Решение задачи теплопроводности в конечном стержне методом конечных разностей.

Набор задач для проведения практического занятия

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

Типовые вопросы экзамена (ПК-4)

Типовые вопросы для экзамена

- 1 Решение задачи о свободных колебаниях струны, закреплённой на концах методом разделения переменных Фурье.
- 2 Решение задачи о вынужденных колебаниях струны, закреплённой на концах.
- 3 Интеграл Фурье.
- 4 Решение задачи о распространении тепла в бесконечном стержне методом разделения переменных Фурье.
- 5 Решение задачи о распространении тепла в стержне, ограниченном с обоих концов, когда концы теплоизолированы.
- 6 Решение задачи о распространении тепла в стержне, ограниченном с обоих концов, если на концах поддерживается постоянная температура.

7 Уравнение Лапласа в полярной системе координат.

8 Решение уравнения Лапласа для круга методом разделения переменных Фурье.

9 Решение задачи о теплопроводности конечного стержня методом конечных разностей

Типовые задания для экзамена (ПК-4)

Типовые практические задания для экзамена

1. Дано уравнение

$$x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2xy \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} - 3y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + x \frac{\partial u}{\partial x} - 3y \frac{\partial u}{\partial y} = 0.$$

- определите тип уравнения;
- приведите уравнение к каноническому виду;
- найдите общее решение уравнения.

2. Решите задачу о колебаниях бесконечной струны

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 49 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, t \geq 0, -\infty < x < +\infty$$

с начальными условиями

$$u(x, t)|_{t=0} = 7x + 1, \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{t=0} = \cos 2x$$

методом Даламбера.

3. Решите задачу о колебаниях бесконечной струны

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

с начальными условиями

$$u(x, t)|_{t=0} = 0, \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{t=0} = \begin{cases} x, & 0 \leq x \leq 4 \\ 8 - x, & 4 < x \leq 8 \end{cases}$$

и граничными условиями

$$u(0, t) = u(8, t) = 0$$

методом разделения переменных.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ПК-4	
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ПК-4	
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ПК-4	

«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ПК-4	
--	------	--

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

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учеб. пособие для вузов. - изд. 5-е, стер.. - СПб. [и др.]: Лань, 2010. - 400 с.
2. Персова, М. Г., Соловейчик, Ю. Г., Вагин, Д. В., Домников, П. А., Кошкина, Ю. И. Численные методы в уравнениях математической физики : учебное пособие. - 2025-02-05; Численные методы в уравнениях математической физики. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016. - 60 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/91581.html>
3. Гарифуллин, М. Ф. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений. - 2025-08-26; Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений. - Москва: Техносфера, 2020. - 192 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/99103.html>

4. Кольцова Э. М., Скичко А. С., Женса А. В. Численные методы решения уравнений математической физики и химии : Учебное пособие для вузов. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2021. - 220 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/473098>

6.2 Дополнительная литература:

1. Соболева, О. Н. Введение в численные методы : учебное пособие. - 2025-02-05; Введение в численные методы. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. - 64 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/45362.html>
2. Олегин И. П., Красноруцкий Д. А. Введение в численные методы : учебное пособие. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. - 115 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576444>
3. Зализняк, В. Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров. - 2023-02-12; Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров. - Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. - 264 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/91976.html>
4. Калиткин Н. Н. Численные методы. - Москва: Наука, 1978. - 512 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456957>
5. Срочко В.А. Численные методы : курс лекций. - СПб. [и др.]: Лань, 2010. - 202 с.
6. Шевченко, Г. И., Куликова, Т. А. Численные методы : лабораторный практикум. - Весь срок охраны авторского права; Численные методы. - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. - 107 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/62885.html>
7. Пирумов У. Г., Гидаспов В. Ю., Иванов И. Э., Ревизников Д. Л., Стрельцов В. Ю., Формалев В. Ф. Численные методы : Учебник и практикум для вузов. - пер. и доп; 5-е изд.. - Москва: Юрайт, 2021. - 421 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/468650>
8. Вагер, Б. Г. Численные методы : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Численные методы. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 152 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/78584.html>
9. Гильмутдинов, Р. Ф., Хабибуллина, К. Р. Численные методы : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Численные методы. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. - 92 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/95068.html>
10. Карманова Е.В. Численные методы : учебное пособие. - Москва: Флинта, 2020. - 172 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859765230361.html>
11. Гателюк О. В., Исмаилов Ш. К., Манюкова Н. В. Численные методы : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 140 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/452912>
12. Зенков А. В. Численные методы : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 122 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/471508>
13. Пименов В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1 : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 111 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/472933>
14. Пименов В. Г., Ложников А. Б. Численные методы в 2 ч. Ч. 2 : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 107 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/472934>
15. Пименов В. Г., Ложников А. Б. Численные методы решения уравнений с наследственностью : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 134 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/472302>

16. Бахвалов Н. С. Численные методы: анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения. - Москва: Наука, 1975. - 632 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456941>

6.3 Методические разработки:

1. Жунусова, Л. Х., Омарова, С. А., Абишева, А. Ж. Численные методы : учебно-методический комплекс. - Весь срок охраны авторского права; Численные методы. - Алматы: Нур-Принт, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, 2012. - 84 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/67176.html>

6.4 Иные источники:

1. elibrary.tsutmb.ru - <https://elibrary.tsutmb.ru/>
2. <https://elibrary.tsutmb.ru/> - <https://elibrary.tsutmb.ru/>
3. База данных zbMath - <https://www.zbmath.org/>
4. Библиотека научной и учебной литературы - <http://sbiblio.com>
5. Единое окно доступа к образовательным интернет-ресурсам Федерального портала «Российское образование» - http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.1.21%2F
6. Журнал «Успехи математических наук» - http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf&option_lang=rus

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyij-katalog/>
2. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – URL: <http://nlr.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
4. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
5. Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина: официальный сайт. – URL: <http://www.tambovlib.ru>
6. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
7. Электронная библиотека. Образовательная платформа «Юрайт». – URL: <https://biblio-online.ru/book/sud-prisyazhnyh-442275>
8. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
9. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
10. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
11. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

12. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
13. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
14. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>
15. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.