

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет**

**Инженерно-технический институт**

*Кафедра технологических машин и технологии машиностроения*

**Рабочая программа дисциплины**

включая фонд оценочных средств и методические указания  
для самостоятельной работы обучающихся

---

**Б1.О.07 – СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ МАТЕМАТИКИ**

Направление подготовки: 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

Направленность: Машины и оборудование картонно-бумажных производств

Квалификация – магистр

Количество зачётных единиц (часов) – 3 (108)

г. Екатеринбург, 2022

Разработчик: канд. техн. наук, доцент Судин / С.Н. Удинцева/

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры высшей математики (протокол № 6 от « 22 » февраля 2022 года).

Зав. кафедрой Вдовин / А.Ю. Вдовин /

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией инженерно-технического института (протокол № 6 от « 03 » февраля 2022 года).

Председатель методической комиссии ИТИ Чижов / А.А. Чижов /

Рабочая программа утверждена директором инженерно-технического института

Директор ИТИ Шишкина / Е.Е. Шишкина /

« 03 » февраля 2022 года

## Содержание

1. Общие положения.....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	7
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов.....	8
5.1. Трудоемкость разделов дисциплины.....	8
5.2. Содержание занятий лекционного типа.....	9
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа.....	10
5.4. Детализация самостоятельной работы.....	10
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине. Основная и дополнительная литература.....	11
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	13
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной дисциплины.....	13
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	13
7.3. 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.....	14
7.4. Соответствие бальной шкалы оценок и уровней формирования компетенций.....	21
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся.....	21
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	22
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	23

## 1. Общие положения

Дисциплина «Специальные главы математики» относится к вариативной части учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», направленность: Машины и оборудование картонно-бумажных производств.

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Специальные главы математики», являются:

Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации", утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;

Приказ Минобрнауки России № 301 от 05.04.2017 г. Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1026 от 14 августа 2020 г.;

Профессиональный стандарт 40.223 Специалист по техническому перевооружению, реконструкции и модернизации механосборочного производства, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.07.2021 № 479н;

Учебный план образовательной программы высшего образования направления 15.04.02 – Технологические машины и оборудование (направленность – Машины и оборудование картонно-бумажных производств), подготовки магистров по очной форме обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол №3 от 24.03.2022).

Обучение по образовательной программе 15.04.02 – Технологические машины и оборудование осуществляется на русском языке.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

**До начала изучения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:** основные понятия линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, анализа функции нескольких переменных, теории вероятностей и математической статистики;

**уметь:** осуществлять измерения с помощью технических средств и проводить их простейшую компьютерную обработку;

**владеть:** хорошо сформированными навыками работы на персональном компьютере;

**иметь представление:** о возможностях использования пакетов прикладных программ для численного решения систем уравнений и задач оптимизации.

**Целью изучения дисциплины** является реализация требований, установленных в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования: формирование способностей формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать оценки результатов исследования, разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов. Преподавание строится исходя из требуемого уровня обучающихся по данному направлению подготовки.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:**

**ОПК–5.** Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.

**Задачи дисциплины состоят в следующем:**

Сообщить обучающимся основные теоретические сведения, необходимые для разработки аналитических и численных методов при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.

Показать возможность реализации численных методов на практике с использованием современных математических пакетов.

Развить логическое и алгоритмическое мышление.

Выработать навыки нахождения приближенных решений для построения математических моделей процессов и объектов автоматизации управления.

**После окончания изучения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:** приемы и навыки вычислительных процедур, научиться выбирать оптимальный численный метод решения поставленной задачи, давать математические характеристики точности исходной информации и оценивать точность полученного численного решения;

**уметь:** использовать современные компьютерные технологии и пакеты прикладных программ для решения вычислительных задач;

**владеть:** навыками численного решения моделей прикладных задач;

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Данная учебная дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части, что означает формирование в процессе обучения у магистранта основных профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП и написания выпускной квалификационной работы.

*Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин*

<b>Обеспечивающие</b>	<b>Сопутствующие</b>	<b>Обеспечиваемые</b>
Основы надежности Организация и планирование эксперимента	Основы надежности Организация и планирование эксперимента	Теоретические основы и практика контроля и анализа технического состояния оборудования Компьютерные технологии в машиностроении Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

### **4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего академических часов
	очная форма
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>48,25</b>
лекции (Л)	16
практические занятия (ПЗ)	32
лабораторные работы (ЛР)	-
промежуточная аттестация – экзамен (ПА)	<b>0,25</b>
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>59,75</b>
подготовка к текущему контролю	50
подготовка к промежуточной аттестации	9,75
Общая трудоемкость	<b>3/108</b>

\*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского типа, лабораторные занятия, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛУ от 25 февраля 2020 года.

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов

### 5.1.Трудоемкость разделов дисциплины

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Общие понятия о погрешности результата численного решения задачи	2	4	–	6	4
2	Решение нелинейных уравнений $f(x)=0$	2	4	–	6	6
3	Численные методы линейной алгебры	2	6	–	6	8
4	Интерполяция и приближение полиномами	2	4	–	6	8
5	Численное дифференцирование	2	4	–	6	8
6	Численное интегрирование	2	4	–	6	8
7	Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	4	6	–	10	8
	<b>Итого по разделам:</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	–	<b>48</b>	50
	Промежуточная аттестация			–	0,25	9,75

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
	<b>Всего</b>				<b>108</b>	

## 5.2. Содержание занятий лекционного типа

### Раздел 1. Общие понятия о погрешности результата численного решения задачи.

- 1.1. Источники и классификация погрешностей
- 1.2. Точные и приближенные числа. Правила округления чисел
- 1.3. Математические характеристики точности приближенных чисел
- 1.4. Число верных знаков приближенного числа. Связь абсолютной и относительной погрешности с числом верных знаков. Правила подсчета числа верных знаков
- 1.5. Общая формула теории погрешностей (погрешность вычисления значения функции)
- 1.6. Погрешности арифметических действий

### Раздел 2. Решение нелинейных уравнений $f(x)=0$ .

- 2.1. Отделение корней
- 2.2. Уточнение корней.
  - 2.2.1. Метод половинного деления
  - 2.2.2. Метод хорд (секущих)
  - 2.2.3. Метод касательных (метод Ньютона)
  - 2.2.4. Уточнение корней. Метод итераций

### Раздел 3. Численные методы линейной алгебры.

- 3.1. Норма вектора и норма матрицы
- 3.2. Метод Гаусса
- 3.3. Итеративные методы для линейных систем
- 3.4. Метод простой итерации
- 3.5. Неустраиваемая погрешность при решении линейных систем. Обусловленность матриц.

### Раздел 4. Интерполяция и приближение полиномами.

- 4.1. Обработка эмпирических данных методом наименьших квадратов.
- 4.2. Интерполяционный полином, его существование и единственность. Остаточный член
- 4.3. Интерполяционный полином Лагранжа.
- 4.4. Разделенные разности и их свойства.
- 4.5. Интерполяционный полином Ньютона с разделенными разностями
- 4.6. Конечные разности и их свойства
- 4.7. Интерполяционные формулы Ньютона
- 4.8. Интерполирование сплайнами

### Раздел 5. Численное дифференцирование.

- 5.1. Формулы численного дифференцирования.
- 5.2. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании.
- 5.3. Метод динамической регуляризации.

### Раздел 6. Численное интегрирование.

- 6.1. Формула прямоугольников
- 6.2. Формула трапеций
- 6.3. Формула Симпсона
- 6.4. Правило Рунге практической оценки погрешности квадратурных формул.

## Раздел 7. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

7.1. Метод рядов Тейлора

7.2. Методы Эйлера явный и неявный.

7.3. Методы Рунге-Кутты.

7.3.1. Метод Рунге-Кутты решения систем дифференциальных уравнений первого порядка.

7.3.2. Метод Рунге-Кутты решения уравнения второго порядка.

### 5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебный планом по дисциплине предусмотрены практические занятия

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час
			очная
1	Общие понятия о погрешности результата численного решения задачи	расчетная работа	4
2	Решение нелинейных уравнений $f(x)=0$	расчетная работа	4
3	Численные методы линейной алгебры	расчетная работа	6
4	Интерполяция и приближение полиномами	расчетная работа	4
5	Численное дифференцирование	расчетная работа	4
6	Численное интегрирование	расчетная работа	4
7	Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	расчетная работа	6
<b>Итого</b>			<b>32</b>

### 5.4 Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, час
			очная
1	Общие понятия о погрешности результата численного решения задачи	Подготовка к текущему контролю	4
2	Решение нелинейных уравнений $f(x)=0$	Подготовка к текущему контролю	6
3	Численные методы линейной алгебры	Подготовка к текущему контролю	8
4	Интерполяция и приближение полиномами	Подготовка к текущему контролю	8
5	Численное дифференцирование	Подготовка к текущему контролю	8
6	Численное интегрирование	Подготовка к текущему контролю	8
7	Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Подготовка к текущему контролю	8
	Промежуточная аттестация	Подготовка к промежуточной аттестации	9,75
<b>Итого</b>			<b>59,75</b>



**6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине  
Основная и дополнительная литература**

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
<b>Основная литература</b>			
1	Пантина, И. В. Вычислительная математика [Электронный ресурс] : учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. <a href="http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&amp;code=61&amp;page=20#none">http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&amp;code=61&amp;page=20#none</a>	2012	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
2	Зализняк, В. Е. Теория и практика по вычислительной математике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Е. Зализняк, Г. И. Щепановская. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 174 с. <a href="http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&amp;code=61&amp;page=23#none">http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&amp;code=61&amp;page=23#none</a>	2012	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
<b>Дополнительная литература</b>			
3	Жидков Е. Н. Вычислительная математика: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Информатика и вычисл. техника", "Информац. системы": М.: Академия, 2010 :208 с.	2010	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
4	Мэтьюз Дж. Финк К. Численные методы. Использование MATLAB, Издательский дом «Вильямс», - 720с.	2001	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
5	Пименов В.Г. Численные методы: учеб. пособие ч1 Изд-во Уральского университета.-112 с.	2013	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
6	Пименов В.Г., Ложников А.Б. Численные методы: учеб. пособие ч2 Изд-во Уральского университета.-106с.	2014	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

**Электронные библиотечные системы**

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронной библиотечной системе УГЛУ ( <http://lib.usfeu.ru/>), ЭБС Издательства Лань <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru/>, содержащих издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

### Справочные и информационные системы

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс».
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
3. База данных Scopus компании Elsevier B.V. <https://www.scopus.com/>

### Профессиональные базы данных

1. Информационные системы, банки данных в области охраны окружающей среды и природопользования – Режим доступа: <http://минприродыро.рф>
2. Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ». – Режим доступа: <https://www.technormativ.ru/>;
3. Научная электронная библиотека eLibrary. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/> .
4. Библиотека Машиностроителя (<https://lib-bkm.ru/>)
5. Электронная Интернет - библиотека для «технически умных» людей «ТехЛит.ру». Режим доступа: <http://www.tehlit.ru/>.
6. База данных «Открытая база ГОСТов» (<https://standartgost.ru/>)
7. Интернет-сайт Федерального агентства по техническому регулированию. Режим доступа: <http://www.gost.ru/>. Интернет-сайт Издательского центра «Академия». Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
<b>ОПК–5</b> Способность разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету <b>Текущий контроль:</b> Практические задания, тестирование

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы к зачету (промежуточный контроль формирования компетенций ОПК–5)

*зачтено* - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

*зачтено* - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ

четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные магистрантом с помощью «наводящих» вопросов;

*зачтено* - дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания магистрантом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

*не зачтено* - магистрант демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

### **Критерии оценивания выполнения заданий в тестовой форме (текущий контроль формирования компетенций ОПК–5)**

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по четырехбалльной шкале. При правильных ответах на:

86-100% заданий – оценка «отлично»;

71-85% заданий – оценка «хорошо»;

51-70% заданий – оценка «удовлетворительно»;

менее 51% - оценка «неудовлетворительно».

### **Критерии оценивания практических заданий (текущий контроль формирования компетенций ОПК–5):**

*зачтено*: выполнены все задания, магистрант четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

*зачтено*: выполнены все задания, магистрант без с небольшими ошибками ответил на все контрольные вопросы.

*зачтено*: выполнены все задания с замечаниями, магистрант ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

*Не зачтено*: магистрант не выполнил или выполнил неправильно задания, ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

### **7.3. 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** **Контрольные вопросы к экзамену (промежуточный контроль)**

#### ***Вопросы к экзамену по дисциплине***

1. Этапы решения задачи на ЭВМ. Устранимые и неустранимые ошибки.
2. Полная погрешность вычислений.
3. Локализация корней уравнения. Методы дихотомии решения уравнений.
4. Решения уравнений методом половинного деления.
5. Метод хорд решения уравнений.
6. Типы сходимостей итерационных последовательностей.
7. Метод Ньютона решения уравнений.
8. Метод секущих.
9. Задача о неподвижной точке. Метод простых итераций.
10. Метод ложного положения.
11. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений.
12. Выбор главного элемента.

13. Разложение на треугольные матрицы.
14. Метод простых итераций решения систем линейных уравнений.
15. Метод Якоби решения систем линейных уравнений.
16. Метод Зейделя решения систем линейных уравнений.
17. Ошибки округления в итерационных методах решения систем линейных уравнений.
18. Метод Зейделя для нелинейных систем.
19. Метод Ньютона для нелинейных систем.
20. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
21. Полиномы Чебышева.
22. Интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов.
23. Обработка эмпирических данных методом наименьших квадратов.
24. Нормальная система метода наименьших квадратов при полиномиальной аппроксимации.
25. Преобразования для линеаризации данных.
26. Кубические сплайны и их построение.
27. Формулы численного дифференцирования.
28. Анализ ошибок и выбор оптимальной длины шага для численного дифференцирования.
29. Квадратурные формулы прямоугольников для численного интегрирования.
30. Квадратурные формулы трапеций для численного интегрирования.
31. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса для численного интегрирования.
32. Квадратурные формулы Симпсона для численного интегрирования.
33. Правило Рунге практической оценки погрешности квадратурных формул численного интегрирования.
34. Квадратурные формулы Гаусса для численного интегрирования.
35. Методы Эйлера решения задачи Коши.
36. Методы Рунге-Кутты решения задачи Коши.
37. Явный метод Эйлера.
38. Неявный метод Эйлера.
39. Метод рядов Тейлора для решения задачи Коши.
40. Идея построения методов Рунге-Кутты.
41. Однопараметрическое семейство методов Рунге-Кутты 2-го порядка.
42. Понятие о методах прогноза-коррекции.
43. Решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений и уравнений  $m$ -го порядка.
44. Этапы решения задачи на ЭВМ. Устранимые и неустраиваемые ошибки.
45. Полная погрешность вычислений.
46. Локализация корней уравнения. Методы дихотомии решения уравнений.
47. Решения уравнений методом половинного деления.
48. Метод хорд решения уравнений.
49. Типы сходимостей итерационных последовательностей.
50. Метод Ньютона решения уравнений.
51. Метод секущих.
52. Задача о неподвижной точке. Метод простых итераций.
53. Метод ложного положения.
54. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений.
55. Выбор главного элемента.
56. Разложение на треугольные матрицы.
57. Метод простых итераций решения систем линейных уравнений.
58. Метод Якоби решения систем линейных уравнений.
59. Метод Зейделя решения систем линейных уравнений.
60. Ошибки округления в итерационных методах решения систем линейных уравнений.
61. Метод Зейделя для нелинейных систем.

62. Метод Ньютона для нелинейных систем.
63. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
64. Полиномы Чебышева.
65. Интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов.
66. Обработка эмпирических данных методом наименьших квадратов.
67. Нормальная система метода наименьших квадратов при полиномиальной аппроксимации.
68. Преобразования для линеаризации данных.
69. Кубические сплайны и их построение.
70. Формулы численного дифференцирования.
71. Анализ ошибок и выбор оптимальной длины шага для численного дифференцирования.
72. Квадратурные формулы прямоугольников для численного интегрирования.
73. Квадратурные формулы трапеций для численного интегрирования.
74. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса для численного интегрирования.
75. Квадратурные формулы Симпсона для численного интегрирования.
76. Правило Рунге практической оценки погрешности квадратурных формул численного интегрирования.
77. Квадратурные формулы Гаусса для численного интегрирования.
78. Методы Эйлера решения задачи Коши.
79. Методы Рунге-Кутты решения задачи Коши.
80. Явный метод Эйлера.
81. Неявный метод Эйлера.
82. Метод рядов Тейлора для решения задачи Коши.
83. Идея построения методов Рунге-Кутты.
84. Однопараметрическое семейство методов Рунге-Кутты 2-го порядка.
85. Понятие о методах прогноза- коррекции.
86. Решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений и уравнений  $m$ -го порядка.

### *Образцы задач к практическим занятиям*

#### **Тема 1.**

Вычислить значение выражения  $y = \frac{\ln(\operatorname{tg}20^\circ)}{\sqrt{\pi} \cdot \lg \sqrt{5}} + \sqrt[3]{e}$ , беря значения аргументов с четырьмя верными знаками. Оценить погрешность результата. С каким числом верных знаков следует взять значения аргументов из задачи, чтобы значение этой функции имело четыре верных знака?

#### **Тема 2.**

Отделить все корни уравнения  $x^3 - 10x + 2 = 0$  и вычислить 3 корня с точностью до трех знаков различными методами (хорд, касательных, итераций).

#### **Тема 3.**

1. Решить систему уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента.

$$\begin{aligned} 0,34x_1 + 0,71x_2 + 0,63x_3 &= 2,08; \\ 0,71x_1 - 0,65x_2 - 0,18x_3 &= 0,17; \\ 1,17x_1 - 2,35x_2 + 0,75x_3 &= 1,28. \end{aligned}$$

2. Методом простой итерации решить с точностью до 0,001 систему линейных уравнений.

$$2,7x_1 + 3,3x_2 + 1,3x_3 = 2,1;$$

$$3,5x_1 - 1,7x_2 + 2,8x_3 = 1,7;$$

$$4,1x_1 + 5,8x_2 - 1,7x_3 = 0,8.$$

#### Тема 4.

1. Со сколькими верными знаками необходимо взять значение функции  $y = \cos x$ ; в точках  $x_i = 20^\circ, 22^\circ, 25^\circ, 26^\circ$ ; . чтобы вычислить значение функции в точке  $x^* = 23^\circ$  с минимальной погрешностью. Вычислить результат.

2. Используя таблицу значений функции (все приведенные знаки верны в узком смысле):

а) составить таблицу конечных разностей;

б) вычислить значения функции для значений аргументов  $x_1^* = 1,18$ ;  $x_2^* = 1,38$ ;  $x_3^* = 1,25$ ;  $x_4^* = 2,16$  и оценить погрешность результатов.

$x_i$	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
$y_i$	0,89 121	0,93 204	0,96 356	0,98 545	0,99 750	0,99 957	0,99 166	0,97 385	0,94 630	0,90 930	0,86 321	0,80 850

По таблице задачи определить значение аргумента  $x^*$ , соответствующее значению функции  $f(x^*) = 0,914$

**Тема 5.** Пользуясь таблицей предыдущей задачи, вычислить первую производную заданной функции в точке  $x^* = 1,1$  и оценить погрешность результата. Определить оптимальный шаг таблицы для выбранной формулы численного дифференцирования .

**Тема 6.** Вычислить интеграл  $\int_0^1 \frac{x dx}{1+x^4}$ ; по формуле прямоугольников с точностью 0,01.

**Тема 7.** Решить дифференциальное уравнение  $y' = 2xy^2$  методом Рунге-Кутты четвертого порядка  $y(0) = 1$ ,

1. пусть  $h = 0,2$ . Прodelайте два шага, выполняя вычисления вручную.

Затем пусть  $h = 0,1$ . Прodelайте четыре шага, выполняя вычисления вручную.

2. сравните точное решение  $y(x) = \frac{1}{(1-x^2)^c}$  с двумя приближениями из пункта (а).

3. соответствует ли поведению ошибки из пункта 1 ожидаемому, если шаг уменьшен вдвое?

### Образцы тестовых заданий

#### вариант 1\*

#### 1. Тема: Приближенные числа и действия с ними

Точно значение  $A$  равно 12,94, а найденное его приближение  $B = 13$ . Тогда погрешность приближенного значения  $B$  равна...

1) 0,06; 2) -0,06; 3) 6; 4) -6

**2. Тема: Интерполирование функций: интерполяционные полиномы Лагранжа**  
 Интерполяционный многочлен Лагранжа, составленный по таблице значений функции  $y = y(x)$

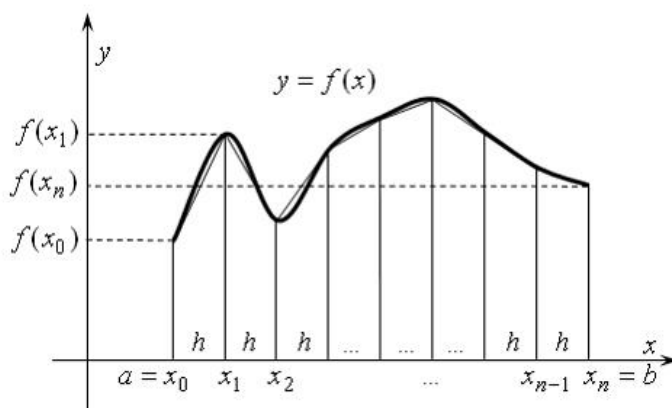
$x_i$	-2	0	1
$y_i$	-2	2	1

имеет вид...

- 1)  $P_2(x) = x^2 - x - 8$ ; 2)  $P_2(x) = -\frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{2}x$ ; 3)  $P_2(x) = -x^2 + \frac{10}{3}x - \frac{5}{3}$ ;  
 4)  $P_2(x) = -x^2 + 2$

**3. Тема: Численное дифференцирование и интегрирование**

На рисунке



изображена геометрическая интерпретация при-  
 графа методом...

метрическая интер-  
 ближенного инте-

- 1) трапеций; 2) правых прямоугольников; 3) парабол; 4) левых прямоугольников

**4. Тема: Численные методы решения алгебраических уравнений и систем**

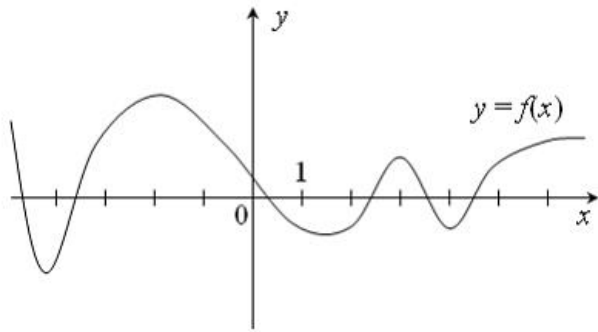
Систему  $\begin{cases} 5x_1 + 3x_2 = 8, \\ x_1 + 4x_2 = 5 \end{cases}$  путем тождественных преобразований приведем к виду, удобному

для итераций, так, чтобы метод простой итерации сходился. Тогда система, эквивалентная данной, имеет вид...

- 1)  $\begin{cases} 5x_1 = 8 - 3x_2, \\ 4x_2 = 5 - x_1 \end{cases}$ ; 2)  $\begin{cases} x_1 = -0,6x_2 + 1,6, \\ x_2 = -0,25x_1 + 1,25 \end{cases}$ ; 3)  $\begin{cases} x_1 = 5x_1 + 3x_2 - 8, \\ x_2 = x_1 + 4x_2 - 5 \end{cases}$ ; 4)  $\begin{cases} x_1 = -4x_1 - 3x_2 + 8, \\ x_2 = -x_1 - 3x_2 + 5 \end{cases}$

**5. Тема: Численные методы решения трансцендентных уравнений**

На рисунке изображен график функции  $y = f(x)$ :



Тогда корень уравнения  $f(x) = 0$  определен на отрезке...

- 1)  $[2; 4]$ ; 2)  $[-4; 6]$ ; 3)  $[-1; 1]$ ; 4)  $[-3; -1]$

**6. Тема: Численные методы решения дифференциальных уравнений и систем**

Методом Эйлера решается задача Коши  $y' = x^2 + y^2$ ,  $y(0) = 1$  с шагом  $h = 0,2$ . Тогда значение искомой функции в точке  $x = 0,2$  будет равно...

- 1) 1,1; 2) 1,24; 3) 1,2; 4) 2,2

**вариант 2\***

**1. Тема: Приближенные числа и действия с ними**

Точно значение. А равно  $26,47$ , а найденное его приближение  $B = 26,5$ . Тогда погрешность приближенного значения  $B$  равна...

- 1)  $-0,03$ ; 2)  $3$ ; 3)  $-0,03$ ; 4)  $-3$

**2. Тема: Интерполирование функций: интерполяционные полиномы Лагранжа**

Функция  $y = f(x)$  задана таблично

$x_i$	-1	2	5
$y_i$	2	3	7

$P_2(x)$  - интерполяционный многочлен 2-ой степени, составленный по этой таблице.

Тогда наибольшим из чисел  $P_2(-1), P_2(0), P_2(5), P_2(6)$  является число ...

- 1)  $P_2(-1)$ ; 2)  $P_2(0)$ ; 3)  $P_2(5)$ ; 4)  $P_2(6)$

**3. Тема: Численное дифференцирование и интегрирование**

Значение дифференциала функции  $z = \operatorname{arctg} \frac{x}{y}$  в точке  $(1,08; -1,01)$  равно...

- 1)  $-0,045$ ; 2)  $0,035$ ; 3)  $-\operatorname{arctg} 8$ ; 4)  $-0,035$

**4. Тема: Численные методы решения алгебраических уравнений и систем**

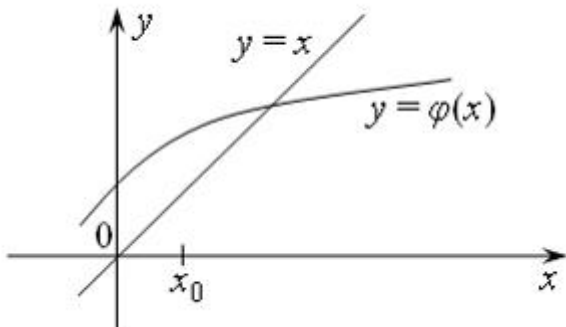


В решении системы линейных алгебраических уравнений 
$$\begin{cases} x_1 + 2x_3 = 1, \\ 3x_1 - 2x_2 + x_3 = 1, \\ 2x_1 + 5x_3 = 2 \end{cases}$$
 значение  $x_1$  равно...

- 1) 0; 2) 1; 3) 2; 4) -2

**5. Тема: Численные методы решения трансцендентных уравнений**

На рисунке изображены графики функций  $y = \varphi(x)$  и  $y = x$  и начальное приближение  $x_0$ :



Тогда итерационная последовательность  $x_n = \varphi(x_{n-1})$ ,  $n = 1, 2, \dots$  ( $x_{n+1} = \varphi(x_n), n = 0, 1, 2, \dots$ ) является ...

- 1) убывающей, ограниченной снизу;  
 2) немонотонной, сходящейся;  
 3) возрастающей, сходящейся;  
 4) возрастающей, расходящейся

**6. Тема: Численные методы решения дифференциальных уравнений и систем**

Методом Эйлера решается задача Коши  $y' = x^2 + y^2$ ,  $y(0) = 1$  с шагом  $h = 0,2$ . Тогда значение искомой функции в точке  $x = 0,2$  будет равно...

- 1) 1,2; 2) 1,24; 3) 1,1; 4) 2,2

**Образец тестового задания**

**№ 1** Укажите интервал, которому принадлежит действительный корень уравнения  $x^3 + 2x - 2 = 0$ .

- 1)  $(\frac{3}{2}; 2)$ ; 2)  $(0; \frac{1}{2})$ ; 3)  $(\frac{1}{2}; 1)$ ; 4)  $(1; \frac{3}{2})$ .

**№ 2** Проведено три итерации метода половинного деления при решении уравнения  $x^2 - 2,4 = 0$  на отрезке  $[0; 8]$ . Укажите точки, в которых требуется последовательно вычислить значения функции  $f(x) = x^2 - 2,4$ .

**№ 3** Укажите корень уравнения  $4 \ln x + 2x - 2 = 0$ .

- 1)  $e$ ; 2) 2; 3) 1; 4) 0.

**№ 4** Укажите соответствие между уравнением и его решением.

- 1)  $8 \ln(x+4) + 3x + 9 = 0$ ; 2)  $3e^{x-2} - 2 \ln(x-1) - 3 = 0$ ; 3)  $5e^{x-3} - 3x + 4 = 0$ .

a) 2; b) 3; c) -3.

№ 5 Укажите три члена разложения дифференциальное уравнение  $y' = x + y$  при в степенной ряд.

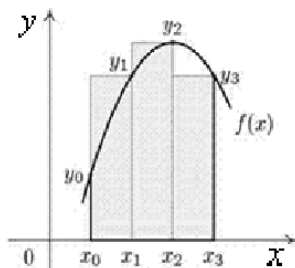
1)  $-1 + x + x^2$ ; 2)  $1 + x + x^6$ ; 3)  $1 + x + x^2 + x^3$ ; 4)  $1 + x + x^2$ .

№ 6 Укажите формулу, по которой можно вычислить значение функции  $y = \operatorname{arctg} x$  в точке  $x_0 + \Delta x = 0,96$ .

1)  $\operatorname{arctg} 0,96 = 1 + \frac{1}{\cos^2 x} + o(-0,04)$ ; 2)  $\operatorname{arctg} 0,96 = \frac{\pi}{4} - 0,04 + o(-0,04)$ ;

3)  $\operatorname{arctg} 0,96 = \frac{\pi}{4} - 0,02 + o(-0,04)$ ; 4)  $\operatorname{arctg} 0,96 = \frac{\pi}{4} + 0,02 + o(-0,04)$ .

№ 7 Запишите формулу прямоугольников приближенного вычисления определенного интеграла, соответствующую рисунку



№ 8 График функции  $f(x)$  проходит через точки

$x_i$	1	2	3
$y_i$	2	2	4

Укажите интерполяционный многочлен второго порядка для функции  $f(x)$ .

1)  $P(x) = x^2 - 3x + 4$ ; 2)  $P(x) = x^2 - 4x + 5$ ; 3)  $P(x) = x^2 - x + 2$ ; 4)  $P(x) = x^2 - 2x + 3$

#### 7.4. Соответствие балльной шкалы оценок и уровней сформированных компетенций

Уровень сформированных компетенций	Количество Баллов (оценка)	Пояснения
Высокий	зачтено	Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. Обучающийся свободно демонстрирует способность разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.
Базовый	зачтено	Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями. Обучающийся демонстрирует способность разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем,

		технологических процессов.
Пороговый	зачтено	Теоретическое содержание курса освоено частично, компетенции сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в некоторых имеются ошибки. Обучающийся демонстрирует способность под руководством разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.
Низкий	менее 51 (неудовлетворительно)	Теоретическое содержание курса не освоено, компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий. Обучающийся не способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.

## 8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа способствует закреплению навыков работы с учебной и научной литературой, осмыслению и закреплению теоретического материала по умению аргументировано использовать математические методы для решения поставленных задач.

Самостоятельная работа выполняется во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов).

### *Формы самостоятельной работы.*

Основными видами самостоятельной работы обучающихся являются:

- знакомство и изучение материалов лекционных и практических занятий для подготовки к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) и выполнение соответствующих заданий;
- изучение учебной и методической литературы, материалов с привлечением электронных средств;
- подготовка к тестовым заданиям;
- выполнение контрольного домашнего задания обучающимися ИЗО;
- подготовка к зачету/экзамену.

Самостоятельное выполнение *тестовых заданий* по всем разделам дисциплины сформированы в фонде оценочных средств (ФОС).

Содержание тестов по дисциплине ориентировано на подготовку обучающихся по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе

самостоятельной работы обучающихся в межсессионный период и о степени их подготовки к экзамену/зачету.

Тесты могут использоваться:

- обучающимися при подготовке к экзамену в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы промежуточного контроля на лабораторных и лекционных занятиях;
- для проверки остаточных знаний обучающихся, изучивших данный курс.

*Тестовые задания* рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов. То есть при их выполнении не следует пользоваться учебной и другими видами литературы.

Для выполнения *тестового задания*, прежде всего, следует внимательно прочитать поставленный вопрос. После ознакомления с вопросом следует приступать к выбору предлагаемых вариантов ответа.

На выполнение *теста* отводится ограниченное время. Оно может варьироваться в зависимости от уровня тестируемых, сложности и объема теста.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

- При проведении лекций используются презентации материала в программе Microsoft Office (PowerPoint).
- Практические занятия по дисциплине проводятся с применением необходимого методического материала (методические указания, справочники, нормативы и т.п.).

Лекции проводятся в учебных аудиториях. Практические занятия проводятся как в учебных аудиториях, так и в компьютерном классе с использованием специальных программ. При проведении практических занятий студенты используют учебно-методическую литературу, при необходимости выдается раздаточный материал: таблицы, задания.

Тестовый контроль знаний проводится в учебной аудитории с выдачей заданий на бумажных носителях, а также в компьютерном классе.

Информативно-развивающие технологии обучения используются в основном с учетом различного сочетания традиционных форм (лекция и практическое занятие, консультация, самостоятельная работа).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- семейство коммерческих операционных систем семейства Microsoft Windows;
- офисный пакет приложений Microsoft Office;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»;
- двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD.

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимо-

сти обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

### Требования к аудиториям

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Помещение для лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.	Учебная аудитория для лекционных, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная учебной мебелью, меловой доской. Переносная мультимедийная установка (проектор, экран, ноутбук), комплект электронных учебно-наглядных материалов (презентаций) на флеш-носителях, обеспечивающих тематические иллюстрации.
Помещения для самостоятельной работы	Столы, стулья, экран, проектор. Рабочие места студентов, оснащены компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, раздаточный материал.