

**Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«Информационно-технологический университет»  
(АНО ВО ИТУ)**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор АНО ВО ИТУ Лиджиев Б.С.



«04» июня 2024 г.

**Б1.О.02 МОДУЛЬ ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН  
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.02.10 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА**

**Для направления подготовки:**  
09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
(уровень бакалавриата)

**Типы задач профессиональной деятельности:**  
производственно-технологический

**Направленность (профиль):**  
Информационные системы

**Форма обучения:**  
очная, очно-заочная, заочная

г. Элиста, 2024

Разработчик: Горяев Владимир Михайлович, кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой Математики и информационных Автономной некоммерческой организации высшего образования «Информационно-технологический университет».

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (уровень бакалавриата), утв. Приказом Министерства образования и науки РФ № 929 от 19.09.2017 г.

СОГЛАСОВАНО:  
Заведующий кафедрой  
Математики и информационных технологий  
АНО ВО ИТУ  
канд. пед. наук Горяев В.М.



Протокол заседания кафедры № 01 от «04» июня 2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП .....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМСЯ .....	4
5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ .....	8
8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ: Приложение 1. ....	8
9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: .....	8
9.1. Рекомендуемая литература: .....	8
9.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения. ....	9
9.3. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» .....	9
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
Особенности организации образовательного процесса для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья .....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Фонд оценочных средств .....	13

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** привитие навыков использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности с использованием компьютеров; выработка умения анализировать алгоритмы, реализуемые на компьютере, с точки зрения их устойчивости и сходимости; привитие навыков использования методов классической математики при анализе вычислительных алгоритмов.

**Задачи:**

сформировать целостное представление об основных этапах становления современной вычислительной математики, об основных математических понятиях и методах, о месте и роли математики и вычислительной математики в различных областях человеческой деятельности.

- сформировать навыки моделирования разнообразных физических, инженерных, финансово-хозяйственных задач, уметь оценивать их реализуемость на конкретных видах компьютеров и уметь использовать современное программное обеспечение

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

### 2.1. Место дисциплины в учебном плане:

**Блок:** Блок 1. Дисциплины (модули).

**Часть:** Обязательная часть.

**Модуль:** модуль естественно-математических дисциплин.

**Осваивается (семестр):**

очная форма обучения – 4

очно-заочная форма обучения – 4

заочная форма обучения - 4

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**УК-1** - способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

**ОПК-1** - Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

## 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
<b>УК-1</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>УК-1.2.</b> Использует системный подход для решения поставленных задач	<b>Знает:</b> системный подход для решения поставленных задач <b>Умеет:</b> применять системный подход для решения поставленных задач <b>Владеет:</b> навыком применения системного подхода для решения поставленных задач

<b>ОПК-1</b> Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	<b>ОПК-1.1.</b> Применяет естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности	<b>Знает:</b> естественнонаучные и общинженерные понятия, применяемые в профессиональной деятельности, основные законы естественнонаучных дисциплин <b>Умеет:</b> применять естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности, систематизировать и анализировать информацию, полученную с помощью общинженерных знаний и основных законов естественнонаучных дисциплин <b>Владеет:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
--	--	---

## 5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ ПО СЕМЕСТРАМ

Общая трудоемкость дисциплины «Вычислительная математика» для студентов всех форм обучения, реализуемых в АНО ВО ИТУ по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника составляет: 3 з.е. / 108 час.

Вид учебной работы	Всего число часов и (или) зачетных единиц (по формам обучения)		
	Очная	Очно-заочная	Заочная
<b>Аудиторные занятия</b>	54	40	14
<i>в том числе:</i>			
Лекции	18	12	4
Практические занятия	36	28	10
Лабораторные работы	-	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	18	32	85
<i>в том числе:</i>			
часы на выполнение КР / КП	-	-	-
<b>Промежуточная аттестация:</b>			
Вид	Экзамен – 4 сем.	Экзамен – 4 сем.	Экзамен – 4 сем.
Трудоемкость (час.)	36	36	9
<b>Общая трудоемкость з.е. / час.</b>	<b>3 з.е. / 108 час.</b>		

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование темы дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самост. работа (в т.ч. КР / КП)
<b>Очная форма обучения</b>					
1	Численное решение систем линейных уравнений	3	6		3
2	Матрицы	3	6		3
3	Численное решение систем нелинейных уравнений	3	6		3
4	Численные методы математического анализа	3	6		3

№	Наименование темы дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самост. работа (в т.ч. КР / КП)
5	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	3	6		3
6	Решение дифференциальных уравнений в частных производных и интегральных уравнений	3	6		3
Итого (часов)		18	36		18
<b>Форма контроля:</b>		<b>Экзамен</b>			<b>36</b>
<b>Очно-заочная форма обучения</b>					
1	Численное решение систем линейных уравнений	2	5		6
2	Матрицы	2	4		5
3	Численное решение систем нелинейных уравнений	2	5		6
4	Численные методы математического анализа	2	5		5
5	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	2	5		5
6	Решение дифференциальных уравнений в частных производных и интегральных уравнений	2	4		5
Итого (часов)		12	28		32
<b>Форма контроля:</b>		<b>Экзамен</b>			<b>36</b>
<b>Заочная форма обучения</b>					
1	Численное решение систем линейных уравнений	1	2		15
2	Матрицы	0,5	1		14
3	Численное решение систем нелинейных уравнений	1	2		14
4	Численные методы математического анализа	0,5	2		14
5	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	0,5	2		14
6	Решение дифференциальных уравнений в частных производных и интегральных уравнений	0,5	1		14
Итого (часов)		4	10		85
<b>Форма контроля:</b>		<b>Экзамен</b>			<b>9</b>
<b>Всего по дисциплине:</b>		<b>3 з.е. / 108 час.</b>			

## СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### Тема 1. Численное решение систем линейных уравнений

Особенности реализации математических моделей на компьютерах (этапы решения задачи на ЭВМ. Представление чисел в ЭВМ. Виды погрешностей. Устойчивые и неустойчивые алгоритмы. Корректно и некорректно поставленные задачи. Отличие классической математики от вычислительной. Математические модели).

Системы линейных уравнений (основные понятия. Переопределенные и недоопределенные системы. Обусловленность систем линейных уравнений. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Метод Гаусса. Другие прямые методы. Итерационные методы. Общее описание и сущность методов. Приведение системы к виду, удобному для итерации. Метод простой итерации и метод Зейделя. Достаточные условия сходимости. Ускорение сходимости итерационных методов. Сравнительная оценка прямых и итерационных методов)

### Тема 2. Матрицы

Матричные задачи (виды матриц, часто встречающихся на практике. Нахождение обратной матрицы и определителя методом Гаусса. Нахождение собственных значений и векторов матриц. Определение наибольшего и наименьшего собственных значений и соответствующих им собственных векторов итерационным методом)

### **Тема 3. Численное решение систем нелинейных уравнений**

Решение системы нелинейных уравнений (особенности решения нелинейных задач. Случай одного уравнения. Некоторые определения. Численное нахождение корня на ЭВМ. Метод половинного деления и метод хорд. Метод простой итерации. Принцип сжатых отображений. Метод Ньютона: общее описание, геометрический смысл, условия сходимости и порядок сходимости. Пример "капризного" поведения метода Ньютона. Метод секущих. Сравнительная оценка методов. Гибридные методы. Системы нелинейных уравнений. Постановка задачи. Метод простой итерации. Метод Ньютона и его модификации)

### **Тема 4. Численные методы математического анализа**

Аппроксимация и интерполяция функций (постановка задачи и основные определения. Интерполяция с помощью многочленов. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Точность и сходимость, использование локальных интерполяций. Равномерные многочленные приближения. Использование степенных разложений для вычисления функций. Многочлены Чебышева. Экономизация степенных рядов с помощью многочленов Чебышева. Ряды Фурье. Преобразование Фурье. Среднеквадратичные приближения).

Численное интегрирование (постановка задачи численного интегрирования. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона и Гаусса. Сравнительная оценка методов. Погрешности методов и способы их уменьшения. Метод Рунге. Адаптивные алгоритмы численного интегрирования)

### **Тема 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений**

Численное дифференцирование (постановка задачи численного дифференцирования. Использование ряда Тэйлора. Использование интерполяционных многочленов. Погрешности численного дифференцирования и способы их уменьшения. Метод Рунге).

Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и разностных уравнений (разностные уравнения. Основные понятия. Решение разностных уравнений первого порядка и линейных разностных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Метод конечных разностей. Решение задачи Коши. Метод Эйлера и его модификации. Метод Рунге-Кутты. Многошаговые методы. Сравнительная оценка методов. Повышение точности результатов методом Рунге. Уравнения  $n$ -го порядка, задача Коши. Решение краевой задачи конечно-разностным методом)

### **Тема 6. Решение дифференциальных уравнений в частных производных и интегральных уравнений**

Решение уравнений в частных производных и интегральных уравнений (решение уравнений в частных производных. Постановка задачи. Метод сеток, аппроксимация, устойчивость, сходимость. Решение параболических задач. Решение эллиптических задач. Решение интегральных уравнений. Основные понятия. Обзор численных методов)

## 7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

Курсовая работа не предусмотрена

**8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ:** Приложение 1.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

### 9.1. Рекомендуемая литература:

- Рогова Н.В. Вычислительная математика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Рогова, В.А. Рычков. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 167 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75370>
- Блатов И.А. Вычислительная математика [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Блатов, О.В. Старожилова. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 205 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75371>
- Зенков, А. В. Вычислительная математика для IT-специальностей : учебное пособие / А. В. Зенков. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 128 с. — ISBN 978-5-9729-0883-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124020.html>
- Достоверные вычисления. Базовые численные методы / У. Кулиш, Д. Рац, Р. Хаммер, М. Хокс ; перевод А. Г. Яковлев ; под редакцией В. Я. Крейнвича, А. Н. Соболевского, А. Г. Яковлева. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 495 с. — ISBN 978-5-4344-074-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91929.html>
- Варапаев В.Н. Численное решение систем линейных и нелинейных уравнений. [Электронный ресурс]: рабочий учебник / Варапаев В.Н. - 2022. - <http://library.roweb.online>
- Варапаев В.Н. Матрицы. [Электронный ресурс]: рабочий учебник / Варапаев В.Н. - 2022. - <http://library.roweb.online>
- Варапаев В.Н. Численное решение систем нелинейных уравнений. [Электронный ресурс]: рабочий учебник / Варапаев В.Н. - 2022. - <http://library.roweb.online>
- Варапаев В.Н. Численные методы математического анализа. [Электронный ресурс]: рабочий учебник / Варапаев В.Н. - 2022. - <http://library.roweb.online>
- Варапаев В.Н. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. [Электронный ресурс]: рабочий учебник / Варапаев В.Н. - 2022. - <http://library.roweb.online>
- Варапаев В.Н. Решение краевой задачи конечно-разностным методом. Решение дифференциальных уравнений в частных производных и интегральных уравнений. [Электронный ресурс]: рабочий учебник / Варапаев В.Н. - 2022. - <http://library.roweb.online>

## **9.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.**

АНО ВО ИТУ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине:

***Лицензионное программное обеспечение (в том числе, отечественного производства):***

Операционная система Windows Professional 10;

ПО браузер – приложение операционной системы, предназначенное для просмотра Web-страниц;

Цифровой образовательный сервис «Личная студия обучающегося» (отечественное ПО);

Цифровой образовательный сервис «Личный кабинет преподавателя» (отечественное ПО);

Платформа проведения вебинаров (отечественное ПО);

Платформа проведения аттестационных процедур с использованием каналов связи (отечественное ПО).

Информационная технология. Программа управления образовательным процессом.

***Свободно распространяемое программное обеспечение (в том числе отечественного производства):***

Мой Офис Веб-редакторы <https://edit.myoffice.ru> (отечественное ПО);

ПО OpenOffice.Org Calc - [http://qsp.su/tools/onlinehelp/about\\_license\\_gpl\\_russian.html](http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html);

ПО OpenOffice.Org.Base [http://qsp.su/tools/onlinehelp/about\\_license\\_gpl\\_russian.html](http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html);

ПО OpenOffice.org.Impress

[http://qsp.su/tools/onlinehelp/about\\_license\\_gpl\\_russian.html](http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html)

ПО OpenOffice.Org Writer

[http://qsp.su/tools/onlinehelp/about\\_license\\_gpl\\_russian.html](http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html)

ПО Open Office.org Draw

[http://qsp.su/tools/onlinehelp/about\\_license\\_gpl\\_russian.html](http://qsp.su/tools/onlinehelp/about_license_gpl_russian.html)

ПО «Блокнот» - стандартное приложение операционной системы (MS Windows, Android и т.д.), предназначенное для работы с текстами.

## **9.3. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к образовательным ресурсам
2. <http://www.iprbookshop.ru> - Электронно-библиотечная система IPRbooks (ЭБС IPRbooks) –электронная библиотека по всем отраслям знаний
3. <https://www.elibrary.ru/> - электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU, крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций
4. <http://www.consultant.ru/> - справочная правовая система КонсультантПлюс
5. <https://www.garant.ru/> - справочная правовая система Гарант
6. <https://gufo.me/> - справочная база энциклопедий и словарей
7. <https://slovaronline.com> - справочная база, полная поисковая система по всем доступным словарям, энциклопедиям и переводчикам в режиме Онлайн

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Помещения для осуществления образовательного процесса по дисциплине представляют собой аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации.

Список аудиторий:

1. Лекционная аудитория, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций.
2. Аудитория для проведения практических и семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации.
3. Аудитория для самостоятельной работы обучающихся.
4. Многофункциональная аудитория для лиц с ограниченными возможностями здоровья, актовый зал, электронная библиотека.
5. Аудитория информационных технологий.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины проводится в форме лекций, практических и/или лабораторных занятий, организации самостоятельной работы студентов, консультаций. Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у студентов ориентиры для самостоятельной работы над учебной дисциплиной.

Основной целью практических и/или лабораторных занятий является обсуждение наиболее сложных теоретических вопросов, их методологическая и методическая проработка, выполнение практических заданий.

Самостоятельная работа с учебной, учебно-методической и научной литературой, дополняется работой с тестирующими системами, тренинговыми программами, с информационными базами, электронными образовательными ресурсами в электронной информационно-образовательной среде организации и сети Интернет.

Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- качественное освоение теоретического материала по изучаемой дисциплине, углубление и расширение теоретических знаний с целью их применения на уровне межпредметных связей;
- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических навыков;
- формирование умений по поиску и использованию нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самообразованию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие научно-исследовательских навыков;

- формирование умения решать практические задачи (в профессиональной деятельности), используя приобретенные знания, способности и навыки.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью образовательного процесса.

Самостоятельная работа предполагает инициативу самого обучающегося в процессе сбора и усвоения информации, приобретения новых знаний, умений и навыков и ответственность его за планирование, реализацию и оценку результатов учебной деятельности. Процесс освоения знаниями при самостоятельной работе не обособлен от других форм обучения.

Самостоятельная работа по подготовке письменных работ должна:

- быть выполнена индивидуально (или являться частью коллективной работы);
- представлять собой законченную разработку (этап разработки), в которой анализируются актуальные проблемы по определенной теме и ее отдельных аспектов;
- отражать необходимую и достаточную компетентность автора;
- иметь учебную, научную и/или практическую направленность;
- быть оформлена структурно и логически последовательно;
- содержать краткие и четкие формулировки, убедительную аргументацию, доказательность и обоснованность выводов;
- соответствовать этическим нормам (правила цитирования и парафраз; ссылки на использованные библиографические источники; исключение плагиата, дублирования собственного текста и использования чужих работ).

### **Особенности организации образовательного процесса для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья**

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья имеют свои специфические особенности восприятия и переработки учебного материала. Подбор и разработка учебных материалов должны производиться с учетом того, чтобы предоставлять этот материал в различных формах так, чтобы инвалиды с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально.

Выбор средств и методов обучения осуществляется самим преподавателем. При этом в образовательном процессе рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений обучающихся с ограниченными возможностями здоровья с научно-педагогическими работниками и другими обучающимися, создания комфортного психологического климата при освоении учебного материала.

Лица с ограниченными возможностями здоровья по зрению имеют право присутствовать на занятиях вместе с ассистентом, оказывающим обучающемуся необходимую помощь; лица с ограниченными возможностями здоровья по слуху имеют право на использование звукоусиливающей аппаратуры.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение аттестации для лиц с ОВЗ в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ОВЗ, если это не создает трудностей для лиц с ОВЗ и иных обучающихся при прохождении аттестации;
- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся с ОВЗ необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с экзаменатором);
- пользование необходимыми обучающимся с ОВЗ техническими средствами при прохождении аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся с ОВЗ в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях.

По письменному заявлению обучающегося с ОВЗ продолжительность сдачи экзамена может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут.

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья организация обеспечивает выполнение следующих требований при проведении аттестации:

а) для лиц с нарушением зрения:

- задания и иные материалы для сдачи экзамена оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением, либо зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются обучающимися с использованием клавиатуры с азбукой Брайля, либо надиктовываются ассистенту;

б) для лиц с нарушением слуха:

- с использованием информационной системы "Исток";

- аттестационные процедуры проводятся в электронной или письменной форме по выбору обучающихся.

О необходимости обеспечения специальных условий для проведения аттестации обучающийся должен сообщить письменно не позднее, чем за 10 дней до начала аттестации. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации).

**Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«Информационно-технологический университет»  
(АНО ВО ИТУ)**

**Фонд оценочных средств**

Текущего контроля и промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)

**Б1.О.02.10 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА**

**Для направления подготовки:**

09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
(уровень бакалавриата)

**Типы задач профессиональной деятельности:**

производственно-технологический

**Направленность (профиль):**

Информационные системы

**Форма обучения:**

очная, очно-заочная, заочная

### Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
<b>УК-1</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>УК-1.2.</b> Использует системный подход для решения поставленных задач	<b>Знает:</b> системный подход для решения поставленных задач <b>Умеет:</b> применять системный подход для решения поставленных задач <b>Владеет:</b> навыком применения системного подхода для решения поставленных задач
<b>ОПК-1</b> Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	<b>ОПК-1.1.</b> Применяет естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности	<b>Знает:</b> естественнонаучные и общинженерные понятия, применяемые в профессиональной деятельности, основные законы естественнонаучных дисциплин <b>Умеет:</b> применять естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности, систематизировать и анализировать информацию, полученную с помощью общинженерных знаний и основных законов естественнонаучных дисциплин <b>Владеет:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

### Показатели оценивания результатов обучения

Шкала оценивания			
Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<b>УК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач</b>			
<b>Не знает:</b> системный подход для решения поставленных задач <b>Не умеет:</b> применять системный подход для решения поставленных задач <b>Не владеет:</b> навыком применения системного подхода для решения поставленных задач	<b>Поверхностно знает:</b> системный подход для решения поставленных задач <b>В целом умеет:</b> применять системный подход для решения поставленных задач, но испытывает затруднения <b>В целом владеет:</b> навыком применения системного подхода для решения поставленных задач, но испытывает сильные затруднения	<b>Знает:</b> системный подход для решения поставленных задач, но допускает несущественные ошибки <b>Умеет:</b> применять системный подход для решения поставленных задач, но иногда допускает небольшие ошибки <b>Владеет:</b> навыком применения системного подхода для решения поставленных задач, но иногда допускает ошибки	<b>Знает:</b> системный подход для решения поставленных задач <b>Умеет:</b> применять системный подход для решения поставленных задач <b>Владеет:</b> навыком применения системного подхода для решения поставленных задач
<b>ОПК-1.1. Применяет естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности</b>			
<b>Не знает:</b> естественнонаучные и общинженерные понятия, применяемые в профессиональной деятельности, основные законы естественнонаучных дисциплин <b>Не умеет:</b> применять	<b>Поверхностно знает:</b> естественнонаучные и общинженерные понятия, применяемые в профессиональной деятельности, основные законы естественнонаучных дисциплин <b>В целом умеет:</b>	<b>Знает:</b> естественнонаучные и общинженерные понятия, применяемые в профессиональной деятельности, основные законы естественнонаучных дисциплин, но допускает несущественные ошибки	<b>Знает:</b> естественнонаучные и общинженерные понятия, применяемые в профессиональной деятельности, основные законы естественнонаучных дисциплин <b>Умеет:</b> применять

<p>естественнонаучные и общепрофессиональные знания в профессиональной деятельности, систематизировать и анализировать информацию, полученную с помощью общепрофессиональных знаний и основных законов естественнонаучных дисциплин</p> <p><b>Не владеет:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p>	<p>применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания в профессиональной деятельности, систематизировать и анализировать информацию, полученную с помощью общепрофессиональных знаний и основных законов естественнонаучных дисциплин, но испытывает затруднения</p> <p><b>В целом владеет:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, но испытывает сильные затруднения</p>	<p><b>Умеет:</b> применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания в профессиональной деятельности, систематизировать и анализировать информацию, полученную с помощью общепрофессиональных знаний и основных законов естественнонаучных дисциплин, но иногда допускает небольшие ошибки</p> <p><b>Владеет:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, но иногда допускает ошибки</p>	<p>естественнонаучные и общепрофессиональные знания в профессиональной деятельности, систематизировать и анализировать информацию, полученную с помощью общепрофессиональных знаний и основных законов естественнонаучных дисциплин</p> <p><b>Владеет:</b> навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p>
--	---	---	---

### *Оценочные средства*

#### Примерные задания для текущего контроля

##### Раздел 1 «Численное решение систем линейных уравнений»

1. Найти решение системы уравнений (методом Гаусса):

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = -1 \\ -x_1 + 2x_3 = 0 \\ x_1 + 2x_2 = -2 \end{cases}$$

2. Найти матрицу  $A^{-1}$ , обратную матрице  $A = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ 3 & -2 \end{pmatrix}$  методом Гаусса.

3. Задана система линейных уравнений

$$\begin{cases} x_1 = 0,5x_2 - 0,1x_3 \\ x_2 = 0,1x_1 + 2 \\ x_3 = 0,1x_2 \end{cases}$$

Назовите следующее приближение метода Зейделя для начального приближения  $\{0 ; 1 ; 0\}$ .

4. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений.
5. Итерационный метод решения систем линейных уравнений.
6. Сформулируйте достаточные условия сходимости методов простой итерации и Зейделя.

##### Раздел 2 «Матрицы»

1. Собственные значения матрицы  $A$  расположены в порядке убывания  $\lambda_1 > \lambda_2 \geq \lambda_3 \geq \dots \geq \lambda_n$ . Скажите, в каком случае степенной метод нахождения  $\lambda_1$  сходится.
2. Отличие полной проблемы собственных значений от частичной проблемы собственных значений.
3. Приведите пример верхней треугольной матрицы.
4. Приведите вид единичной матрицы и опишите ее свойства.
5. Дайте определение собственных значений собственных векторов матрицы.
6. Какой вид имеет характеристический многочлен матрицы.

##### Раздел 3 «Численное решение систем нелинейных уравнений»

1. Даны уравнения: 1)  $x = 2 \sin x$ ; 2)  $x = \sin 0,5x$ ; 3)  $x = 5 \cos x$ ;

- 4)  $x = 3 \cos \theta, 1x$ . Назовите уравнения, для которых будет сходиться метод итераций.
2. Дано нелинейное уравнение  $x^2 - \sin x + 1 = 0$  и начальное приближение  $x_0 = 0$ . Скажите, чему равно первое приближение  $x_1$  в методе Ньютона.
3. Второй порядок сходимости для решения нелинейного уравнения имеют...
4. Двустороннее приближение для нахождения корня нелинейного уравнения.
5. Сформулируйте достаточное условие сходимости метода простой итерации.
6. Приведите достаточные условия сходимости метода Ньютона для решения нелинейного уравнения  $F(x) = 0$ .
7. Приведите условия Фурье для функции  $F(x)$  при решении нелинейного уравнения  $F(x) = 0$ .
8. Метод Ньютона решения системы нелинейных уравнений.

#### Раздел 4 «Численные методы математического анализа»

1. Приведите составную квадратурную формулу метода трапеций для вычисления определенного интеграла.
2. Приведите составную квадратурную формулу метода Симпсона для вычисления определенного интеграла.
3. Метод Рунге повышения точности численного интегрирования.
4. Расположение в квадратурном методе Гаусса узловых точек на отрезке интегрирования.
5. Вывод формулы метода трапеций для вычисления определенного интеграла.
6. Аппроксимация функций.
7. Критерий близости двух функций  $f(x)$  и  $\varphi(x)$  при среднеквадратичном приближении.
8. Назовите многочлен, наименее уклоняющийся от нуля.
9. Выведите формулу линейной интерполяции, взяв первые два члена интерполяционного многочлена Ньютона.

#### Раздел 5 «Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений»

1. Понятие устойчивого вычислительного алгоритма.
2. Корректно поставленная задача.
3. Назовите результат одного шага метода Эйлера для задачи Коши  $y' = xy, y(1) = 2$  с шагом  $h = 0,1$ .
4. Опишите метод Эйлера для решения задачи Коши  $y' = f(x, y), y(x_0) = y_0$ .
5. Вид общего решения разностного уравнения  $y_{n+2} - 4y_{n+1} + 4y_n = 0$ .
6. Что называется порядком погрешности аппроксимации производной? Приведите примеры погрешности разных порядков.
7. Дать определение первых и вторых конечных разностей для таблично заданной функции.
8. Опишите метод Эйлера с пересчетом для решения задачи Коши  $y' = f(x, y), y(x_0) = y_0$ .

#### Раздел 6 «Решение дифференциальных уравнений в частных производных и интегральных уравнений»

1. Приведите конечно-разностные формулы для частных производных  $\frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$  в произвольной точке  $(i, j)$  сетки с помощью центральных разностей.
2. Приведите вид уравнения Пуассона
3. Название вида интегрального уравнения  $y(x) - \lambda \int_a^b K(x, s)y(s)ds = f(x)$ .
4. Приведите вид уравнения Лапласа.
5. Какую информацию надо задать для решения уравнения в частных производных.
6. Постановка задачи для решения уравнения одномерной нестационарной теплопроводности.
7. Сравнительная оценка явной и неявной разностных схем для решения уравнения одномерной нестационарной теплопроводности.

Оценка заданий производится по шкале «зачтено» / «не зачтено».

## Пример теста:

1. Выбор начального приближения на сходимость метода Зейделя при решении систем линейных уравнений

- a) влияет, если матрица не симметричная
- b) влияет, если матрица не является верхней треугольной
- c) не влияет
- d) не влияет, если матрица является ленточной

2. Параметр релаксации  $\omega$  для метода верхней релаксации при решении системы линейных уравнений методом итераций лежит в пределах

- a)  $1 < \omega < 2$
- b)  $0 < \omega < 1$
- c)  $-1 < \omega < 0$
- d)  $2 < \omega < 3$

3. Метод Зейделя для системы линейных уравнений 
$$\begin{cases} x_1 = 0,5x_1 + 0,3x_2 + 1 \\ x_2 = 0,4x_1 + 0,6x_2 \end{cases}$$

- a) расходится при любом начальном приближении
- b) сходится только при  $x_1 = 0, x_2 = 0$
- c) приведет к заиклииванию
- d) сходится при любом начальном приближении

4. Для величин  $x$  и  $y$  заданы абсолютные погрешности  $\Delta(x) = 0,01$  и  $\Delta(y) = 1,5$ . Тогда абсолютная погрешность разности  $\Delta(x-y)$  равна

- a) 1,49
- b) 1,51
- c) -1,49
- d) -1,51

5. Заданы матрицы 1)  $\begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$ , 2)  $\begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$ , 3)  $\begin{bmatrix} 3 & 2 & 2 \\ 0 & 4 & 1 \\ 1 & 5 & 8 \end{bmatrix}$ . Условием диагонального преобладания

удовлетворяют матрицы

- a) третья
- b) первая и вторая
- c) Первая
- d) вторая и третья

6. Заданы матрицы 1)  $\begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ , 2)  $\begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$ , 3)  $\begin{bmatrix} 6 & 2 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 8 \end{bmatrix}$ . Условием диагонального преобладания

удовлетворяют матрицы

- a) 1
- b) 2 и 3
- c) только 3
- d) только 2

7. Заданы матрицы 1)  $\begin{bmatrix} 5 & 2 \\ 4 & 4 \end{bmatrix}$ , 2)  $\begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$ , 3)  $\begin{bmatrix} 9 & 2 & 2 \\ 0 & 4 & 1 \\ 1 & 5 & 5 \end{bmatrix}$ . Условием диагонального преобладания

удовлетворяют матрицы

- a) 1 и 3
- b) 1
- c) только 2

d) 2 и 3

8. Для величин  $x = 2$ ,  $y = 1$ ,  $z = 2$  заданы их относительные погрешности  $\delta(x)=0,005$ ;  $\delta(y) = 0,001$ ;  $\delta(z) = 0,002$ . Относительная погрешность произведения  $\delta(x \cdot y \cdot z)$  равна

- a) 0,000002
- b) 0,0001
- c) 0,0002
- d) 0,008

9. Число 125,7 в ЭВМ для режима с плавающей точкой в нормализованном виде имеет следующее представление

- a)  $0,01257 \cdot 10^4$
- b)  $0,1257 \cdot 10^3$
- c) 125,7
- d)  $1,257 \cdot 10^2$

10. Для системы линейных уравнений  $A\bar{x} = \bar{b}$  известны обратная матрица  $A^{-1}$  и вектор правых частей  $\bar{b}$ .

$A^{-1} = \begin{bmatrix} 0,5 & 1 \\ 1 & 0,1 \end{bmatrix}$ ,  $\bar{b} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ . Тогда вектор решения системы  $\bar{x} \{ x_1, x_2 \}$  равен

- a) {0,5; 1}
- b) {1; 0,1}
- c) {1; 0,5}
- d) {1,5; 1,1}

11. Верны ли утверждения?

Значительная потеря точности при выполнении арифметических операций на ЭВМ происходит

A) при вычитании близких чисел

B) при сложении близких чисел

- a) A – да, B – нет
- b) A – да, B – да
- c) A – нет, B – нет
- d) A – нет, B – да

12. Верны ли утверждения?

В виде, удобном для итераций, записаны системы линейных уравнений

A)  $\begin{cases} x_1 = 2x_1 + x_2 - 3 \\ x_1 = 5x_2 - 4 \end{cases}$ ;

B)  $\begin{cases} x_2 = 4x_1 - 2 \\ x_1 = 2x_2 - 3x_1 + 5 \end{cases}$ .

- a) A – да, B – нет
- b) A – да, B – да
- c) A – нет, B – нет
- d) A – нет, B – да

13. Матрица  $A = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$  имеет собственные значения

- a) 1 и 3
- b) 2 и 1
- c) 2 и 3
- d) 1 и 5

14. Матрица  $A = \begin{bmatrix} 7 & 4 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$  имеет собственные значения

- a) 7 и 2
- b) 4 и 7
- c) 4 и 2
- d) 4 и 0

15. Заданы матрицы 1)  $\begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$ , 2)  $\begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$ , 3)  $\begin{bmatrix} 3 & 2 & 2 \\ 0 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 8 \end{bmatrix}$ . Нижними треугольными являются

матрицы

- a) третья
- b) первая и вторая
- c) вторая
- d) вторая и третья

16. Заданы матрицы 1)  $\begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ , 2)  $\begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$ , 3)  $\begin{bmatrix} 6 & 2 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 8 \end{bmatrix}$ . Диагональными являются матрицы

- a) 1
- b) 2 и 3
- c) только 2
- d) только 3

17. Симметричная матрица имеет собственные значения

- a) часть комплексных, часть действительных
- b) комплексно-сопряженные числа
- c) не имеет собственных значений
- d) все действительные

18. Полную проблему собственных значений можно решать методом

- a) Ньютона
- b) вращений
- c) Зейделя
- d) степенным

19. Матрица  $A = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$  называется

- a) нижней треугольной
- b) верхней треугольной
- c) диагональной
- d) симметричной

20. Для матрицы  $A = \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$  обратной матрицей будет

- a)  $\begin{bmatrix} 1/3 & 0 \\ 0 & 1/4 \end{bmatrix}$
- b)  $\begin{bmatrix} 4/3 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
- c)  $\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1,5 \end{bmatrix}$
- d)  $\begin{bmatrix} 1/4 & 0 \\ 0 & 1/3 \end{bmatrix}$

21. Матрица  $A$  имеет наибольшее собственное значение 3. Тогда обратная матрица  $A^{-1}$  имеет наименьшее собственное значение

- a)  $\frac{1}{3}$
- b)  $(3)^2$
- c)  $\left(\frac{1}{3}\right)^2$
- d) 1

22. Матрица  $A$  имеет наибольшее собственное значение 10. Тогда обратная матрица  $A^{-1}$  имеет наименьшее собственное значение

- a)  $\frac{1}{10}$
- b)  $(10)^2$
- c)  $\left(\frac{1}{10}\right)^2$
- d) 1000

23. Дано уравнение  $x^3 - x = 0$  и начальное приближение  $x_0 = 1$ . Результат одного шага метода Ньютона равен

- a)  $x_1 = 1$
- b)  $x_1 = 2$
- c)  $x_1 = 0,5$
- d)  $x_1 = -1$

24. аданы уравнения: А)  $2 \sin(x) = \cos^2(x)$ ; В)  $\ln(x) = x$ ; С)  $x = e^x$ ; D)  $x^2 = \cos(x) + 1$ ;

Е)  $e^x + x = x$ . Вид, удобный для итераций, имеют уравнения

- a) В, С и Е
- b) А и В
- c) С, D и Е
- d) В, D и Е

25. Один шаг метода половинного деления для уравнения  $x^2 - 2 = 0$  и начального отрезка  $[0; 2]$  дает следующий отрезок

- a)  $[1; 2]$
- b)  $[0,5; 1]$
- c)  $[0; 1]$
- d)  $[1,5; 2]$

26. Формула метода Ньютона для нелинейного уравнения  $F(x) = 0$  имеет вид

- a)  $x_{k+1} = x_k - F(x_k)/F'(x_k)$
- b)  $x_{k+1} = F(x_k)$
- c)  $x_{k+1} = [1 - F(x_k)]$
- d)  $x_{k+1} = x_k + F'(x_k)/F(x_k)$

27. Один шаг метода половинного деления для уравнения  $x^2 - x - 1 = 0$  и начального отрезка  $[0; 2]$  дает

следующий отрезок

- a)  $[1; 2]$
- b)  $[0,5; 1]$
- c)  $[0; 1]$
- d)  $[1,5; 2]$

28. Условия сходимости метода итераций для уравнения  $x = \varphi(x)$  заключается в том, что

- a)  $|\varphi'(x)| < 1$
- b)  $\varphi'(x) < 1$
- c)  $\varphi'(x) > x$
- d)  $\varphi'(x) > 0$

29. Дано уравнение  $x^3 - x = 0$  и начальное приближение  $x_0 = 0$ . Результат одного шага метода Ньютона равен

- a)  $x_1 = 1$
- b)  $x_1 = 2$
- c)  $x_1 = 0,5$
- d)  $x_1 = 0$

30. Условия Фурье при решении нелинейного уравнения заключаются в выполнении условий

- a) функции  $F'(x), F''(x)$  знакопостоянны,  $F(x_0)F''(x_0) > 0$
- b) функции  $F(x), F'(x)$  непрерывны,  $F''(x_0) > 0$
- c)  $F'(x) > 0, F''(x) \neq 0, F'(x_0) > 0$
- d) функции  $F''(x), F'''(x)$  знакопостоянны,  $F(x_0) \neq 0$

31. Для системы нелинейных уравнений 
$$\begin{cases} x_1 - 2x_2^2 = 0 \\ 2x_1^2 + x_2 = 0 \end{cases}$$
 якобиан в точке (1,1) имеет вид

- a)  $\begin{bmatrix} 1 & -4 \\ 4 & 1 \end{bmatrix}$
- b)  $\begin{bmatrix} -4 & 1 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$
- c)  $\begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$
- d)  $\begin{bmatrix} 1 & -2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$

32. Даны уравнения: А)  $x = 3 \sin(x)$ ; В)  $x = \sin(0,1x)$ ; С)  $x = 5 \cos(x)$ ; D)  $x = 2 \cos(0,1x)$ . Метод итераций будет сходиться для уравнений

- a) В и D
- b) А, С и D
- c) А и D
- d) В и С

33. Задана система нелинейных уравнений  $\begin{cases} x_1 = x_1^2 + x_2^2 \\ x_2 = \cos(x_1) + 2 \end{cases}$  и начальное приближение

$x_1^{(0)} = 0, x_2^{(0)} = 1$ . Один шаг метода простой итерации дает следующие значения  $x_1^{(1)}, x_2^{(1)}$ .

- a)  $\{1, 3\}$
- b)  $\{1, 1\}$
- c)  $\{0, 2\}$
- d)  $\{2, 1\}$

34. Заданы нелинейные системы

A)  $\begin{cases} x_1 = 2 \cos(x_2) - 1 \\ x_2 = e^{x_1} \end{cases}$ ; B)  $\begin{cases} x_1 = \frac{1}{2} \cos(x_1) + \frac{1}{3} \cos(x_2) \\ x_2 = \frac{1}{5} \cos(x_1) \end{cases}$ ; C)  $\begin{cases} x_1 = e^{x_2} \\ x_2 = e^{x_1} \end{cases}$

Сходимость метода простой итерации гарантирована для систем

- a) B
- b) B, C
- c) A
- d) A, B

35. Функция  $y(x)$  задана в табличном виде:

$x$	0,6	0,8	1,0
$y$	2,2	2,7	3,4

Значение этой функции, полученное с помощью линейной интерполяции при  $x = 0,7$ , равно

- a) 2,41
- b) 2,5
- c) 2,45
- d) 2,55

36. Функция  $y(x)$  задана в табличном виде:

$x$	0,6	0,8	1,0
$y$	2,2	2,6	3,4

Значение этой функции, полученное с помощью линейной интерполяции при  $x = 0,65$ , равно

- a) 2,3
- b) 2,35
- c) 2,4
- d) 2,25

37. При вычислении интеграла  $S = \int_0^1 f(x) dx$  подынтегральная функция  $y = f(x)$  задана таблицей:

$x$	0	0,5	1
$y$	0,8	1,5	2,2

Метод Симпсона с  $h = 0,5$  дает следующее значение интеграла:

- a) 2,5
- b) 0,9
- c) 1,5
- d) 2,1

38. При вычислении интеграла  $S = \int_0^1 f(x) dx$  подынтегральная функция  $y = f(x)$  задана таблицей:

$x$	0	0,5	1
$y$	0,6	1	1,4

Метод трапеций с  $h = 0,5$  дает следующее значение интеграла

- a) 1,3
- b) 1,1
- c) 2,4
- d) 1

39. Функция  $y(x)$  задана в табличном виде:

$x$	1	1,5	2
$y$	2,2	2,7	3,4

Значение этой функции, полученное с помощью линейной интерполяции при  $x = 1,2$ , равно

- a) 2,4
- b) 2,5
- c) 2,45
- d) 2,7

40. Функция  $y(x)$  задана в табличном виде:

$x$	1	1,5	2
$y$	2,2	2,7	3,4

Значение этой функции, полученное с помощью линейной интерполяции при  $x = 1,4$ , равно

- a) 2,4
- b) 2,5
- c) 2,55
- d) 2,6

41. Один шаг метода Эйлера для задачи Коши  $y' = xy, y(1) = 2$  с шагом  $h = 0,1$  дает следующий результат

- a) 2,4
- b) 0
- c) 2,2
- d) 2

42. Для таблично заданной функции

$x$	0	0,2	0,4
$y$	1	1,3	1,8

значение  $y'(0,2)$  по формуле для центральных разностей равно

- a) 2
- b) 2,5
- c) 1,8
- d) 2,3

43. Формулы метода Эйлера с пересчетом для решения задачи Коши обыкновенного дифференциального уравнения имеют вид

- a) 
$$\begin{cases} \bar{y}_1 = f(x_0, y_0) \\ y_1 = f(x_1, \bar{y}_1) + hy_0 \end{cases}$$
- b) 
$$\begin{cases} \bar{y}_1 = y_0 + hf(x_0, y_0) \\ y_1 = y_0 + \frac{h}{2}[f(x_0, y_0) + f(x_1, \bar{y}_1)] \end{cases}$$

$$\begin{array}{l}
 \left\{ \begin{array}{l} \bar{y}_1 = f(x_0, y_0) + hf(x_1, y_0) \\ y_1 = y_0 - hf(x_1, \bar{y}_1) \end{array} \right. \\
 \text{c) } \\
 \left\{ \begin{array}{l} \bar{y}_1 = y_0 + h \\ y_1 = f(x_0, \bar{y}_1) + f(x_1, y_0) \end{array} \right. \\
 \text{d) }
 \end{array}$$

44. Для таблично заданной функции

x	0	0,5	1,0
y	2	2,8	3,2

величина  $y'(0) + y'(1)$ , вычисленная с помощью односторонних разностей, равна

- a) 2,1
- b) 2,4
- c) 2,2
- d) 3,6

45. Локальная погрешность решения задачи Коши обыкновенного дифференциального уравнения методом Эйлера имеет порядок, равный

- a) 4
- b) 1
- c) 2
- d) 3

46. Уравнение в частных производных называется квазилинейным, если коэффициенты уравнения

- a) не зависят от решения
- b) не зависят от независимых переменных
- c) зависят от решения, но не зависят от производных решения
- d) являются постоянными

47. Уравнение нестационарной теплопроводности является

- a) эллиптическим
- b) смешанным
- c) гиперболическим
- d) параболическим

48. Матрица коэффициентов в конечно-разностной схеме решения уравнения Лапласа при использовании центральных разностей является

- a) прямоугольной
- b) пятидиагональной
- c) трехдиагональной
- d) диагональной

49. Одномерное нестационарное уравнение теплопроводности имеет вид

$$\begin{array}{l}
 \text{a) } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\
 \text{b) } \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \\
 \text{c) } \frac{\partial u}{\partial t} = a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\
 \text{d) } \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = 0.
 \end{array}$$

50. Гиперболическое волновое уравнение имеет вид

$$\begin{aligned} \text{a) } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} &= a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ \text{b) } \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} &= 0, \\ \text{c) } \frac{\partial u}{\partial t} &= a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \\ \text{d) } \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} &= 0. \end{aligned}$$

Оценка формируется следующим образом:

- оценка «отлично» - 85-100% правильных ответов;
- оценка «хорошо» - 70-84% правильных ответов;
- оценка «удовлетворительно» - 40-69% правильных ответов;
- оценка «неудовлетворительно» - менее 39% правильных ответов.

### Промежуточная аттестация

#### Примерные вопросы к экзамену:

1. Виды уравнений. Отделение корня уравнения. Пример.
2. Метод касательных для решения уравнения. Пример.
3. Метод деления отрезка пополам для решения уравнения. Пример.
4. Задача аппроксимации. Точечная и интегральная аппроксимация.
5. Меры погрешности аппроксимации.
6. Метод наименьших квадратов. Критерий близости.
7. Вывод системы нормальных уравнений для МНК.
8. Интерполяция. Постановка задачи.
9. Интерполяция. Интерполяционный полином Лагранжа.
10. Вывод формулы интерполяционного полинома Ньютона
11. Обратная интерполяция
12. Численное дифференцирование. Пример.
13. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса.
14. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Зейделя.
15. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Якоби.
16. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Частные случаи.
17. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод прогонки.
18. Численное интегрирование. Общий подход.
19. Обобщенная формула левых прямоугольников. Пример.
20. Обобщенная формула правых прямоугольников. Пример.
21. Обобщенная формула центральных прямоугольников. Пример.
22. Обобщенная формула трапеций. Пример.
23. Обобщенная формула Симпсона. Пример.
24. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задача Коши.
25. Метод Эйлера для решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.  
Геометрическая интерпретация.
26. Метод Рунге-Кутты для решения задачи Коши для ОДУ первого порядка. Пример.

27. Решение систем дифференциальных уравнений первого порядка. Пример.
28. Решение дифференциальных уравнений высших порядков. Пример.
29. Метод конечных разностей для решения дифференциальных уравнений.
30. Задачи оптимизации. Целевая функция. Унимодальная функция.
31. Метод дихотомии для решения задач одномерной оптимизации. Поиск минимального значения функции. Пример.
32. Метод золотого сечения для решения задач одномерной оптимизации. Поиск минимального значения функции. Пример.
33. Многомерная оптимизация. Метод покоординатного спуска.
34. Многомерная оптимизация. Метод градиентного спуска.
35. Многомерная оптимизация. Метод наискорейшего спуска.
36. Проблема многоэкстремальности. Проблема оврагов.
37. Задачи линейного программирования. Транспортная задача.
38. Задачи линейного программирования. Задача о распределении ресурсов.

### ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ЧАСТЬ ЭКЗАМЕНА

#### Пример тестов

1. Абсолютные погрешности величин  $x$  и  $y$  равны  $\Delta(x) = 0,1$  и  $\Delta(y) = 0,4$ . Абсолютная погрешность суммы  $\Delta(x + y)$  будет равна
  - a) 0,5
  - b) 0,3
  - c) 0,2
  - d) -0,3
  
2. Абсолютные погрешности величин  $x$  и  $y$  равны  $\Delta(x) = 0,4$  и  $\Delta(y) = 0,2$ . Абсолютная погрешность разности  $\Delta(x - y)$  будет равна
  - a) 0,6
  - b) 0,4
  - c) 0,2
  - d) -0,2
  
3. Алгоритм называется неустойчивым, если
  - a) малые изменения исходных данных и погрешности округления приводят к значительному изменению окончательных результатов
  - b) малые изменения исходных данных не изменяют окончательный результат
  - c) большие изменения в исходных данных не изменяют окончательный результат
  - d) большие изменения в исходных данных приводят к малому изменению результата
  
4. Значительная потеря точности при выполнении арифметических операций на ЭВМ происходит при \_\_\_ чисел
  - a) вычитании близких
  - b) сложении близких
  - c) умножении близких
  - d) делении больших
  
5. Операции над данными в компьютере выполняются точно, если эти данные являются
  - a) целыми числами
  - b) логическими константами
  - c) действительными числами
  
6. Расположите числа в порядке возрастания их мантисс

- a)  $0,1257 \cdot 10^5$
- b)  $0,426 \cdot 10^3$
- c)  $0,511 \cdot 10^1$

7. Расположите числа в порядке возрастания их порядков

- a)  $0,9257 \cdot 10^5$
- b)  $0,426 \cdot 10^8$
- c)  $0,511 \cdot 10^9$

8. Даны линейные системы

$$A) B) \begin{cases} x_1 + x_2 = 3 \\ x_1 + 2x_2 = 6 \end{cases} \quad C) \begin{cases} x_1 - 3x_2 = 4 \\ x_1 + 2x_2 = 2 \end{cases} \quad D) \begin{cases} 2x_1 + x_2 = 4 \\ 3x_1 - x_2 = 1 \end{cases}$$

Свойством диагонального преобладания обладают матрицы систем

- a) A и B
- b) A, C и D
- c)  $\begin{cases} 2x_1 - x_2 = 7 \\ 5x_1 - 8x_2 = 1 \end{cases}$  C и D
- d) A и D

9. Прямой ход метода Гаусса сводит линейную систему уравнений к виду с \_\_\_ матрицей

- a) верхней треугольной
- b) симметричной
- c) трехдиагональной
- d) диагональной

10. Дана система:  $\begin{cases} x_1 = 0,5x_1 + 0,1x_2 \\ x_2 = 0,1x_1 + 1 \end{cases}$ , задано начальное приближение  $(1; 1)$ . Один шаг метода Зейделя

дает первое приближение

- a)  $(0,6; 1,06)$
- b)  $(0,6; 1,1)$
- c)  $(0,6; 1)$
- d)  $(0,1; 1,06)$

11. Заданы системы уравнений:

$$A) \begin{cases} x_1 = 2x_1 + x_2 - 3 \\ x_1 = 5x_2 - 4 \end{cases} \quad B) \begin{cases} 2x_1 + x_2 = -3 \\ x_2 = 3x_1 \end{cases} \quad C) \begin{cases} x_2 = 4x_1 - 2 \\ x_1 = 2x_2 - 3x_1 + 5 \end{cases}$$

В виде, удобном для итераций, записаны системы уравнений

- a) C
- b) A
- c) A и C
- d) B и C

Верны ли следующие утверждения при решении систем линейных уравнений?

- A) Метод Гаусса является прямым методом
- B) Метод Зейделя является прямым методом

Подберите правильный ответ

- a) A - да, B - нет
- b) A - да, B - да

- c) A - нет, B - нет
- d) A - нет, B - да

11. Матрица  $A = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$  имеет собственные значения

- a) 2 и 3
- b) 2 и 1
- c) 1 и 3
- d) 1 и 1

12. Для матрицы  $A = \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$  обратной матрицей будет

- a)  $\begin{bmatrix} 1/4 & 0 \\ 0 & 1/3 \end{bmatrix}$
- b)  $\begin{bmatrix} 1/3 & 0 \\ 0 & 1/4 \end{bmatrix}$
- c)  $\begin{bmatrix} 4/3 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
- d)  $\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1,5 \end{bmatrix}$

13. Какие из матриц являются нижними треугольными

- a)  $\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 8 & 2 \end{bmatrix}$
- b)  $\begin{bmatrix} 7 & 0 \\ 9 & 2 \end{bmatrix}$
- c)  $\begin{bmatrix} 2 & 6 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}$
- d)  $\begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}$

14. Расположите матрицы в порядке возрастания суммы элементов, стоящих на главной диагонали

- a)  $A = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$
- b)  $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$
- c)  $A = \begin{pmatrix} 5 & 0 \\ 3 & -1 \end{pmatrix}$

15. Какие из соотношений верны для любых векторов

- A)  $E\bar{x} = \bar{x}$
- B)  $A\bar{x} = \bar{x}$  ( $A$  - любая матрица,  $E$  - единичная матрица)

Подберите правильный ответ

- a) A - да, B - нет

- b) A – да, B - да
- c) A – нет, B - нет
- d) A – нет, B - да

16. Даны уравнение  $x^3 - x = 0$  и начальное приближение  $x_0 = 1$ . Результат одного шага метода Ньютона равен

- a)  $x_1 = 1$
- b)  $x_1 = 2$
- c)  $x_1 = 0,5$
- d)  $x_1 = -1$

17. Один шаг метода половинного деления для уравнения  $x^2 - 2 = 0$  и начального отрезка  $[0; 2]$  дает следующий отрезок

- a)  $[1; 2]$
- b)  $[0,5; 1]$
- c)  $[0; 1]$
- d)  $[1,5; 2]$

18. Условия сходимости метода итераций для уравнения  $x = \varphi(x)$  заключается в том, что

- a)  $|\varphi'(x)| < 1$
- b)  $\varphi'(x) < 1$
- c)  $\varphi'(x) > x$
- d)  $\varphi'(x) > 0$

19. Заданы уравнения: A)  $x^2 = 2 \cos(x)$ ; B)  $x = 2 \cos(x)$ ; C)  $\sin(x) = 2 \cos(x)$ ; D)  $x = 2e^x + 1$ . Вид, удобный для итераций, имеют уравнения

- a) B, D
- b) A, B
- c) A, D
- d) B, C, D

20. Задана система нелинейных уравнений:

$$\begin{cases} x_1 = \sqrt{x_1} + \sqrt{x_2} \\ x_2 = \sin x_1 + x_2^2 \end{cases}$$

Для начального приближения  $x_1^{(0)} = 0, x_2^{(0)} = 1$  один шаг метода итераций дает приближение  $\{x_1^{(1)}, x_2^{(1)}\}$ , равное

- a)  $\{1, 1\}$
- b)  $\{0, 1\}$
- c)  $\{1, 2\}$
- d)  $\{1, 0\}$

21. Формула линейной интерполяции имеет вид

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

a)

- $y = y_1 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x + x_0)$   
 б)  $y = x_0 + \frac{x_1 - x_0}{y_1 - y_0} x$   
 с)  $y = y_0 + x(x_1 - x_0)$   
 д)

22. Укажите соответствие между формулами интерполяции и их названиями

линейная	$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$
квадратичная по методу Лагранжа	$y = \frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)} y_0 + \frac{(x-x_0)(x-x_2)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)} y_1 + \frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)} y_2$
квадратичная по методу Ньютона	$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{h} (x - x_0) + \frac{y_2 - 2y_1 + y_0}{2h^2} (x - x_0)(x - x_1)$

23. Расположите различные способы интерполяции в порядке увеличения их точности

- а) линейная  
 б) квадратичная  
 с) сплайн-интерполяция

24. Верны ли следующие утверждения?

- А) Интерполяционный многочлен Лагранжа можно использовать для неравномерного расположения узлов  
 В) Интерполяционный многочлен Ньютона можно использовать только для равномерного расположения узлов

Подберите правильный ответ

- а) А)да, В) да  
 б) А) да, В) нет  
 с) А) нет, В) да  
 д) А) нет, В) нет

25. Расположите методы численного интегрирования в порядке увеличения их точности

- а) метод трапеций  
 б) метод Симпсона  
 с) метод Гаусса

26. Для обыкновенных дифференциальных уравнений возможны следующие задачи

- а) Коши  
 б) краевая  
 с) Лапласа

27. Расположите методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения в порядке возрастания порядка их локальной погрешности

- а) метод Эйлера  
 б) метод Эйлера с пересчетом  
 с) метод Рунге – Кутта

Порядковый номер задания	1.
Тип	б
Вес	1

При решении задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения

- А) Разностный метод  $y_{i+1} = \Phi(x_i, h, y_i)$  является одношаговым

В) Разностный метод $y_{i+1} = \varphi(x_i, h, y_i, y_{i-1})$ является двухшаговым	
Подберите правильный ответ	
	А - да, В - да
	А - нет, В - да
	А - нет, В - нет
	А - да, В - нет

Неявная схема для одномерного нестационарного уравнения теплопроводности является	
	абсолютно устойчивой
	абсолютно неустойчивой
	устойчивой при $\tau \leq \frac{h^2}{4}$
	условно устойчивой

Явная разностная схема для решения уравнения теплопроводности является	
	условно устойчивой
	абсолютно неустойчивой
	абсолютно устойчивой
	устойчивой при $h^2 > \tau^3$ .

Условие устойчивости явной разностной схемы для одномерного нестационарного уравнения теплопроводности имеет вид	
	$\frac{a\tau}{h^2} \leq \frac{1}{2}$
	$\frac{a\tau^2}{h^2} \leq 1$
	$\left  h^2 + \frac{a\tau}{h} \right  > 1$
	$\left  \frac{a\tau}{h} \right  < 1$

28. Разностная схема называется устойчивой, если

- малому изменению входных данных соответствует малое изменение решения
- она определяет решение не выходящее за круг данного радиуса
- решение разностной схемы стремится к константе
- она аппроксимирует дифференциальное уравнение

29. Существуют следующие типы уравнений в частных производных

- эллиптические
- гиперболические
- параболические
- конические

30. К эллиптическим уравнениям в частных производных относятся уравнения

- Пуассона
- Лапласа
- волновое

Оценка формируется следующим образом:

- оценка «отлично» - 85-100% правильных ответов;
- оценка «хорошо» - 70-84% правильных ответов;
- оценка «удовлетворительно» - 40-69% правильных ответов;

- оценка «неудовлетворительно» - менее 39% правильных ответов.

### Критерии оценки при проведении промежуточной аттестации

Оценивание знаний обучающихся осуществляется по 4-балльной шкале при проведении экзаменов и зачетов с оценкой (оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно») или 2-балльной шкале при проведении зачета («зачтено», «не зачтено»).

При прохождении обучающимися промежуточной аттестации оцениваются:

1. Полнота, четкость и структурированность ответов на вопросы, аргументированность выводов.

2. Качество выполнения практических заданий (при их наличии): умение перевести теоретические знания в практическую плоскость; использование правильных форматов и методологий при выполнении задания; соответствие результатов задания поставленным требованиям.

3. Комплексность ответа: насколько полно и всесторонне обучающийся раскрыл тему вопроса и обратился ко всем ее аспектам.

### Критерии оценивания

4-балльная шкала и 2-балльная шкалы	Критерии
«Отлично» или «зачтено»	1. Полные и качественные ответы на вопросы, охватывающие все необходимые аспекты темы. Обучающийся обосновывает свои выводы с использованием соответствующих фактов, данных или источников, демонстрируя глубокую аргументацию. 2. Обучающийся успешно переносит свои теоретические знания в практическую реализацию. Выполненные задания соответствуют высокому уровню качества, включая использование правильных форматов, методологий и инструментов. 3. Обучающийся анализирует и оценивает различные аспекты темы, демонстрируя способность к критическому мышлению и самостоятельному исследованию.
«Хорошо» или «зачтено»	1. Обучающийся предоставляет достаточно полные ответы на вопросы с учетом основных аспектов темы. Ответы обучающегося имеют ясную структуру и последовательность, делая их понятными и логически связанными. 2. Обучающийся способен применить теоретические знания в практических заданиях. Выполнение задания в целом соответствует требованиям, хотя могут быть некоторые недочеты или неточные выводы по полученным результатам. 3. Обучающийся представляет хорошее понимание темы вопроса, охватывая основные аспекты и направления ее изучения. Ответы обучающегося содержат достаточно информации, но могут быть некоторые пропуски или недостаточно глубокие суждения.
«Удовлетворительно» или «зачтено»	1. Ответы на вопросы неполные, не охватывают всех аспектов темы и не всегда структурированы или логически связаны. Обучающийся предоставляет верные выводы, но они недостаточно аргументированы или основаны на поверхностном понимании предмета вопроса. 2. Обучающийся способен перенести теоретические знания в

	<p>практические задания, но недостаточно уверен в верности примененных методов и точности в их выполнении. Выполненное задание может содержать некоторые ошибки, недочеты или расхождения.</p> <p>3. Обучающийся охватывает большинство основных аспектов темы вопроса, но демонстрирует неполное или поверхностное их понимание, дает недостаточно развернутые объяснения.</p>
<p>«Неудовлетворительно» или «не зачтено»</p>	<p>1. Обучающийся отвечает на вопросы неполно, не раскрывая основных аспектов темы. Ответы обучающегося не структурированы, не связаны с заданным вопросом, отсутствует их логическая обоснованность. Выводы, предоставляемые обучающимся, представляют собой простые утверждения без анализа или четкой аргументации.</p> <p>2. Обучающийся не умеет переносить теоретические знания в практический контекст и не способен применять их для выполнения задания. Выполненное задание содержит много ошибок, а его результаты не соответствуют поставленным требованиям и (или) неправильно интерпретируются.</p> <p>3. Обучающийся ограничивается поверхностным рассмотрением темы и не показывает понимания ее существенных аспектов. Ответ обучающегося частичный или незавершенный, не включает анализ рассматриваемого вопроса, пропущены важные детали или связи.</p>

ФОС для проведения промежуточной аттестации одобрен на заседании кафедры (Протокол заседания кафедры № 01 от «04» июня 2024 г.).