

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»

Факультет экономики и управления

УТВЕРЖДАЮ



Декан ФЭУ

З.М.Чомаева

26.06.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Численные методы**

*(наименование дисциплины (модуля))*

**Направление подготовки**

09.03.03 Прикладная информатика

*(шифр, название направления)*

Направленность (профиль) подготовки

**«Прикладная информатика в экономике»**

Квалификация выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**Очная / заочная**

**Год начала подготовки - 2020**

*(по учебному плану)*


Карачаевск, 2023

Программу составил(а): *ст.преп. Узденова М.Б.*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 922 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования» - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» с изменениями и дополнениями от 8 февраля 2021 г., образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, профиль – Прикладная информатика в экономике; локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа обновлена и утверждена на заседании кафедры экономики и прикладной информатики на 2023-2024 уч. год

Протокол № 10.2 от 22. 06. 2023 г.

Заведующий кафедрой  канд. экон. наук, доцент *Маршанов Б.М.*

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины (модуля) .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	6
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) .....	6
5.2. Тематика лабораторных занятий .....	9
6. Образовательные технологии .....	9
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	10
7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций .....	10
7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины .....	15
7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям: .....	15
7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации .....	16
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов .....	17
7.2.4. Задачи .....	29
7.2.5. Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров .....	31
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) .....	32
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) .....	33
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля) .....	34
10.1. Общесистемные требования .....	34
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	34
10.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....	37
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	37

## 1. Наименование дисциплины (модуля)

Численные методы

### Целью изучения дисциплины является:

формирование системы знаний о вычислительных методах, применяемых при решении прикладных задач, не имеющих аналитического решения, либо имеющих его, но получение которого затруднено, а также знакомство с принципами построения алгоритмов и методикой постановки задач для приближенного решения прикладных задач средствами информационно-коммуникационных технологий.

### Для достижения цели ставятся задачи:

- изучить необходимый понятийный аппарат дисциплины;
- изучить приближенные методы решения задач высшей математики;
- сформировать умения составления вычислительных алгоритмов и их реализации на ЭВМ;
- овладеть навыками применения приближенных методов при решении прикладных задач.

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

Данная дисциплина (модуль) относится к Блоку 1 и реализуется в рамках базовой части Б.1.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе очной и заочной форм обучения.

<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>Индекс</b>	Б1.В.06
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по таким дисциплинам как: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика», в объёме изучаемой программы бакалавриата по направлению «Прикладная информатика»	
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Курс "Численные методы" является основой для последующего изучения таких дисциплин как: «Исследование операций и методы оптимизации», «Математическое и имитационное моделирование», «Моделирование экономических процессов». Также, полученные знания в процессе изучения дисциплины, позволят успешно пройти все виды практик.	

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

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с

	ФГОС ВО/ ПООП/ ООП		установленными индикаторами
<b>УК-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК.Б-1.1 анализирует задачу и её базовые составляющие в соответствии с заданными требованиями УК.Б-1.2 осуществляет поиск информации, интерпретирует и ранжирует её для решения поставленной задачи по различным типам запросов УК.Б-1.3 при обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения УК.Б-1.4 выбирает методы и средства решения задачи и анализирует методологические проблемы, возникающие при решении задачи УК.Б-1.5 рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	<b>Знать:</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основы системного подхода, основные разделы численных методов и решаемые в них задачи; методы решения прикладных задач с помощью численных метода с использованием средства информационно-коммуникационных технологий; принципы сбора, отбора и обобщения информации для формирования научного мировоззрения. <b>Уметь:</b> систематизировать информацию различной природы, выбирать тип и строить на ее основе математическую модель изучаемого объекта или процесса; применять численные методы при решении прикладных задач. <b>Владеть:</b> методами и средствами систематизации информации различной природы; методами математического моделирования изучаемого объекта или процесса; методикой решения прикладных задач с помощью аппарата численных методов.
<b>ПК-5</b>	ПК-5 Способность моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область	ПК-5.1. Знает методику моделирования прикладных процессов и предметной области ПК-5.2 Умеет осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области	<b>Знать:</b> основные понятия и методы вычислительной математики, используемые для решения прикладных задач и их взаимосвязь <b>Уметь:</b> решать стандартные профессиональные задачи посредством применения аппарата и численных

		ПК-5.3 Владеет навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения	методов <b>Владеть:</b> навыками применения базового инструментария вычислительной математики для решения прикладных задач и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.
--	--	---	--

**4. Объем дисциплины (модуля) 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 (объем) дисциплины (модуля) составляет **4 ЗЕТ, 144 академических часов.**

Объем дисциплины	Всего часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	144	144
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)</b>	72	12
<b>Аудиторная работа (всего):</b>	72	12
в том числе:		
лекции	36	6
семинары, практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	36	6
<b>Внеаудиторная работа:</b>		
курсовые работы		
консультация перед экзаменом		
Внеаудиторная работа также включает индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем), творческую работу (эссе), рефераты, контрольные работы и д		
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	36	124
<b>Контроль самостоятельной работы</b>	36	8
<b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>	экзамен	экзамен

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

*5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий  
(в академических часах)*

ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля
			всего	Аудиторные уч. занятия			Сам. работа	
		Лек		Лаб	пр			
1.	<b>Раздел 1. Теория погрешностей</b>	6	2	2		2	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
2.	<b>Раздел 2. Решение системы линейных уравнений: точные методы, итерационные методы.</b>	18	6	6		6	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
3.	<b>Раздел 3. Решение нелинейного уравнения</b>	24	8	8		8	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
4.	<b>Раздел 4. Решение систем нелинейных уравнений</b>	12	4	4		4	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
5.	<b>Раздел 5. Численная интерполяция</b>	12	4	4		4	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
6.	<b>Раздел 6. Численное дифференцирование и интегрирование</b>	18	6	6		6	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
7.	<b>Раздел 7. Численные методы решения дифференциальных уравнений</b>	18	6	6		6	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
8.	<b>Контроль</b>	36				36		
	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		<b>36</b>		

### ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
		всего	Аудиторные уч. занятия			Сам. работа	Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
			Лек	Лаб	Пр			
	<b>Раздел 1. Теория погрешностей</b>	20	2			18	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
2.	<b>Раздел 2. Решение системы линейных уравнений: точные методы, итерационные методы.</b>	20		2		18	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
3.	<b>Раздел 3. Решение нелинейного уравнения</b>	20	2			18	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
4.	<b>Раздел 4. Решение систем нелинейных уравнений</b>	20		2		18	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
5.	<b>Раздел 5. Численная интерполяция</b>	20	2			18	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
6.	<b>Раздел 6. Численное дифференцирование и интегрирование</b>	20		2		18	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания
7.	<b>Раздел 7. Численные методы решения дифференциальных уравнений</b>	16				16	УК-1, ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания



8.	<b>Контроль</b>	8					
	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>124</b>	

### **5.2. Тематика лабораторных занятий**

Учебным планом не предусмотрены

### **6. Образовательные технологии**

При проведении учебных занятий по дисциплине используются традиционные и инновационные, в том числе информационные образовательные технологии, включая при необходимости применение активных и интерактивных методов обучения.

Традиционные образовательные технологии реализуются, преимущественно, в процессе лекционных и лабораторных занятий. Инновационные образовательные технологии используются в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов в виде применения активных и интерактивных методов обучения.

Информационные образовательные технологии реализуются в процессе использования электронно-библиотечных систем, электронных образовательных ресурсов и элементов электронного обучения в электронной информационно-образовательной среде для активизации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

**Развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств при проведении учебных занятий.**

Лабораторные занятия могут проводиться в форме групповой дискуссии, «мозговой атаки», разборка кейсов, решения практических задач и др. Прежде, чем дать группе информацию, важно подготовить участников, активизировать их ментальные процессы, включить их внимание, развивать кооперацию и сотрудничество при принятии решений.

Методические рекомендации по проведению различных видов практических (семинарских) занятий.

#### **1.Обсуждение в группах**

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания, Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед обучающимися ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого обучающиеся должны подготовить аргументированный развернутый ответ.

Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения:

- задавать определенные рамки обсуждения (например, указать не менее 5.... 10 ошибок);

- ввести алгоритм выработки общего мнения (решения);

- назначить модератора (ведущего), руководящего ходом группового обсуждения.

На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем (арбитром).

Разновидностью группового обсуждения является круглый стол, который проводится с целью поделиться проблемами, собственным видением вопроса, познакомиться с опытом, достижениями.

#### **2.Публичная презентация проекта**

Презентация – самый эффективный способ донесения важной информации как в разговоре «один на один», так и при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать

сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений.

### 3. Дискуссия

Как интерактивный метод обучения означает исследование или разбор. Образовательной дискуссией называется целенаправленное, коллективное обсуждение конкретной проблемы (ситуации), сопровождающейся обменом идеями, опытом, суждениями, мнениями в составе группы обучающихся.

Как правило, дискуссия обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация. Последовательное рассмотрение каждой стадии позволяет выделить следующие их особенности.

Стадия ориентации предполагает адаптацию участников дискуссии к самой проблеме, друг другу, что позволяет сформулировать проблему, цели дискуссии; установить правила, регламент дискуссии.

В стадии оценки происходит выступление участников дискуссии, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей (знаний), предложений, пресечение преподавателем (арбитром) личных амбиций отклонений от темы дискуссии.

Стадия консолидации заключается в анализе результатов дискуссии, согласовании мнений и позиций, совместном формулировании решений и их принятии.

В зависимости от целей и задач занятия, возможно, использовать следующие виды дискуссий: классические дебаты, экспресс-дискуссия, текстовая дискуссия, проблемная дискуссия, ролевая (ситуационная) дискуссия.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Качественные критерии оценивание			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
<b>УК-1</b>					
Базовый	<b>Знать:</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основы системного подхода, основные разделы численных методов и решаемые в них задачи;	Не знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основы системного подхода, основные разделы численных методов и решаемые в них задачи;	В целом знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основы системного подхода, основные разделы численных методов и решаемые в них задачи;	Знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основы системного подхода, основные разделы численных методов и решаемые в них задачи;	Знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основы системного подхода, основные разделы численных методов и решаемые в них задачи;

	<p>методы решения прикладных задач с помощью численных метода с использованием средств информационно-коммуникационных технологий; принципы сбора, отбора и обобщения информации для формирования научного мировоззрения.</p>	<p>методы решения прикладных задач с помощью численных метода с использованием средств информационно-коммуникационных технологий; принципы сбора, отбора и обобщения информации для формирования научного мировоззрения.</p>	<p>методы решения прикладных задач с помощью численных метода с использованием средств информационно-коммуникационных технологий; принципы сбора, отбора и обобщения информации для формирования научного мировоззрения.</p>	<p>решения прикладных задач с помощью численных метода с использованием средств информационно-коммуникационных технологий; принципы сбора, отбора и обобщения информации для формирования научного мировоззрения.</p>	
	<p><b>Уметь:</b> систематизировать информацию различной природы, выбирать тип и строить на ее основе математическую модель изучаемого объекта или процесса; применять численные методы при решении прикладных задач.</p>	<p>Не умеет систематизировать информацию различной природы, выбирать тип и строить на ее основе математическую модель изучаемого объекта или процесса; применять численные методы при решении прикладных задач.</p>	<p>В целом умеет систематизировать информацию различной природы, выбирать тип и строить на ее основе математическую модель изучаемого объекта или процесса; применять численные методы при решении прикладных задач.</p>	<p>Умеет систематизировать информацию различной природы, выбирать тип и строить на ее основе математическую модель изучаемого объекта или процесса; применять численные методы при решении прикладных задач.</p>	
	<p><b>Владеть:</b> методами и средствами систематизации информации различной природы;</p>	<p>Не владеет методами и средствами систематизации информации различной природы;</p>	<p>В целом владеет методами и средствами систематизации информации различной природы;</p>	<p>Владеет методами и средствами систематизации информации различной природы;</p>	

	методами математического моделирования изучаемого объекта или процесса; методикой решения прикладных задач с помощью аппарата численных методов.	математического моделирования изучаемого объекта или процесса; методикой решения прикладных задач с помощью аппарата численных методов.	методами математического моделирования изучаемого объекта или процесса; методикой решения прикладных задач с помощью аппарата численных методов.	математического моделирования изучаемого объекта или процесса; методикой решения прикладных задач с помощью аппарата численных методов.	
Повышенный	<b>Знать:</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основы системного подхода, основные разделы численных методов и решаемые в них задачи; методы решения прикладных задач с помощью численных методов с использованием средств информационно-коммуникационных технологий; принципы сбора, отбора и обобщения информации для формирования				В полном объеме знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основы системного подхода, основные разделы численных методов и решаемые в них задачи; методы решения прикладных задач с помощью численных методов с использованием средств информационно-коммуникационных технологий; принципы сбора, отбора и обобщения информации для

	<p>я научного мировоззрения.</p> <p><b>Уметь:</b> систематизировать информацию различной природы, выбирать тип и строить на ее основе математическую модель изучаемого объекта или процесса; применять численные методы при решении прикладных задач.</p>				<p>формирования научного мировоззрения .</p> <p>Умеет в полном объеме методами и средствами систематизации и информации различной природы; методами математического моделирования изучаемого объекта или процесса; методикой решения прикладных задач с помощью аппарата численных методов.</p>
	<p><b>Владеть:</b> методами и средствами систематизации информации различной природы; методами математического моделирования изучаемого объекта или процесса; методикой решения прикладных задач с помощью аппарата численных методов.</p>				<p>В полном объеме владеет методами и средствами систематизации и информации различной природы; методами математического моделирования изучаемого объекта или процесса; методикой решения прикладных задач с помощью аппарата численных методов.</p>
<b>ПК-5</b>					

Базовый	<b>Знать:</b> основные понятия и методы вычислительной математики, используемые для решения прикладных задач и их взаимосвязь	Не знает основные понятия и методы вычислительной математики, используемые для решения прикладных задач и их взаимосвязь	В целом знает основные понятия и методы вычислительной математики, используемые для решения прикладных задач и их взаимосвязь	Знает основные понятия и методы вычислительной математики, используемые для решения прикладных задач и их взаимосвязь	
	<b>Уметь:</b> решать стандартные профессиональные задачи посредством применения аппарата и численных методов	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи посредством применения аппарата и численных методов	В целом умеет решать стандартные профессиональные задачи посредством применения аппарата и численных методов	Умеет решать стандартные профессиональные задачи посредством применения аппарата и численных методов	
	<b>Владеть:</b> навыками применения базового инструментария вычислительной математики для решения прикладных задач и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Не владеет навыками применения базового инструментария вычислительной математики для решения прикладных задач и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	В целом владеет навыками применения базового инструментария вычислительной математики для решения прикладных задач и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Владеет навыками применения базового инструментария вычислительной математики для решения прикладных задач и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	
Повышенный	<b>Знать:</b> основные понятия и методы вычислительной математики, используемые				В полном объеме знает основные понятия и методы вычислительной математики, используемые

для решения прикладных задач и их взаимосвязь				для решения прикладных задач и их взаимосвязь
<b>Уметь:</b> решать стандартные профессиональные задачи посредством применения аппарата и численных методов				В полном объеме решать стандартные профессиональные задачи посредством применения аппарата и численных методов
<b>Владеть:</b> навыками применения базового инструментария вычислительной математики для решения прикладных задач и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.				В полном объеме навыками применения базового инструментария вычислительной математики для решения прикладных задач и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

**7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины**

**7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:**

1. Современные методы программирования численных методов.
2. Использование функционального анализа для построения современных численных методов.
3. Операторные методы решения функциональных уравнений.
4. Построение численных методов в задачах математической физики.
5. Нелинейный анализ в математических моделях.
6. Современные вычислительные методы на основе стохастического анализа
7. Дискретизация компактных множеств и ее применение в вычислительной математике
8. Отличие машинной арифметики от обычной арифметики
9. Примеры вычислимых и невычислимых объектов

10. Конструктивные объекты и вычислительная математика
11. Применение сплайн-интерполяции для решения инженерных задач
12. Связь тригонометрической интерполяции с аналитическими функциями
13. Использование кубатурных формул для решения задач математической физики
14. Исследование корректности задач, приводящих к плохо обусловленным матрицам
15. Использование итерационных методов для решения некорректных задач линейной алгебры
16. Численное решение нелинейных систем в связи с задачами оптимизации
17. Численные методы для решения нелинейных систем дифференциальных уравнений
18. Численное исследование детерминированного хаоса
19. Разностные схемы и устойчивость вычислительного процесса
20. Применение эволюционных уравнений в математической физики
21. Уравнение Шредингера и его физический смысл
22. Экономические задачи, приводящие к эллиптическим уравнениям
23. Вариационные методы решения эллиптических уравнений
24. Инженерные применения параболических уравнений

### **Критерии оценки доклада, сообщения, реферата:**

Отметка «отлично» за письменную работу, реферат, сообщение ставится, если изложенный в докладе материал:

- отличается глубиной и содержательностью, соответствует заявленной теме;
- четко структурирован, с выделением основных моментов;
- доклад сделан кратко, четко, с выделением основных данных;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы.

Отметка «хорошо» ставится, если изложенный в докладе материал:

- характеризуется достаточным содержательным уровнем, но отличается недостаточной структурированностью;
- доклад длинный, не вполне четкий;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы только после наводящих вопросов, или не на все вопросы.

Отметка «удовлетворительно» ставится, если изложенный в докладе материал:

- недостаточно раскрыт, носит фрагментарный характер, слабо структурирован;
- докладчик слабо ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по теме доклада не были получены ответы или они не были правильными.

Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:

- доклад не сделан;
- докладчик не ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по выполненной работе не были получены ответы или они не были правильными.

### **7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации**

1. Элементарная теория погрешностей
2. Абсолютная погрешность вычисления
3. Относительная погрешность вычисления
4. Основные определения и теоремы теории погрешностей
5. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса
6. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций
7. Метод Зейделя для решения систем линейных уравнений
8. Численные методы решения нелинейных уравнений. Графический метод
9. Метод половинного деления для решения нелинейных уравнений



10. Метод хорд для решения нелинейных уравнений
11. Метод касательных для решения нелинейных уравнений
12. Метод простой итерации для решения нелинейных уравнений
13. Сходимость итерационных методов для решения нелинейных уравнений
14. Приближение функций. Задача алгебраической интерполяции
15. Существование и единственность алгебраического интерполяционного полинома
16. Интерполяционный полином в форме Лагранжа
17. Первый интерполяционный полином Ньютона
18. Второй интерполяционный полином Ньютона
19. Численное интегрирование. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса
20. Квадратурные формулы прямоугольников. Оценка их погрешности
21. Квадратурные формулы трапеций. Оценка их погрешности
22. Квадратурные формулы Симпсона. Оценка их погрешности

### Критерии оценки устного ответа на вопросы по дисциплине

#### «Численные методы»:

✓ 5 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 4 - балла - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 3 балла – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 2 балла – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

### 7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов

#### Вариант 1

1. Норма матрицы  $A = \{a_{ij}\}$ - это

- а) вектор – строка;      б) число;      в) вектор – столбец.

2. Норма 2 матрицы  $\begin{pmatrix} 12 & 10 & -5 & -12 \\ 1 & 1 & -9 & 4 \\ 6 & -3 & 3 & 2 \\ 11 & 8 & -7 & 4 \end{pmatrix}$  равна

- а) 30;    б) 39;    в) 28,6356.

3. Процесс построения значения корней системы с заданной точностью в виде  $\dots$  2. Норма 2 матри

предела последовательности некоторых векторов называется

а) итерационным; б) сходящимся; в) расходящимся.

4. Процесс Зейделя для линейной системы  $X = \beta + \alpha X$  сходится к единственному решению при любом выборе начального приближения, если какая-нибудь из норм матрицы  $\alpha$

а) больше единицы; б) меньше единицы; в) равна единице.

5. Процесс нахождения приближенных значений корней уравнения разбивается на

а) построение графика и уточнение корней до заданной степени точности;

б) отделение корней и уточнение корней до заданной степени точности;

в) уточнение корней до заданной степени точности и определение погрешности приближения.

6. Количество действительных положительных корней алгебраического уравнения  $P_n(x) = 0$  с действительными коэффициентами (подсчитываемыми каждый столько раз, какова его кратность) либо равно числу перемен знака в последовательности коэффициентов уравнения, либо на четное число меньше. Это правило

а) Декарта; б) Штурма; в) Лагранжа.

7. Верхняя граница положительных корней уравнения  $P_n(x) = 0$  по методу Лагранжа находится по формуле

а)  $R = 1 + \sqrt[m]{\frac{B}{a_0}}$ ,  $m$  - номер первого отрицательного коэффициента,  $B$  - наибольшая из

абсолютных величин отрицательных коэффициентов  $P_n(x)$ ;

б)  $R = 1 + \frac{A}{a_0}$ ;

в)  $x = R$ , при котором  $P_n(x)$  и все производные принимают положительные значения.

8. Интерполяционным многочленом называется многочлен,

а) значения которого в узлах интерполяции равны значению табличной функции в этих узлах;

б)  $n$ -й степени;

в) параболического вида.

9. Конечные табличные разности используются в интерполяционной формуле

а) Гаусса для равноотстоящих узлов интерполяции;

б) Эйткина для равноотстоящих узлов интерполяции;

в) Ньютона для равноотстоящих узлов интерполяции;

г) Лагранжа для равноотстоящих узлов интерполяции.

10. Первый интерполяционный многочлен Лагранжа имеет вид:

$$\text{а) } L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \frac{(x-x_0)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_0)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)};$$

$$\text{б) } P_n(x) = y_0 + \frac{\Delta y_0}{1!h}(x-x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2!h^2}(x-x_0)(x-x_1) + \dots + \frac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_0)\dots(x-x_{n-1});$$

$$\text{в) } P_n(x) = y_n + \frac{\Delta y_{n-1}}{1!h}(x-x_n) + \frac{\Delta^2 y_{n-2}}{2!h^2}(x-x_n)(x-x_{n-1}) + \dots + \frac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_n)\dots(x-x_1)$$

11. Квадратурная формула Гаусса имеет вид

$$\text{а) } \int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \frac{f(a)+f(b)}{2};$$

$$\text{б) } \int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i;$$

$$\text{в) } \int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{6n} [(y_0 + y_{2n}) + 4(y_1 + \dots + y_{2n-1}) + 2(y_2 + \dots + y_2 + \dots + y_{2n-2})];$$

$$\text{г) } \int_{-1}^1 f(x) dx \approx c_1 f(x_1) + c_2 f(x_2) + \dots + c_n f(x_n).$$

12. По методу Пикара любое приближение решения дифференциального уравнения определяется по формуле

$$\text{а) } y_{k+1} = y_k + \Delta y_k, \text{ где } \Delta y_k = y'_k \frac{b-a}{n};$$

$$\text{б) } y_n(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_{n-1}) dx;$$

$$\text{в) } y_{i+1} = y_i + h \frac{y'_i + \tilde{y}'_{i+1}}{2}, \text{ где } \tilde{y}'_{i+1} = f(x_{i+1}, \tilde{y}_{i+1});$$

$$\text{г) } y_{i+1}^{(k)} = y_i + \frac{h}{2} [f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, y_{i+1}^{(k-1)})];$$

$$\text{д) } y_{i+1} = y_i + \Delta y_i, \text{ где } \Delta y_i = \frac{1}{6} (k_1^{(i)} + 2k_2^{(i)} + 2k_3^{(i)} + k_4^{(i)}).$$

## Вариант 2

1. Максимальная сумма модулей элементов матрицы по строкам есть

а) норма 2;    б) норма 3;    в) норма 1.

2. Норма 3 матрицы  $\begin{pmatrix} 12 & 10 & -5 & -12 \\ 1 & 1 & -9 & 4 \\ 6 & -3 & 3 & 2 \\ 11 & 8 & -7 & 4 \end{pmatrix}$  равна

а) 30; б) 39; в) 28,6356.

3. Итерационный процесс построения приближений по формуле  $X^{(k+1)} = \beta + \alpha X^{(k)}$  называется

а) методом Зейделя;

б) методом Ньютона;

в) методом итерации.

4. Процесс Зейделя для линейной системы  $X = \beta + \alpha X$  сходится к единственному решению при любом выборе начального приближения, если

а) какая - ни будь из норм матрицы  $\alpha$  меньше единицы;

б) и только если норма 1 матрицы  $\alpha$  меньше единицы;

в) и только если норма 1 матрицы  $\alpha$  равна единице.

5. К способам уточнения корней не относится

а) метод проб, метод хорд, метод касательных, метод итераций;

б) метод проб, метод хорд, метод касательных, метод Зейделя;

в) метод проб, метод хорд, метод касательных.

6. Число отрицательных корней уравнения  $P_n(x) = 0$  равно числу

а) перемен знака в последовательности коэффициентов  $P_n(-x)$  или на четное число меньше;

б) постоянств знака в последовательности коэффициентов  $P_n(-x)$  или на четное число меньше;

в) постоянств знака в последовательности коэффициентов  $P_n(x)$  или на четное число меньше.

7. Верхняя граница положительных корней уравнения  $P_n(x) = 0$  по методу Ньютона находится по формуле

а)  $R = 1 + \sqrt[m]{\frac{B}{a_0}}$ ,  $m$  - номер первого отрицательного коэффициента,  $B$  - наибольшая из абсолютных величин отрицательных коэффициентов  $P_n(x)$ ;

б)  $R = 1 + \frac{A}{a_0}$ ;

в)  $x = R$ , при котором  $P_n(x)$  и все производные принимают положительные значения.

8. Разность между значениями функции в соседних узлах интерполяции называется

- а) центральной разностью первого порядка;  
 б) конечной разностью первого порядка;  
 в) разделенной разностью первого порядка.
9. Центральные табличные разности используются в интерполяционной формуле
- а) Ньютона для равноотстоящих узлов интерполяции;  
 б) Гаусса для равноотстоящих узлов интерполяции;  
 в) Эйткина для равноотстоящих узлов интерполяции;  
 в) Лагранжа для равноотстоящих узлов интерполяции.
10. Квадратурными формулами называются
- а) формулы приближенного интегрирования;  
 б) формула квадратного трехчлена;  
 в) формулы нахождения квадрата суммы.
11. Операция представления функции  $f(x)$  рядом Фурье называется
- а) почленным интегрированием;  
 б) почленным дифференцированием;  
 в) гармоническим анализом.
12. По методу Эйлера  $n$ -е приближение решения дифференциального уравнения определяется по формуле
- а)  $y_{k+1} = y_k + \Delta y_k$ , где  $\Delta y_k = y'_k \frac{b-a}{n}$ ;  
 б)  $y_n(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_{n-1}) dx$ ;  
 в)  $y_{i+1} = y_i + h \frac{y'_i + \tilde{y}'_{i+1}}{2}$ , где  $\tilde{y}'_{i+1} = f(x_{i+1}, \tilde{y}_{i+1})$ ;  
 г)  $y_{i+1}^{(k)} = y_i + \frac{h}{2} [f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, y_{i+1}^{(k-1)})]$ ;  
 д)  $y_{i+1} = y_i + \Delta y_i$ , где  $\Delta y_i = \frac{1}{6} (k_1^{(i)} + 2k_2^{(i)} + 2k_3^{(i)} + k_4^{(i)})$ .

### Вариант 3

1. Максимальная сумма модулей элементов матрицы по столбцам есть
- а) норма 2;    б) норма 3;    в) норма 1.

2. Норма 3 матрицы  $\begin{pmatrix} 11 & 10 & -5 & -12 \\ 1 & 0,5 & -9 & 4 \\ 6 & 0 & -5 & 2 \\ -4 & 8 & -7 & 4 \end{pmatrix}$  равна

а) 38; б) 26; в) 26,4244.

3. Итерационный процесс построения приближений по формуле

$$x_i^{(k+1)} = \beta_i + \sum_{j=1}^{i-1} \alpha_{ij} x_j^{(k+1)} + \alpha_{ij} x_j^{(k)}$$
 называется

а) методом Зейделя; б) методом Ньютона; в) методом итерации.

4. Для оценки погрешности метода Зейделя применяется формула

$$\text{а) } \frac{\|\alpha\|^{k+1}}{1 - \|\alpha\|} \|\beta\|; \quad \text{б) } \frac{\|\alpha\|^{k+1}}{1 + \|\alpha\|} \|\beta\|; \quad \text{в) } \frac{\|\alpha\|_1^{(k)}}{1 + \|\alpha\|_1} \|X^{(1)} - X^{(0)}\|_1.$$

5. Идея метода хорд состоит в том, что на достаточно малом промежутке  $[a, b]$  дуга кривой  $y = f(x)$  заменяется стягивающей её хордой. В качестве приближенного значения корня принимается точка пересечения хорды с осью  $Ox$ . Координаты этой точки определяются формулой

$$\text{а) } x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)(b - x_n)}{f(b) - f(x_n)};$$

$$\text{б) } x_n = \varphi(x_{n-1});$$

$$\text{в) } x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}.$$

6. Если уравнение полное, то

а) количество его положительных корней равно числу перемен знака в последовательности коэффициентов или на четное число меньше, а количество отрицательных корней - числу постоянств знака или на четное число меньше;

б) количество его положительных корней равно числу постоянств знака в последовательности коэффициентов или на четное число меньше, а количество отрицательных корней — числу перемен знака или на четное число меньше;

в) количество его положительных корней равно числу постоянств знака в последовательности коэффициентов или на четное число меньше.

7. Верхняя граница положительных корней уравнения  $P_n(x) = 0$

по правилу кольца находится по формуле

а)  $R = 1 + \sqrt[m]{\frac{B}{a_0}}$ ,  $m$  - номер первого отрицательного коэффициента,  $B$  - наибольшая из абсолютных величин отрицательных коэффициентов  $P_n(x)$ ;

б)  $R = 1 + \frac{A}{a_0}$ ;

в)  $x = R$ , при котором  $P_n(x)$  и все производные принимают положительные значения.

8. Конечные табличные разности используются в интерполяционной формуле

а) Ньютона; б) Гаусса; в) Эйткина; г) Лагранжа.

9. Разделенные табличные разности используются в интерполяционной формуле

а) Ньютона для равноотстоящих узлов интерполяции;

б) Гаусса для равноотстоящих узлов интерполяции;

в) Ньютона для неравноотстоящих узлов интерполяции;

г) Эйткина для равноотстоящих узлов интерполяции;

д) Лагранжа для неравноотстоящих узлов интерполяции.

10. Формула приближенного вычисления интеграла методом прямоугольников имеет вид

а)  $\int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \frac{f(a) + f(b)}{2}$ ;

б)  $\int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i$ ;

в)  $\int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{6n} [(y_0 + y_{2n}) + 4(y_1 + \dots + y_{2n-1}) + 2(y_2 + \dots + y_2 + \dots + y_{2n-2})]$ ;

г)  $\int_{-1}^1 f(x) dx \approx c_1 f(x_1) + c_2 f(x_2) + \dots + c_n f(x_n)$ .

11. График решения обыкновенного дифференциального уравнения называется

а) интегральной кривой;

б) кривой второго порядка;

в) гиперболой.

12. По методу Эйлера - Коши приближение решения дифференциального уравнения определяется по формуле

а)  $y_{k+1} = y_k + \Delta y_k$ ;

б)  $y_n(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_{n-1}) dx$ ;

$$\text{в) } y_{i+1} = y_i + h \frac{y'_i + \tilde{y}'_{i+1}}{2}, \text{ где } \tilde{y}'_{i+1} = f(x_{i+1}, \tilde{y}_{i+1});$$

$$\text{г) } y_{i+1}^{(k)} = y_i + \frac{h}{2} \left[ f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, y_{i+1}^{(k-1)}) \right];$$

$$\text{д) } y_{i+1} = y_i + \Delta y_i, \text{ где } \Delta y_i = \frac{1}{6} (k_1^{(i)} + 2k_2^{(i)} + 2k_3^{(i)} + k_4^{(i)}).$$

#### Вариант 4

1. Корень квадратный из суммы квадратов модулей всех элементов матрицы есть

а) норма 2;    б) норма 3;    в) норма 1.

2. Норма 2 матрицы  $\begin{pmatrix} 11 & 10 & -5 & -12 \\ 1 & 0,5 & -9 & 4 \\ 6 & 0 & -5 & 2 \\ -4 & 8 & -7 & 4 \end{pmatrix}$  равна

а) 38;    б) 26;    в) 26,4244.

3. Процесс интеграции для системы  $X = \beta + \alpha X$  сходится к единственному решению независимо от выбора начального вектора, если сумма модулей элементов строк или сумма модулей столбцов

а) больше единицы;    б) меньше единицы;    в) равно единице.

4. Если для получения значения функции по данному значению аргумента нужно выполнить арифметические операции и возведение в степень с рациональным показателем, то функция называется

а) алгебраической;    б) трансцендентной;    в) рациональной.

5. Идея метода касательных состоит в том, что на достаточно малом промежутке  $[a, b]$  дуга кривой  $y = f(x)$  заменяется касательной к этой кривой. В качестве приближенного значения корня принимается точка пересечения касательной с осью  $Ox$ . Координаты этой точки определяются формулой

$$\text{а) } x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)(b - x_n)}{f(b) - f(x_n)};$$

$$\text{б) } x_n = \varphi(x_{n-1});$$

$$\text{в) } x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}.$$

6. Число действительных корней уравнения  $5x^3 - 20x + 3 = 0$  по правилу Штурма равно

а) один положительный корень, два отрицательных корня;



б) два положительных корня, один отрицательный корень;

в) три положительных корня.

7. Основными характеристиками табличных функций являются

а) название функций, объем, шаг, количество знаков табулируемой функции, количество входов;

б) начальное значение, объём, шаг, количество знаков табулируемой функции, количество входов;

в) название функций, объём, шаг, начальное и конечное значения, количество входов.

8. Центральные табличные разности используются в интерполяционной формуле

а) Ньютона; б) Гаусса; в) Эйткина; г) Лагранжа.

9. Интерполяционный многочлен Лагранжа имеет вид:

$$а) L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \frac{(x-x_0)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_0)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)};$$

$$б) P_n(x) = y_0 + \frac{\Delta y_0}{1!h}(x-x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2!h^2}(x-x_0)(x-x_1) + \dots + \frac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_0)\dots(x-x_{n-1});$$

$$в) P_n(x) = y_n + \frac{\Delta y_{n-1}}{1!h}(x-x_n) + \frac{\Delta^2 y_{n-2}}{2!h^2}(x-x_n)(x-x_{n-1}) + \dots + \frac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_n)\dots(x-x_1)$$

10. Формула приближенного вычисления интеграла методом прямоугольников имеет вид

$$а) \int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \frac{f(a)+f(b)}{2};$$

$$б) \int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i;$$

$$в) \int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{6n} [(y_0 + y_{2n}) + 4(y_1 + \dots + y_{2n-1}) + 2(y_2 + \dots + y_2 + \dots + y_{2n-2})];$$

$$г) \int_{-1}^1 f(x) dx \approx c_1 f(x_1) + c_2 f(x_2) + \dots + c_n f(x_n).$$

11. Всякое решение, которое может быть получено из общего при определенных числовых значениях произвольных постоянных, входящих в общее решение, называется

а) допустимым решением дифференциального уравнения;

- б) общим решением дифференциального уравнения;  
 в) частным решением дифференциального уравнения.

12. По методу Эйлера - Коши приближение решения дифференциального уравнения определяется по формуле

а)  $y_{k+1} = y_k + \Delta y_k$ ;

б)  $y_n(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_{n-1}) dx$ ;

в)  $y_{i+1} = y_i + h \frac{y'_i + \tilde{y}'_{i+1}}{2}$ , где  $\tilde{y}'_{i+1} = f(x_{i+1}, \tilde{y}_{i+1})$ ;

г)  $y_{i+1}^{(k)} = y_i + \frac{h}{2} [f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, y_{i+1}^{(k-1)})]$ ;

д)  $y_{i+1} = y_i + \Delta y_i$ , где  $\Delta y_i = \frac{1}{6} (k_1^{(i)} + 2k_2^{(i)} + 2k_3^{(i)} + k_4^{(i)})$ .

#### ВАРИАНТ 5

1. Норма 1 матрицы  $\begin{pmatrix} 12 & 10 & -5 & -12 \\ 1 & 1 & -9 & 4 \\ 6 & -3 & 3 & 2 \\ 11 & 8 & -7 & 4 \end{pmatrix}$  равна

- а) 30; б) 39; в) 28,6356.

2. Норма 1 матрицы  $\begin{pmatrix} 11 & 10 & -5 & -12 \\ 1 & 0,5 & -9 & 4 \\ 6 & 0 & -5 & 2 \\ -4 & 8 & -7 & 4 \end{pmatrix}$  равна

- а) 38; б) 26; в) 26,4244.

3. Для оценки погрешности метода итерации применяется формула

а)  $\frac{\|\alpha\|^{k+1}}{1 - \|\alpha\|} \|\beta\|$ ; б)  $\frac{\|\alpha\|^{k+1}}{1 + \|\alpha\|} \|\beta\|$ ; в)  $\frac{\|\alpha\|_1^{(k)}}{1 + \|\alpha\|_1} \|X^{(1)} - X^{(0)}\|_1$ .

4. Если для получения значения функции по данному значению аргумента нужно выполнить арифметические операции и возведение в степень с целым показателем, то функция называется

- а) алгебраической; б) трансцендентной; в) рациональной.

5. Идея метода итерации состоит в том, что уравнение  $\varphi(x) = 0$  заменяется равносильным ему уравнением  $x = f(x)$ . В качестве приближенного значения корня принимается значение, которое определяется формулой

$$\text{а) } x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)(b-x_n)}{f(b)-f(x_n)}; \quad \text{б) } x_n = f(x_{n-1}); \quad \text{в) } x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}.$$

6. Отделение корней уравнения  $5x^3 - 20x + 3 = 0$  по правилу Штурма в интервалах до длины, равной 1, показало, что корни расположены в интервалах

$$\text{а) } (0;1);(1,2);(1,3);$$

$$\text{б) } (-3;-2);(1,2);(1,3);$$

$$\text{в) } (-3;-2);(0,1);(1,2).$$

7. Процесс вычисления значений функции в точках  $x$ , отличных от узлов интерполяции, называют

а) интерполированием;

б) дифференцированием;

в) интегрированием.

8. Разделенные табличные разности используются в интерполяционной формуле

а) Ньютона; б) Гаусса; в) Эйткина; г) Лагранжа.

9. Второй интерполяционный многочлен Ньютона имеет вид:

$$\text{а) } L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \frac{(x-x_0)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_0)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)};$$

$$\text{б) } P_n(x) = y_0 + \frac{\Delta y_0}{1!h}(x-x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2!h^2}(x-x_0)(x-x_1) + \dots + \frac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_0)\dots(x-x_{n-1});$$

$$\text{в) } P_n(x) = y_n + \frac{\Delta y_{n-1}}{1!h}(x-x_n) + \frac{\Delta^2 y_{n-2}}{2!h^2}(x-x_n)(x-x_{n-1}) + \dots + \frac{\Delta^n y_0}{n!h^n}(x-x_n)\dots(x-x_1)$$

10. Квадратурная формула Симпсона имеет вид

$$\text{а) } \int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \frac{f(a)+f(b)}{2};$$

$$\text{б) } \int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{n} \sum_{i=0}^{n-1} y_i;$$

$$\text{в) } \int_a^b f(x) dx \approx \frac{(b-a)}{6n} [(y_0 + y_{2n}) + 4(y_1 + \dots + y_{2n-1}) + 2(y_2 + \dots + y_2 + \dots + y_{2n-2})];$$

$$\text{г) } \int_a^b f(x) dx \approx c_1 f(x_1) + c_2 f(x_2) + \dots + c_n f(x_n).$$

11. Задача отыскания решения дифференциального уравнения, удовлетворяющего начальным условиям, называется задачей

а) Коши; б) Липшица; в) Пикара.

12. По методу Рунге - Кутта приближенное решение дифференциального уравнения определяется по формуле

а)  $y_{k+1} = y_k + \Delta y_k$ ;

б)  $y_n(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_{n-1}) dx$ ;

в)  $y_{i+1} = y_i + h \frac{y'_i + \tilde{y}'_{i+1}}{2}$ , где  $\tilde{y}'_{i+1} = f(x_{i+1}, \tilde{y}_{i+1})$ ;

г)  $y_{i+1}^{(k)} = y_i + \frac{h}{2} [f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, y_{i+1}^{(k-1)})]$ ;

д)  $y_{i+1} = y_i + \Delta y_i$ , где  $\Delta y_i = \frac{1}{6} (k_1^{(i)} + 2k_2^{(i)} + 2k_3^{(i)} + k_4^{(i)})$ .

#### Ключи правильных ответов к тестовым заданиям

№	Вариант	Вариант	Вариант	Вариант	Вариант
1	б	в	а	б	б
2	а	в	в	б	а
3	а	в	а	б	а
4	б	а	в	а	в
5	б	а	а	в	б
6	а	а	а	б	в
7	а	в	б	а	а
8	а	б	а	б	а
9	в	б	в	а	в
10	б	б	б	а	в
11	г	в	а	в	а
12	б	а	в	г	д

#### Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний

Ключи к тестовым заданиям.

**Шкала оценивания** (за правильный ответ дается 1 балл)

«неудовлетворительно» – 50% и менее

«удовлетворительно» – 51-80%

«хорошо» – 81-90%

«отлично» – 91-100%

#### Критерии оценки тестового материала по дисциплине

**«Численные методы»:**

✓ 5 баллов - выставляется студенту, если выполнены все задания варианта, продемонстрировано знание фактического материала (базовых понятий, алгоритма, факта).

✓ 4 балла - работа выполнена вполне квалифицированно в необходимом объёме; имеются незначительные методические недочёты и дидактические ошибки. Продемонстрировано умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; понятен творческий уровень и аргументация собственной точки зрения

✓ 3 балла – продемонстрировано умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей в рамках определенного раздела дисциплины;

✓ 2 балла - работа выполнена на неудовлетворительном уровне; не в полном объеме, требует доработки и исправлений и исправлений более чем половины объема.

#### 7.2.4. Задачи

**Задача 1.** Найти решение уравнения  $x^3 + x - 1 = 0$  с точностью  $\varepsilon = 0,01$  методом деления отрезка пополам.

**Решение.** Уравнение представим в виде  $x^3 = -x + 1$ . Корнем данного уравнения является  $x$ -координата точки пересечения графиков функций  $y=x^3$  и  $y = -x + 1$ . Искомый корень находится между точками  $a = 0$  и  $b = 1$ . Функция  $F(x) = x^3 + x - 1$  на концах отрезка  $[0; 1]$  принимает значения разных знаков и  $F(a)F(b) < 0$ .

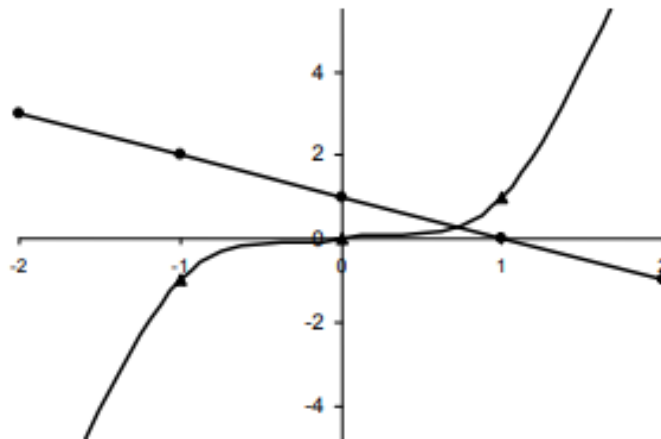


Рис. 1. Графический метод изоляции корня уравнения

Начальное приближение:

$$a = 0, b = 1, x_0 = (a + b) / 2 = 0,5.$$

$$F(a) = -1; F(x_0) = 0,5^3 + 0,5 - 1 = -0,375; F(b) = 1.$$

$$1\text{-е приближение: } a = 0,5, b = 1, x_1 = (a + b) / 2 = 0,75.$$

$$\text{Погрешность } |b - a| = 1 - 0,5 = 0,5 > 0,01.$$

$$F(a) = -0,375; F(x_1) = 0,75^3 + 0,75 - 1 = -0,172; F(b) = 1.$$

Корень находится в интервале  $[0,5; 0,75]$ .

$$2\text{-е приближение: } a = 0,5, b = 0,75, x_2 = (a + b) / 2 = 0,625.$$

$$\text{Погрешность } |b - a| = 0,75 - 0,5 = 0,25 > 0,01.$$

$$F(a) = -0,375; F(x_2) = 0,625^3 + 0,625 - 1 = -0,132; F(b) = 0,172.$$

Корень находится в интервале  $[0,625; 0,75]$ .

...

$$7\text{-е приближение: } a = 0,680, b = 0,688, x_7 = (a + b) / 2 = 0,684.$$

$$\text{Погрешность } |b - a| = 0,688 - 0,680 = 0,008 < 0,01.$$

Приближенным решением данного уравнения является  $x = 0,68$ .

**Задача 2.** Решить уравнение  $x^3 + x - 1 = 0$  на отрезке  $[0; 1]$  методом Ньютона с точностью  $\varepsilon = 0,01$ .

**Решение.** Определим производные заданной функции  $F(x) = x^3 + x - 1$ :  $F'(x) = 3x^2 + 1$ ;  $F''(x) = 6x$ . Проверим выполнение условия сходимости на концах заданного интервала:  $F(0)F''(0) = 0$  – не выполняется,  $F(1)F''(1) = 1 \cdot 6 > 0$  – выполняется. За начальное приближение корня можно принять  $x_0 = 1$ .

Находим первое приближение:

$$x_1 = x_0 - \frac{F(x_0)}{F'(x_0)} = x_0 - \frac{x_0^3 + x_0 - 1}{3x_0^2 + 1} = 1 - \frac{1^3 + 1 - 1}{3 \cdot 1^2 + 1} = 0,75.$$

Аналогично находится второе приближение:

$$x_2 = x_1 - \frac{F(x_1)}{F'(x_1)} = x_1 - \frac{x_1^3 + x_1 - 1}{3x_1^2 + 1} = 0,75 - \frac{0,75^3 + 0,75 - 1}{3 \cdot 0,75^2 + 1} = 0,686.$$

Третье приближение:

$$x_3 = x_2 - \frac{F(x_2)}{F'(x_2)} = x_2 - \frac{x_2^3 + x_2 - 1}{3x_2^2 + 1} = 0,686 - \frac{0,686^3 + 0,686 - 1}{3 \cdot 0,686^2 + 1} = 0,682.$$

Так как  $|x_3 - x_2| = |0,682 - 0,686| = 0,004 < 0,01$ , итерационный процесс заканчивается. Таким образом, приближенным решением данного уравнения является  $x = 0,68$ .

**Задача 3.** Решить уравнение  $x^3 + x - 1 = 0$  на отрезке  $[0; 1]$  методом простой итерации с точностью  $\varepsilon = 0,01$ .

**Решение.** Из условия сходимости  $|1 - (3x_0^2 + 1)/M| < 1$ , при  $x_0 = 1$  определяем  $M > 4$ . Пусть  $M = 5$ .

Подставляя каждый раз новое значение корня в уравнение

$$x_{k+1} = x_k - (x_k^3 + x_k - 1)/5,$$

получаем последовательность значений:

$$x_1 = x_0 - (x_0^3 + x_0 - 1)/5 = 1 - (1^3 + 1 - 1)/5 = 0,8$$

$$x_2 = x_1 - (x_1^3 + x_1 - 1)/5 = 0,8 - (0,8^3 + 0,8 - 1)/5 = 0,738$$

$$x_3 = x_2 - (x_2^3 + x_2 - 1)/5 = 0,738 - (0,738^3 + 0,738 - 1)/5 = 0,710$$

$$x_4 = x_3 - (x_3^3 + x_3 - 1)/5 = 0,71 - (0,71^3 + 0,71 - 1)/5 = 0,696$$

$$x_5 = x_4 - (x_4^3 + x_4 - 1)/5 = 0,696 - (0,696^3 + 0,696 - 1)/5 = 0,690$$

$$|x_5 - x_4| = |0,69 - 0,696| = 0,006 < 0,01, :$$

Но  $F(x_5) = 0,69^3 + 0,69 - 1 = 0,034 > 0,01$ ,

поэтому продолжаем вычисления.

$$x_6 = x_5 - (x_5^3 + x_5 - 1)/5 = 0,69 - (0,69^3 + 0,69 - 1)/5 = 0,686$$

$$x_7 = x_6 - (x_6^3 + x_6 - 1)/5 = 0,686 - (0,686^3 + 0,686 - 1)/5 = 0,684$$

Теперь  $F(x_7) = 0,684^3 + 0,684 - 1 = 0,009 < 0,01$  и приближенным решением данного уравнения с точностью  $\varepsilon = 0,01$  является  $x = 0,68$ .

### 7.2.5. Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров

Согласно Положения о бально-рейтинговой системе оценки знаний бакалавров баллы выставляются в соответствующих графах журнала (см. «Журнал учета бально-рейтинговых показателей студенческой группы») в следующем порядке:

«Посещение» - 2 балла за присутствие на занятии без замечаний со стороны преподавателя; 1 балл за опоздание или иное незначительное нарушение дисциплины; 0 баллов за пропуск одного занятия (вне зависимости от уважительности пропуска) или опоздание более чем на 15 минут или иное нарушение дисциплины.

«Активность» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем за демонстрацию студентом знаний во время занятия письменно или устно, за подготовку домашнего задания, участие в дискуссии на заданную тему и т.д., то есть за работу на занятии. При этом преподаватель должен опросить не менее 25% из числа студентов, присутствующих на практическом занятии.

«Контрольная работа» или «тестирование» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем по результатам контрольной работы или тестирования группы, проведенных во внеаудиторное время. Предполагается, что преподаватель по согласованию с деканатом проводит подобные мероприятия по выявлению остаточных знаний студентов не реже одного раза на каждые 36 часов аудиторного времени.

«Отработка» - от 0 до 2 баллов выставляется за отработку каждого пропущенного лекционного занятия и от 0 до 4 баллов может быть поставлено преподавателем за отработку студентом пропуска одного практического занятия или практикума. За один раз можно отработать не более шести пропусков (т.е., студенту выставляется не более 18 баллов, если все пропущенные шесть занятий являлись практическими) вне зависимости от уважительности пропусков занятий.

«Пропуски в часах всего» - количество пропущенных занятий за отчетный период умножается на два (1 занятие=2 часам) (заполняется делопроизводителем деканата).

«Пропуски по неуважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Попуски по уважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Корректировка баллов за пропуски» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Итого баллов за отчетный период» - сумма всех выставленных баллов за данный период (графа заполняется делопроизводителем деканата).

#### Таблица перевода бально-рейтинговых показателей в отметки традиционной системы оценивания

Соотношение часов лекционных и практических занятий	0/2	1/3	1/2	2/3	1/1	3/2	2/1	3/1	2/0	Соответствие отметки коэффициенту
Коэффициент соответствия бальных показателей традиционной отметке	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	«зачтено»
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	«удовлетворительно»
	2	1,75	1,65	1,6	1,5	1,4	1,35	1,25	-	«хорошо»
	3	2,5	2,3	2,2	2	1,8	1,7	1,5	-	«отлично»

Необходимое количество баллов для выставления отметок («зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично») определяется произведением реально

проведенных аудиторных часов (n) за отчетный период на коэффициент соответствия в зависимости от соотношения часов лекционных и практических занятий согласно приведенной таблице.

«Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы» заполняется преподавателем на каждом занятии.

В случае болезни или другой уважительной причины отсутствия студента на занятиях, ему предоставляется право отработать занятия по индивидуальному графику.

Студенту, набравшему количество баллов менее определенного порогового уровня, выставляется оценка "неудовлетворительно" или "не зачтено". Порядок ликвидации задолженностей и прохождения дальнейшего обучения регулируется на основе действующего законодательства РФ и локальных актов КЧГУ.

Текущий контроль по лекционному материалу проводит лектор, по практическим занятиям – преподаватель, проводивший эти занятия. Контроль может проводиться и совместно.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **8.1. Основная литература:**

1. Гулин, А. В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях: учебное пособие / А.В. Гулин, О.С. Мажорова, В.А. Морозова. - Москва: АРГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2019. - 368 с. - ISBN 978-5-16-012876-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032671>. - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
2. Денежкина, И. Е. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Численные методы" / И. Е. Денежкина. - Москва: Финансовая академия, 2004. - 22 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/497494> - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
3. Пантелеев, А. В. Численные методы. Практикум: учебное пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 512 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012333-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028969>. - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.

### **8.2. Дополнительная литература:**

1. Душкин, А. В. Вычислительная техника: учебное пособие / А.В. Душкин, О. В. Ланкин, Р.В. Чекрызов. - Воронеж: Воронежский институт ФСИИ России, 2015. - 325 с. - ISBN 978-5-4446-0731-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/924589>. - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
2. Зализняк, В. Е. Теория и практика по вычислительной математике: учебное пособие / В. Е. Зализняк, Г. И. Щепановская. - Красноярск: СФУ, 2012. - 174 с. - ISBN 978-5-7638-2498-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441232>. - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.



3. Пантина, И. В. Вычислительная математика: учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: МФПУ Синергия, 2012.- 176 с. - ISBN 978-5-4257-0064-3. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/451160> . – Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.

4. Рябенский, В. С. Введение в вычислительную математику / В. С. Рябенский. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 288 с. - ISBN 978-5-9221-0926-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544692> . - Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.

5. Шевченко, А. С. Лабораторный практикум по численным методам: практикум / А.С. Шевченко. - Москва :ИНФРА-М, 2018. - 199 с. (Высшее образование).- ISBN 978-5-16-106606-5.- URL: <https://znanium.com/catalog/product/966104> . – Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.

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

вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, обобщений; выделение ключевых слов, терминов. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросы, терминов, материала, вызывающего трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям ( <i>перечисление понятий</i> ) и др.
Практические занятия	Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом ( <i>указать текст из источника и др.</i> ). Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Контрольная работа/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат	<i>Реферат</i> : Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Практикум /	Методические указания по выполнению лабораторных работ ( <i>можно</i>

лабораторная работа	указать название брошюры и где находится) и др.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)

### 10.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

<http://kchgu.ru> - адрес официального сайта университета.

<https://do.kchgu.ru> - электронная информационно-образовательная среда КЧГУ.

Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2023 / 2024 учебный год	Договор №915 эбс ООО «Знаниум» от 12.05.2023г.	Действует до 15.05.2024г.
	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	Электронная библиотека КЧГУ (Э.Б.). Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1). Электронный адрес: <a href="https://kchgu.ru/biblioteka">https://kchgu.ru/biblioteka</a> - <a href="https://kchgu.ru/biblioteka">kchgu/</a>	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	Электронно-библиотечные системы:  Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» - <a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a> . Лицензионное соглашение №15646 от 01.08.2014г. Бесплатно.  Национальная электронная библиотека (НЭБ) – <a href="https://rusneb.ru">https://rusneb.ru</a> . Договор №101/НЭБ/1391 от 22.03.2016г. Бесплатно.  Электронный ресурс «Polred.com Обзор СМИ» – <a href="https://polpred.com">https://polpred.com</a> . Соглашение. Бесплатно.	Бессрочно

### 10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес помещений для проведения всех видов учебной
---	---

и используемого программного обеспечения	деятельности, предусмотренной учебным планом
<p>Лаборатория информационных систем и технологии для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, занятий семинарского типа, практического типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p><i>Специализированная мебель:</i>  <i>столы ученические, стулья, доска маркерная.</i>  <i>Учебно-наглядные пособия (в электронном виде).</i>  <i>Технические средства обучения:</i></p> <p>Персональные компьютеры в количестве 20 шт. с подключением к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.</p> <p><i>Лицензионное программное обеспечение:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная</li> <li>– Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная</li> <li>– ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная</li> <li>– Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная</li> <li>– Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная</li> <li>– Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.);</li> <li>– пакет приложений для объектно-ориентированного программирования Embarcadero (Item Number: 2013123054325206. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– пакет визуального редактирования растровых изображений GIMP (Лицензия № GNU GPLv3. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– образовательная подписка Google G Suite for Education (видеоконференции, дневник, календарь, диск и прочее). (Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– пакет математического моделирования Mathcad (Contract Number (SCN) 4A1913127. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– система поиска заимствований в текстах «Антиплагиат ВУЗ» (Контракт № 0379400000323000002/1 от 27.02.2021 г. (срок действия от 01.03.2023 до 01.03.2024));</li> <li>– Информационно-правовая система «Инофрмио» (Договор № НК 2846 от 18.01.2023 г.);</li> <li>– пакет визуального 3D-моделирования Blender (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– векторный графический редактор Inkscape (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– программный комплекс для верстки Scribus (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– Autodesk AutoCAD (Лицензия № 5X6-30X999XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия);</li> </ul>	<p>369200, Карачаево-Черкесская Республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29.  Учебно-лабораторный корпус, ауд. 509</p>

<p>– Autodesk 3DS Max (Лицензия № 5X5-93X928XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия); Autodesk Revit (Лицензия № 5X6-03X109XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия).</p>	
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. <i>Специализированная мебель:</i> столы ученические, стулья, доска меловая. <i>Учебно-наглядные пособия (в электронном виде).</i> <i>Технические средства обучения:</i> Телевизор, экран в комплекте с проектором с подключением к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. <i>Лицензионное программное обеспечение:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная</li> <li>– Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная</li> <li>– ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная</li> <li>– Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная</li> <li>– Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная</li> <li>– Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.).</li> </ul>	<p>369200, Карачаево-Черкесская Республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебно-лабораторный корпус, ауд. 205</p>
<p>Аудитория для самостоятельной работы обучающихся. <i>Специализированная мебель:</i> столы ученические, стулья, доска меловая. <i>Учебно-наглядные пособия (в электронном виде).</i> <i>Технические средства обучения:</i> ноутбуки в количестве 3 шт. с подключением к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. <i>Лицензионное программное обеспечение:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная</li> <li>– Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная</li> <li>– ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная</li> <li>– Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная</li> <li>– Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная</li> <li>– Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.).</li> </ul>	<p>369200, Карачаево-Черкесская Республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29.  Учебно-лабораторный корпус, ауд. 507</p>
<p>Читальный зал, 80 мест, 10 компьютеров. <i>Специализированная мебель:</i> столы ученические, стулья. <i>Технические средства обучения:</i> Дисплей Брайля ALVA с программой экранного увеличителя MAGic Pro; стационарный видеозумитель Clear View с монитором; 2 компьютерных роллера USB&amp;PS/2; клавиатура с накладкой (ДЦП);</p>	<p>369200, Карачаево-Черкесская Республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29.</p>

<p>акустическая система свободного звукового поля Front Row to Go/\$; персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.</p> <p><i>Лицензионное программное обеспечение:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная</li> <li>– Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная</li> <li>– ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная</li> <li>– Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная</li> <li>– Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная</li> <li>– Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025 г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.).</li> </ul>	<p>Учебно-лабораторный корпус, каб. 102 а.</p>
---	--

### ***10.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы***

#### **Современные профессиональные базы данных**

1. Федеральный портал «Российское образование»- <https://edu.ru/documents/>
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru/>
3. Базы данных Scopus издательства Elsevir  
<http://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.

#### **Информационные справочные системы**

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window/edu.ru>.
5. Информационная система «Информо».

### **11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для лиц с ОВЗ и/или с инвалидностью РПД разрабатывается на основании «Положения об организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У. Д. Алиева».