Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ
Директор Таганрогского института
имени А. П. Чехова (филиала)
РГЭУ (РИНХ)
_____________ С. А. Петрушенко
«20» мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
Численные методы

Направление подготовки
09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) программы бакалавриата
09.03.03.02 Разработка программного обеспечения

Для набора 2025 года

Квалификация
Бакалавр

КАФЕДРА **информатики**

Распределение часов дисциплины по семестрам / курсам

Курс	3		4		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП		
Лекции	2	2	4	4	6	6
Лабораторные	6	6	10	10	16	16
Итого ауд.	8	8	14	14	22	22
Контактная работа	8	8	14	14	22	22
Сам. работа	100	100	153	153	253	253
Часы на контроль			13	13	13	13
Итого	108	108	180	180	288	288

ОСНОВАНИЕ

Учебный план утвержден учёным советом вуза от 28.02.2025 протокол № 9.

Программу составил(и): д-р техн. наук, Проф., Ромм Яков Евсеевич

Зав. кафедрой: Тюшнякова И.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Формирование знаний методов вычислений, применяемых в основных дисциплинах и разделах высшей математики;
1.2	формирование знаний и навыков применения методов вычислительной математики в области высшей алгебры, математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных, интегро-дифференциальных уравнений, математического и численного моделирования, теории вероятностей;
1.3	освоение методов и положений вычислительной математики, актуальных для понимания архитектуры компьютера, компьютеризации научных исследований и сферы образования, применения информационных технологий;
1.4	освоение методов и положений вычислительной математики для самостоятельного применения в области построения прикладных программ, выполнения численного моделирования естественнонаучных процессов, для правильного понимания вычислительных основ архитектуры современных компьютеров, возможностей и тенденций их развития.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
ОПК-3:	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-3.1:	Знает принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-3.2:	Умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-3.3:	Владеет навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций, и библиографии по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности
ПКР-1:	Способен применять системный подход, математические методы и основные методы искусственного интеллекта в формализации решения прикладных задач
ПКР-1.1:	Применяет математические методы для решения практических задач
ПКР-1.2:	Применяет типовые подходы к разработке программного обеспечения
ПКР-1.3:	Использует методы системного анализа и методы искусственного интеллекта
ПКР-2:	Способен готовить обзоры научной литературы и электронных информационно-образовательных ресурсов для профессиональной деятельности
ПКР-2.1:	Осуществляет анализ периодической литературы и Интернет-ресурсов
ПКР-2.2:	Интегрирует собранные материалы в единый содержательный блок
ПКР-2.3:	Готовит библиографический список в соответствии с государственными стандартами

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
Знать:
принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий; численные методы высшей алгебры, включая прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, решение уравнений высших степеней, решение полной проблемы собственных значений (соотнесено с индикатором ОПК-3.1) математические методы для решения практических задач; численные методы математического анализа, включая интерполирование функций, численное интегрирование и дифференцирование, методы поиска экстремумов и численной оптимизации, решение функциональных уравнений; методы приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных (соотнесено с индикатором ПКР-1.1) основы анализа периодической литературы и интернет-ресурсов (соотнесено с индикатором ПКР-2.1)

Уметь:
решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий; применять и программировать численные методы решения задач высшей алгебры с помощью прямых и итерационных методов, программно находить приближенные решения уравнений высших степеней и полной проблемы собственных значений (соотнесено с индикатором ОПК-3.2) применять и программировать численные методы математического анализа, включающие аппроксимацию функций, приближенные квадратурные формулы и дифференцирование, вычисление экстремумов и численную оптимизацию, решение функциональных уравнений; применять и программировать методы приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных (соотнесено с индикатором ПКР-1.2) интегрировать собранные материалы в единый содержательный блок (соотнесено с индикатором ПКР-2.2)
Владеть:
навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций, и библиографии по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности (соотнесено с индикатором ОПК-3.3) использования методов системного анализа и методы искусственного интеллекта; методов оценки погрешности, трудоемкости и временной сложности вычислительных алгоритмов (соотнесено с индикатором ПКР-1.3) формирования библиографических списков в соответствии с государственными стандартами (соотнесено с индикатором ПКР-2.3)

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Численные методы математического анализа

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
1.1	Вводные понятия. Классификация погрешностей приближенных вычислений. Интерполяция. План: 1. Погрешность приближенных вычислений. Классификация погрешностей. 2. Постановка задачи интерполирования. Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Остаточные члены интерполяции. Численные методы математического анализа, алгоритмизация и составление прикладных программ. План: 1. Приближенное вычисление интегралов и производных. Формулы прямоугольников, трапеций и парабол (формула Симпсона). 2. Метод хорд и касательных решения функциональных уравнений. 3. Алгоритмизация и программная реализация численных методов математического анализа.	Лекционные занятия	3	2	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
1.2	Погрешность приближенных вычислений. Классификация погрешностей. Различие между математическими приближениями и их компьютерной реализацией.	Лабораторные занятия	3	2	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
1.3	Интерполяционный полином Лагранжа. Остаточный член интерполяции. Интерполяционные полиномы Ньютона с оценкой остаточных членов. Примеры программной реализации.	Лабораторные занятия	3	2	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
1.4	Приближенное вычисление интегралов по формулам прямоугольников, трапеций и парабол. Сравнение погрешностей. Подход Ньютона-Котеса. Программные реализации.	Лабораторные занятия	3	1	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3

					ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
1.5	Приближенное дифференцирование. Методы хорд и касательных приближенного решения трансцендентных и алгебраических уравнений. Программная реализация метода Ньютона.	Лабораторные занятия	3	1	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
1.6	Подготовка доклада по теме	Самостоятельная работа	3	40	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
Раздел 2. Методы приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)					
№	**Наименование темы, краткое содержание**	**Вид занятия / работы / форма ПА**	**Семестр / Курс**	**Количество часов**	**Компетенции**
2.1	Аналитические и разностные методы приближенного решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Пикара, Эйлера, Эйлера-Коши, Рунге-Кутты. План: 1. Метод Пикара последовательных приближений решения ОДУ. 2. Метод Эйлера разностного решения ОДУ и оценки погрешности. 3. Метод Эйлера-Коши разностного решения ОДУ. Методы Рунге-Кутты четвертого и высших порядков.	Самостоятельная работа	3	30	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
2.2	Разностно-аналитические методы. Сравнительные примеры программной реализации известных разностных методов.	Самостоятельная работа	3	30	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)					
№	**Наименование темы, краткое содержание**	**Вид занятия / работы / форма ПА**	**Семестр / Курс**	**Количество часов**	**Компетенции**
3.1	Прямые и итерационные методы. Метод Гаусса решения СЛАУ. Нормы матрицы и вектора. Матричные последовательности и ряды. Метод простой итерации. Итерационный метод Зейделя. План: 1. Метод Гаусса решения СЛАУ. Нормы матрицы и вектора. Матричные последовательности и ряды. 2. Метод простой итерации Якоби и обращение матрицы. 3. Метод Зейделя. Связь с методом простой итерации. 4. Случай треугольной матрицы.	Лекционные занятия	4	2	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1

					ОПК-3.2 ОПК-3.3
3.2	Метод Гаусса решения СЛАУ. Программная реализация. Нормы матрицы и вектора. Матричные последовательности и ряды. Подготовка СЛАУ к применению итерационных методов.	Лабораторные занятия	4	2	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
3.3	Метод простой итерации. Параллельные видоизменения с применением к обращению матрицы. Переход итерационного метода в прямой метод в случае треугольной матрицы.	Лабораторные занятия	4	2	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
3.4	Метод Зейделя. Связь с методом простой итерации. Параллельные видоизменения. Случай треугольной матрицы. Программирование итерационных методов и их видоизменений.	Самостоятельная работа	4	53	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
3.5	Подготовка к промежуточной аттестации	Зачет	4	4	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3

Раздел 4. Вычислительные методы линейной алгебры. Полная проблема собственных значений

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
4.1	Собственные значения матрицы. Вековое уравнение. Характеристический многочлен. Метод Леверье. Тождество Гамильтона-Кели. План: 1. Постановка полной проблемы собственных значений. 2. Метод Леверье развертывания коэффициентов характеристического многочлена. 3. Тождество Гамильтона-Кели. Обращение матрицы. 4. Параллельная схема метода Леверье и решения СЛАУ.	Лекционные занятия	4	2	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
4.2	Собственные значения матрицы. Характеристическое уравнение и характеристический многочлен. Связь коэффициентов с минорами и определителем матрицы.	Лабораторные занятия	4	2	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2

					ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
4.3	Уравнения Ньютона для симметрических функций. Универсальный метод Леверье развертывания коэффициентов характеристического многочлена. Программирование метода Леверье.	Лабораторные занятия	4	2	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
4.4	Тождество Гамильтона-Кели. Универсальное обращение матрицы.	Лабораторные занятия	4	2	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
4.5	Параллельная схема Ксанки. Программная идентификация собственных чисел матрицы на основе устойчивой сортировки.	Самостоятельная работа	4	60	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
Раздел 5. Обзор численных методов дополнительных математических направлений					
№	**Наименование темы, краткое содержание**	**Вид занятия / работы / форма ПА**	**Семестр / Курс**	**Количество часов**	**Компетенции**
5.1	Обзор численных методов дополнительных разделов математики. План: 1. Численные методы решения уравнений в частных производных. 2. Численные методы интегро-дифференциальных уравнений. 3. Численное решение задач теории вероятностей.	Самостоятельная работа	4	40	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3
5.2	Подготовка к промежуточной аттестации	Экзамен	4	9	ОПК-3 ПКР-1 ПКР-2 ПКР-2.1 ПКР-2.2 ПКР-2.3 ПКР-1.1 ПКР-1.2 ПКР-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.3

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Учебные, научные и методические издания

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Библиотека / Количество
1	Фихтенгольц Г. М., Флоринский А. А.	Курс дифференциального и интегрального исчисления: учебное пособие	Москва: Физматлит, 2002	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83196
2	Гантмахер Ф. Р.	Теория матриц: учебное пособие	Москва: Физматлит, 2010	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83224
3	Березин И. С., Жидков Н. П.	Методы вычислений	Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456944
4	Громов, Ю. Ю., Иванова, О. Г., Ивановский, М. А., Мартемьянов, Ю. Ф., Серегин, М. Ю.	Численные методы в информационных системах: учебное пособие	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012	http://www.iprbookshop.ru/64618.html

5.1. Учебные, научные и методические издания

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Библиотека / Количество
1	Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З., Демидович Б. П.	Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения	Москва: Главная редакция физико-математической литературы, 1967	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456948
2	Калиткин Н. Н., Самарский А. А.	Численные методы	Москва: Наука, 1978	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456957

5.1. Учебные, научные и методические издания

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Библиотека / Количество
1	Ромм, Яков Евсеевич, Тюшнякова, И. А.	Применение сортировки для поиска нулей и особенностей функций с приложением к идентификации плоских изображений: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по спец." Математика и информатика"	Таганрог: Изд-во Таганрог. гос. пед. ин-та, 2009	14 экз.
2	Ромм Я. Е., Буланов С. Г.	Численные методы. Тесты: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по спец. "Математика и информатика"	Таганрог: Изд-во Таганрог. гос. пед. ин-та, 2009	3 экз.
3	Ромм, Яков Евсеевич, Аксайская, Л. Н.	Минимизация временной сложности вычисления функций на основе кусочно-полиномиальной интерполяции по Ньютону: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений по курсу "Численные методы"	Таганрог: Изд-во Таганрог. гос. пед. ин-та, 2011	6 экз.
4	Ромм, Яков Евсеевич, Джанунц, Г. А.	Кусочно-полиноминальные приближения функций и решений дифференциальных уравнений в применении к моделям периодических реакций	Таганрог: Изд-во Таганрог. гос. пед. ин-та им. А. П. Чехова, 2013	5 экз.

5.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Научная электронная библиотека https://www.elibrary.ru
Университетская библиотека онлайн https://biblioclub.ru
Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» https://cyberleninka.ru/

5.3. Перечень программного обеспечения

OpenOffice
Maxima

5.4. Учебно-методические материалы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения:
- столы, стулья;
- персональный компьютер / ноутбук (переносной);
- проектор;
- экран / интерактивная доска.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, рабочие места в которых оборудованы необходимыми лицензионными и/или свободно распространяемыми программными средствами и выходом в Интернет, и/или в специализированных лабораториях, предусмотренных образовательной программой.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

Приложение 1

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

1.1 Показатели и критерии оценивания компетенций:

ЗУН, составляющие компетенцию	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания
ОПК-3: Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности			
Знать: принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий; численные методы высшей алгебры, включая прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, решение уравнений высших степеней, решение полной проблемы собственных значений	Осуществление поиска и сбора необходимой литературы, изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы, подготовка доклада, выполнение лабораторных заданий. Выполняет тестовые задания.	Полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос; правильные применение полученных знаний на практике; грамотное и логически стройное изложение материала при ответе на вопрос; правильное определение основных понятий; исчерпывающие ответы на уточняющие и дополнительные вопросы Количество (процент) правильно выполненных тестовых заданий	осенний семестр ВЗ - вопросы к зачету (1-29), ЛЗ - лабораторные задания (1-6), Д – доклад (1-12) ТЗ - тестовые задания (задания 1-20) весенний семестр ЭБ – экзаменационные билеты (1-30), ЛЗ - лабораторные задания (1-9), Д – доклад (1-20) ТЗ - тестовые задания (задания 1-20)
Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий; применять и программировать численные методы решения задач высшей алгебры с помощью прямых и итерационных методов, программно находить приближенные решения уравнений высших степеней и полной проблемы собственных значений	Выполняет задания по лабораторным работам. Выполняет тестовые задания	Полнота и правильность выполнения лабораторного задания. Количество (процент) правильно выполненных тестовых заданий	осенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-6), ТЗ - тестовые задания (задания 1-20) осенний семестр весенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-9), ТЗ - тестовые задания (задания 1-20)

Владеть: навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций, и библиографии по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности	Выполняет задания по лабораторным работам. Выполняет тестовые задания	Полнота и правильность выполнения лабораторного задания. Количество (процент) правильно выполненных тестовых заданий	осенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-6), ТЗ - тестовые задания (задания 1-20) осенний семестр весенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-9), ТЗ - тестовые задания (задания 1-20)
ПКР-1: Способен применять системный подход, математические методы и основные методы искусственного интеллекта в формализации решения прикладных задач			
Знать: математические методы для решения практических задач; численные методы математического анализа, включая интерполирование функций, численное интегрирование и дифференцирование, методы поиска экстремумов и численной оптимизации, решение функциональных уравнений; методы приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных	Осуществление поиска и сбора необходимой литературы, изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы, подготовка доклада, выполнение лабораторных заданий. Выполняет тестовые задания.	Полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос; правильные применение полученных знаний на практике; грамотное и логически стройное изложение материала при ответе на вопрос; правильное определение основных понятий; исчерпывающие ответы на уточняющие и дополнительные вопросы Количество (процент) правильно выполненных тестовых заданий	осенний семестр ВЗ - вопросы к зачету (1-29), ЛЗ - лабораторные задания (1-6), Д – доклад (1-12) ТЗ - тестовые задания (задания 1-20) весенний семестр ЭБ – экзаменационные билеты (1-30), ЛЗ - лабораторные задания (1-9), Д – доклад (1-20) ТЗ - тестовые задания (задания 1-20)
Уметь: применять и программировать численные методы математического анализа, включающие аппроксимацию функций, приближенные квадратурные формулы и дифференцирование, вычисление экстремумов и численную оптимизацию, решение функциональных уравнений; применять и программировать методы приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных	Выполняет задания по лабораторным работам. Выполняет тестовые задания	Полнота и правильность выполнения лабораторного задания. Количество (процент) правильно выполненных тестовых заданий	осенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-6), ТЗ - тестовые задания (задания 1-20) осенний семестр весенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-9), ТЗ - тестовые задания (задания 1-20)
Владеть: использования методов системного анализа и методы искусственного	Выполняет задания по лабораторным работам. Выполняет тестовые задания	Полнота и правильность выполнения лабораторного задания. Количество (процент) правильно выполненных тестовых заданий	осенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-6), ТЗ - тестовые задания

интеллекта; методов оценки погрешности, трудоемкости и временной сложности вычислительных алгоритмов			(задания 1-20) осенний семестр весенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-9), ТЗ - тестовые задания (задания 1-20)
ПКР-2: Способен готовить обзоры научной литературы и электронных информационно-образовательных ресурсов для профессиональной деятельности			
Знать: основы анализа периодической литературы и интернет-ресурсов	Осуществление поиска и сбора необходимой литературы, изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы, подготовка доклада, выполнение лабораторных заданий. Выполняет тестовые задания.	Полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос; правильные применение полученных знаний на практике; грамотное и логически стройное изложение материала при ответе на вопрос; правильное определение основных понятий; исчерпывающие ответы на уточняющие и дополнительные вопросы Количество (процент) правильно выполненных тестовых заданий	осенний семестр ВЗ - вопросы к зачету (1-29), ЛЗ - лабораторные задания (1-6), Д – доклад (1-12) ТЗ - тестовые задания (задания 1-20) весенний семестр ЭБ – экзаменационные билеты (1-30), ЛЗ - лабораторные задания (1-9), Д – доклад (1-20) ТЗ - тестовые задания (задания 1-20)
Уметь: интегрировать собранные материалы в единый содержательный блок	Выполняет задания по лабораторным работам. Выполняет тестовые задания	Полнота и правильность выполнения лабораторного задания. Количество (процент) правильно выполненных тестовых заданий	осенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-6), ТЗ - тестовые задания (задания 1-20) осенний семестр весенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-9), ТЗ - тестовые задания (задания 1-20)
Владеть: формирования библиографических списков в соответствии с государственными стандартами	Выполняет задания по лабораторным работам. Выполняет тестовые задания	Полнота и правильность выполнения лабораторного задания. Количество (процент) правильно выполненных тестовых заданий	осенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-6), ТЗ - тестовые задания (задания 1-20) осенний семестр весенний семестр ЛЗ - лабораторные задания (1-9), ТЗ - тестовые задания (задания 1-20)

1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале:

(осенний семестр)
Форма контроля – зачет:
50-100 баллов (зачтено);
0-49 баллов (не зачтено).

(весенний семестр)
Форма контроля – экзамен:
84-100 баллов (оценка «отлично»);
67-83 баллов (оценка «хорошо»);
50-66 баллов (оценка «удовлетворительно»);
0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно»).

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

Вопросы к зачету

по дисциплине *Численные методы*

1. Дайте определение абсолютной и относительной погрешности, изложите классификацию погрешностей.
2. Как ставится задача интерполяции?
3. Как строятся интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона, при каких условиях эти полиномы совпадают?
4. Напишите остаточный член интерполяции для интерполяционного полинома Ньютона при интерполировании вперед.
5. Напишите остаточный член интерполяции для интерполяционного полинома Ньютона при интерполировании назад.
6. Напишите остаточный член интерполяции для интерполяционного полинома Лагранжа с не равноотстоящими узлами.
7. Приведите формулы прямоугольников с левыми и правыми ординатами, укажите оценку погрешности
вычисления интеграла.
8. Как строится приближенное вычисление интеграла по формуле трапеций, как это связано с интерполяцией?
9. Приведите формулу Симпсона приближенного вычисления интеграла, укажите связь с интерполяционным полиномом Ньютона.
10. Дайте сравнение погрешностей вычисления интеграла по формулам прямоугольников, трапеций и парабол.
11. Как строятся и каковы условия сходимости методов хорд и касательных приближенного решения трансцендентных уравнений?
12. Как строятся и каковы условия сходимости последовательных приближений Пикара для решения ОДУ?
13. Дайте вывод метода Эйлера разностного решения задачи Коши для ОДУ.
14. Оцените погрешность метода Эйлера на шаге и на промежутке решения задачи Коши для ОДУ.
15. Напишите формулы метода Рунге-Кутты четвертого порядка и укажите погрешность метода на шаге.

16. Дайте описание метода Гаусса решения СЛАУ, вычисления определителя и обратной матрицы на основе этого метода.
17. Дайте формулы канонических согласованных норм матрицы и вектора. Докажите три теоремы о матричных рядах.
18. Опишите метод простой итерации решения СЛАУ в приведенной форме, докажите сходимость и оцените
скорость сходимости.
19. Опишите метод Зейделя решения СЛАУ в приведенной форме и связь этого метода с методом простой итерации.
20. Как ставится полная проблема собственных значений в случае квадратной матрицы?
21. Запишите уравнения Ньютона для симметрических функций. Как на их основе строится метод Леверье решения полной проблемы собственных значений?
22. Запишите метод Леверье в матрично-векторной форме.
23. Как собственные числа матрицы идентифицируются программно на основе устойчивой адресной сортировки?
24. Запишите тождество Гамильтона-Кели. Требует ли обращение матрицы на основе этого тождества выполнения
метода Леверье?
25. Опишите параллельную схему Ксанки для выполнения метода Леверье и обращения матрицы.
26. Оцените временную сложность параллельной схемы Ксанки решения СЛАУ.
27. Оцените временную сложность матрично-векторных операций в параллельной форме.
28. Для каких матриц итерационный метод их обращения переходит в точный? С какой оценкой временной сложности?
29. Сформулируйте основную идею построения разностных методов решения уравнений в частных производных.

Зачетное задание включает 2 теоретических вопроса.

Критерии оценивания:

Максимальное количество баллов за зачетное задание – 100.

Критерии оценивания теоретического вопроса.

Критерии оценивания теоретического вопроса	Баллы
Изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе	41-50
Наличие твердых и достаточно полных знаний, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы	26-40
Неполный ответ на вопросы; затрудняется ответить на дополнительные вопросы	1-25
Ответ не связан с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы	0
Максимальный балл за ответ на теоретический вопрос	*50*

Итоговый результат формируется из суммы набранных баллов за выполнение зачетного задания и соответствует шкале:

– 50-100 баллов (зачтено);
– 0-49 баллов (не зачтено).

Экзаменационные билеты

по дисциплине *Численные методы*

Билет № 1
по дисциплине «Численные методы»

1. Понятие приближенных методов вычислений. Погрешность, виды и источники погрешностей.

2. Интерполяционный многочлен Лагранжа.

3. Построить конечные разности 3-го порядка для e^x на $[0,1]$ с шагом h=$\frac{1}{10}$.

Билет № 2
по дисциплине «Численные методы»

1. Постановка задачи интерполирования.

2. Метод Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений.

3. Сколько узлов интерполяции требует интерполяционный многочлен *N*-й степени?

Билет № 3
по дисциплине «Численные методы»

1. Интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования назад.

2. Формула Симпсона для приближенного вычисления определенных интегралов.

3. Как оценить погрешность метода Эйлера решения задачи Коши для уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x,y)$, $y(x_0) = y_0$, на $[a,b]$ в приближении с шагом $h = \frac{1}{100}$?

Билет № 4
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод Пикара приближенного решения задачи Коши для дифференциального уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x,y)$, $y(x_0) = y_0$.

2. Нормы матрицы и вектора, канонические и согласованные нормы матрицы и вектора.

3. Применим ли метод Гаусса для решения системы $x = Ax + b$ при $A = \begin{pmatrix} 3 & \frac{1}{3} & 0 \\ 0 & 3 & \frac{1}{3} \\ 4 & \frac{1}{4} & 3 \end{pmatrix}$?

Билет № 5
по дисциплине «Численные методы»
для 2 курса, направления 09.03.03 «Прикладная информатика»

1. Формула трапеций для приближенного вычисления определенных интегралов.

2. Выражение значений функции через разности высших порядков.

3. Как оценить погрешность метода Рунге-Кутта приближенного решения задачи Коши для уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$, с шагом $\frac{1}{10}$?

Билет № 7
по дисциплине «Численные методы»

1. Понятие и свойства конечных разностей произвольного порядка.

2. Метод Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений.

3. Как оценить погрешность интерполирования по Лагранжу функции $y = \sin x + \cos x$ на $[0, 1]$ для 10 равноотстоящих узлов интерполяции.

Билет № 6
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод Эйлера-Коши приближенного решения уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$.

2. Метод Пикара приближенного решения задачи Коши для уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$.

3. Будет ли иметь решение система $x = Ax + b$ при $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$?

Билет № 8
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод Рунге-Кутта приближенного решения уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x,y),\ y(x_0) = y_0$.

2. Обращение матрицы по методу Гаусса.

3. Существует ли решение системы $Ax = b$ при $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \\ 4 & 4 & 4 \end{pmatrix}$?

Билет № 9
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод Пикара приближенного решения задачи Коши для уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x,y),\ y(x_0) = y_0$.

2. Понятие нормы вектора и нормы матрицы. Канонические и согласованные нормы.

3. Выполнено ли условие обратимости матрицы $E - A,\ E$ - единичная матрица, $A = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$?

Билет № 11
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод Эйлера приближенного решения задачи Коши для уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x,y),\ y(x_0) = y_0$.

2. Матричные последовательности, ряды из матриц, теоремы об их сходимости.

3. С какой погрешностью взят интеграл $\int_a^b f(x)\,dx,\ [a,b] = [0,1]$, шаг $h = \frac{1}{10}$, $f(x) = e^{-x}$, при приближении по формуле трапеций?

Билет № 10
по дисциплине «Численные методы»

1. Интерполяционный многочлен Ньютона для случая равностоящих узлов.

2. Метод обращения матрицы вида $E - A, \| A \| < 1$.

3. Как по методу Гаусса вычислить определитель матрицы?

Билет № 12
по дисциплине «Численные методы»

1. Интерполяционный многочлен Лагранжа.

2. Понятие конечных разностей и их свойства.

3. Метод Гаусса и его применение для обращения матрицы

Билет № 13
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод Эйлера приближенного решения задачи Коши для уравнения
$\dfrac{dx}{dy} = f(x, y), y(x_0) = y_0$.

2. Формула Симпсона для вычисления $\int_a^b f(x)dx$.

3. Записать формулу метода Эйлера для приближенного решения уравнения $\dfrac{dx}{dy} = (x - y)^2$, $y(0) = 4$.

Билет № 15
по дисциплине «Численные методы»

1. Методы Эйлера-Коши и Рунге-Кутта приближенного решения задачи Коши для уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x, y), y(x_0) = y_0$.

2. Формула трапеций для приближенного вычисления $\int\limits_a^b f(x)dx$.

3. Будет ли сходиться матричный ряд $\sum\limits_{l=0}^{\infty} \frac{1}{l!} A^l$ при $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$?

Билет № 14
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод Пикара приближенного решения задачи для уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x, y),\ y(x_0) = y_0$.

2. Формула прямоугольников для приближенного вычисления $\int\limits_a^b f(x)\, dx$.

3. Зачем требуется двойной шаг в формуле Симпсона для вычисления $\int\limits_a^b f(x)\, dx$?

Билет № 16
по дисциплине «Численные методы»

1. Интерполяционный многочлен Ньютона.
2. Матричные последовательности и ряды, нормы матриц.
3. Как оценить погрешность приближенного вычисления $\int\limits_a^b f(x)$ по формуле прямоугольников?

Билет № 17
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод хорд (или секущих) решения трансцендентных уравнений $F(x) = 0$.

2. Интерполяционный многочлен Лагранжа.

3. Сходится ли матричная последовательность $\begin{pmatrix} (-1)^n & \frac{1}{n} \\ \sin\left(\frac{1}{n}\right) & 0 \end{pmatrix}$ при $n \to \infty$?

Билет № 19
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод Зейделя приближенного решения системы $x = Ax + b$.

2. Метод хорд решения уравнения $F(x) = 0$.

3. Сколько членов следует взять в матричном $\sum_{\ell=0}^{\infty} A^{\ell}$, чтобы выполнялось $\| A^{\ell} \| < 10^{-10}$, если $\| A \| < 0.1$?

Билет № 18
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод хорд (или секущих) решения трансцендентных уравнений $F(x) = 0$.

2. Понятие и свойства конечных разностей произвольных порядков.

3. Сходится ли матричный ряд $\sum_{l=0}^{\infty} A^{l}$ при $\|A\| = 1$?

Билет № 20
по дисциплине «Численные методы»

1. Решение системы $Ax = b$ в случае, когда A – нижняя треугольная матрица.

2. Интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования вперед.

3. К какому пределу сходится произведение $\prod_{\ell=0}^{\infty} \left(E + x^{2^{\ell}}\right)$ при условии $| x | < 1$?

Билет № 21
по дисциплине «Численные методы»

1. Обращение матрицы $E - A,\ \det(E - A) \neq 0,\ \| A \| < 1.$

2. Конечные разности и их свойства, их выражение через значения функции.

3. Как вычислить определитель матрицы по окончании прямого хода метода Гаусса решения системы $Ax = b$?

Билет № 22
по дисциплине «Численные методы»

1. Обращение матрицы по методу Гаусса.

2. Выражение значений функции через конечные разности высших порядков.

3. Как оценить погрешность вычисления $\int_a^b e^{-x} \cos^2 x dx$ по методу трапеций, $|b - a| = 1$.

Билет № 23
по дисциплине «Численные методы»

1. Обращение матрицы вида $E - A$, где A – нижняя треугольная с нулевой диагональю.

2. Выражение значений функции через разности высших порядков.

3. Чему равна конечная разность $\Delta^6 f(x,)$ если $f(x) = \sum_{l=0}^{5} a_e x^e$?

Билет № 24
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод Эйлера приближенного решения уравнения $\dfrac{dy}{dx} = f(x, y), y(x_0) = y_0$.

2. Метод Гаусса решения системы $Ax = b$.

3. Как вычислить определитель матрицы $E - A$ при $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$?

Билет № 25
по дисциплине «Численные методы»

1. Метод Пикара приближенного решения задачи Коши для дифференциального уравнения $\dfrac{dy}{dx} = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$.

2. Приближенное вычисление определенных интегралов по формулам прямоугольников.

3. Применим ли метод Гаусса для решения системы $x = Ax + b$ при $A = \dfrac{1}{100}\begin{pmatrix} 5 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 2 & 9 \end{pmatrix}$?

Билет № 26
по дисциплине «Численные методы»

1. Интерполяционный многочлен Лагранжа.

2. Методы хорд и касательных приближенного решения уравнения $F(x) = 0$.

3. Применим ли метод Гаусса для решения системы $x = Ax + b$ при $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 9 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$?

Билет № 27
по дисциплине «Численные методы»

1. Переход итерационных методов в точные в случае нижней треугольной матрицы с нулевой диагональю.

2. Погрешность интерполяции по Лагранжу и по Ньютону.

3. Приближенное обращение матрицы $(E-A)$, E - единичная, $\|A\|<1$

Билет № 28
по дисциплине «Численные методы»

1. Обращение матрицы $(E-A)$, где A - нижняя треугольная с нулевой диагональю.

2. Метод простой итерации.

3. Почему матрица $E-A$ невырожденная при $A=\begin{pmatrix}1 & 2 & 3\\ 1 & 2 & 3\\ 1 & 2 & 3\end{pmatrix}$?

Билет № 29
по дисциплине «Численные методы»

1. Связь метода Зейделя и метода простой итерации.

2. Метод касательных решения уравнения $F(x)=0$.

3. Погрешность формулы Симпсона приближенного вычисления $\int_a^b f(x)dx$.

Билет № 30
по дисциплине «Численные методы»

1. Приближенное вычисление производных на основе интерполяционного многочлена Ньютона.

2. Оценка погрешности метода Эйлера на произвольном промежутке при приближенном решении задачи Коши для дифференциального уравнения $\dfrac{dy}{dx} = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$.

3. Какую точку взять в качестве неподвижной при решении уравнения $e^{4x-2} = 4$ по методу хорд?

Критерии оценивания:

Максимальное количество баллов за экзаменационное задание – 100.

Оценка	Критерии
Отлично (84–100)	ответы на вопросы четкие, обоснованные и полные, проявлена готовность к дискуссии, студент демонстрирует высокий уровень владения знаниями, умениями и навыками соответствующих компетенций, что позволяет ему решать широкий круг типовых и нетиповых задач.
Хорошо (67–83)	ответы на вопросы преимущественно правильные, но недостаточно четкие, студент способен самостоятельно воспроизводить и применять соответствующие знания, умения и навыки для решения типовых задач дисциплины, может выполнять поиск и использование новой информации для выполнения новых профессиональных действий на основе полностью освоенных знаний, умений и навыков соответствующих компетенций
Удовлетворительно (50-66)	ответы на вопросы не полные, на некоторые ответ не получен, знания, умения, навыки сформированы на базовом уровне, студенты частично, с помощью извне (например, с использованием наводящих вопросов, ассоциативного ряда понятий и т.д.) могут воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки
Неудовлетворительно (0-49)	на большую часть вопросов ответы не были получены, либо они показали полную некомпетентность студента в материале дисциплины, студент не способен самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки или знания, умения и навыки у студента не выявлены

Лабораторные задания

по дисциплине *Численные методы*

1.Тематика лабораторных работ по разделам и темам

	Раздел 1. Численные методы математического анализа
1.2	Погрешность приближенных вычислений. Классификация погрешностей. Различие между математическими приближениями и их компьютерной реализацией. /Лаб/
1.3	Интерполяционный полином Лагранжа. Остаточный член интерполяции. Интерполяционные полиномы Ньютона с оценкой остаточных членов. Примеры программной реализации. /Лаб/
1.5	Приближенное вычисление интегралов по формулам прямоугольников, трапеций и парабол. Сравнение погрешностей. Подход Ньютона-Котеса. Программные реализации. /Лаб/
1.6	Приближенное дифференцирование. Методы хорд и касательных приближенного решения трансцендентных и алгебраических уравнений. Программная реализация метода Ньютона. /Лаб/

	Раздел 2. Методы приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)
2.2	Метод Пикара последовательных приближений решения задачи Коши для ОДУ. Теорема Пикара. Условия равномерной сходимости и оценки скорости сходимости. Примеры применения. /Лаб/
2.3	Метод Эйлера разностного решения задачи Коши для ОДУ. Оценка погрешности на шаге метода. Сходимость. Оценка погрешности на промежутке решения. Программирование метода Эйлера. /Лаб/
2.4	Методы Рунге-Кутты четвертого и высших порядков. Погрешность на шаге. /Лаб/
	Раздел 3. Вычислительные методы линейной алгебры. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)
3.2	Метод Гаусса решения СЛАУ. Программная реализация. Нормы матрицы и вектора. Матричные последовательности и ряды. Подготовка СЛАУ к применению итерационных методов. /Лаб/
3.3	Метод простой итерации. Параллельные видоизменения с применением к обращению матрицы. Переход итерационного метода в прямой метод в случае треугольной матрицы. /Лаб/
	Раздел 4. Вычислительные методы линейной алгебры. Полная проблема собственных значений
4.2	Собственные значения матрицы. Характеристическое уравнение и характеристический многочлен. Связь коэффициентов с минорами и определителем матрицы. /Лаб/
4.3	Уравнения Ньютона для симметрических функций. Универсальный метод Леверье развертывания коэффициентов характеристического многочлена. Программирование метода Леверье. /Лаб/
4.4	Тождество Гамильтона-Кели. Универсальное обращение матрицы. /Лаб/
	Раздел 5. Обзор численных методов дополнительных математических направлений
5.2	Разностные методы решения уравнений в частных производных первого, второго и высших порядков. Метод конечных элементов. /Лаб/
5.3	Кусочно-интерполяционный метод решения уравнений в частных производных /Лаб/
5.4	Численные методы решения задач теории вероятностей. Вычисление дисперсии. Вычисление математического ожидания. Метод наименьших квадратов. /Лаб/

Критерии оценивания:
Максимальное количество баллов в осеннем семестре – 45 (за 6 лабораторных заданий).
Максимальное количество баллов в весеннем семестре – 45 (за 9 лабораторных заданий).

Тестовые задания
(осенний семестр)
по дисциплине *Численные методы*

1. К числу приближенных методов вычисления относится –

1.1 метод Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений*
1.2 метод Зейделя решения системы линейных алгебраических уравнений
1.3 метод Леверье решения полной проблемы собственных значений
1.4 метод обращения матрицы на основе соотношения Гамильтона-Кэли

2. Интерполяционный многочлен Лагранжа определен только

2.1 для равноотстоящих узлов
2.2 для не равноотстоящих узлов
2.3 для фиксированного числа узлов
2.4 для произвольного числа произвольно расположенных узлов*

3. Конечные разности k-го порядка определены только

3.1 для k+1 равноотстоящих узлов*
3.2 для k+1 не равноотстоящих узлов
3.3 для k-1 равноотстоящих узлов
3.4 для k произвольно расположенных узлов

4. Постановка задачи интерполирования предусматривает только

4.1 интерполирование непрерывных функций
4.2 интерполирование разрывных функций
4.3 интерполирование таблично заданных функций
4.4 интерполирование произвольно заданных в узлах интерполяции функций*

5. Метод Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений

5.1 позволяет вычислить определитель матрицы*
5.2 решает систему линейных алгебраических уравнений в приведенной форме
5.3 позволяет решить систему линейных алгебраических уравнений общего вида за n шагов,
где n – порядок матрицы системы
5.4 универсально решить систему линейных алгебраических уравнений без выбора ненулевого ведущего элемента

6. Сколько узлов интерполяции требует интерполяционный многочлен n-й степени

6.1 $n-1$, если это интерполяционный многочлен Ньютона
6.2 n, если это интерполяционный многочлен Лагранжа
6.3 $n+1$, если это произвольный интерполяционный многочлен*
6.4 $2n-1$, если это интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования назад

7. Интерполяционный многочлен Ньютона для интерполирования назад

7.1 позволяет продвинуть значения интерполируемой функции от начала таблицы к концу
7.2 позволяет продвинуть значения интерполируемой функции от конца таблицы к началу*
7.3 использует конечные разности значения высшего порядка в конце таблицы
7.4 использует выражения конечных разностей через значения функции

8. Формула Симпсона для приближенного вычисления определенных интегралов

8.1 основана на замене подынтегральной функции интерполяционным многочленом Лагранжа
8.2 основана на замене подынтегральной функции линейным интерполяционным многочленом
8.3 основана на замене подынтегральной функции интерполяционным многочленом Ньютона для интерполирования вперед 3-й степени
8.4 основана на замене подынтегральной функции интерполяционным многочленом Ньютона для интерполирования вперед 2-й степени*

9. Как оценить погрешность метода Эйлера решения задачи Коши для уравнения $\dfrac{dy}{dx} = f(x,y)$, $y(x_0) = y_0$, на $[a,b]$ в приближении с шагом $h = \dfrac{1}{100}$?

9.1 $O(h^3)$

9.2 $O(h^2)$

9.3 $O(h)$ с коэффициентом, зависящим от длины подынтервала*

9.4 $O(h)$ с постоянным коэффициентом

10. Метод Пикара приближенного решения задачи Коши для дифференциального уравнения $\dfrac{dy}{dx} = f(x,y)$, $y(x_0) = y_0$

10.1 является разностной схемой приближенного решения
10.2 является методом аналитического приближения решения на достаточно малом промежутке*
10.3 является методом приближения решения в дифференциальной форме
10.4 является сходящимся методом аналитического приближения решения при любых условиях

11. Нормы матрицы и вектора, канонические и согласованные нормы матрицы и вектора

11.1 Согласованы нормы матриц
11.2 Согласованы нормы векторов
11.3 Каноническая норма матрицы не превосходит модулей ее элементов
11.4 Каноническая норма степени матрицы не превосходит степени ее нормы*

12. Метод Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений

12.1 применим для решения системы $x = Ax + b$ при $A = \begin{pmatrix} 3 & \frac{1}{3} & 0 \\ 0 & 3 & \frac{1}{3} \\ 4 & \frac{1}{4} & 3 \end{pmatrix}$ *

12.2 применим для решения системы $Ax = b$ при $A = \begin{pmatrix} 3 & \frac{1}{3} & 0 \\ 0 & 3 & \frac{1}{3} \\ 0 & 9 & 1 \end{pmatrix}$

12.3 не применим для точного решения системы $x = Ax + b$

12.4 не применим для обращения матрицы $A = \begin{pmatrix} 3 & \frac{1}{3} & 0 \\ 0 & 3 & \frac{1}{3} \\ 4 & \frac{1}{4} & 3 \end{pmatrix}$

13 Формула трапеций для приближенного вычисления определенных интегралов

13.1 имеет погрешность $O(h^3)$, где h – шаг интегрирования
13.2 сходится, какова бы ни была подынтегральная функция
13.3 выводится путем замены подынтегральной функции на ее приближение линейным интерполяционным многочленом Лагранжа
13.4 выводится путем замены подынтегральной функции на ее приближение линейным интерполяционным многочленом Ньютона для интерполирования вперед*

14. Выражение значений функции через разности высших порядков

14.1 требует числа узлов, на единицу большего младшего порядка разности
14.2 требует числа узлов, на единицу меньшего старшего порядка разности
14.3 включает разности всех порядков до k-го включительно, где k на единицу меньше номера узла, в котором взята функция*
14.4 использует производные высших порядков этой функции

15. Как оценить погрешность метода Рунге-Кутта приближенного решения задачи Коши для уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$, с шагом $\frac{1}{10}$?

15.1 порядка $\frac{1}{10^{-5}}$

15.2 порядка $\frac{1}{10^{5}}$ *

15.3 порядка $\frac{1}{10^{3}}$

15.4 порядка $\frac{1}{10^{4}}$

16. Понятие и свойства конечных разностей произвольного порядка

16.1 конечная разность 5-го порядка от многочлена 5-й степени равна нулю
16.2 конечная разность 5-го порядка от многочлена 5-й степени равна не нулевой константе*
16.3 конечная разность 6-го порядка использует 5 подряд расположенных узлов
16.4 конечная разность 5-го порядка выражается через 4 значения функции в узлах

17. Метод Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений

17.1 Прямой ход метода Гаусса для матрицы *n*-го порядка содержит *n* этапов исключения *n* переменных
17.2 Прямой ход метода Гаусса для матрицы *n*-го порядка содержит *n*-1 этапов исключения *n*-1 переменных
17.3 Прямой ход метода Гаусса не содержит операций деления и не позволяет найти определитель
17.4 Обратный ход метода Гаусса для матрицы не соответствует решению системы с треугольной матрицей

18. Как оценить погрешность интерполирования по Лагранжу функции $y = \sin x + \cos x$ на $[0, 1]$ для 10 равноотстоящих узлов интерполяции ?

18.1 $\frac{1}{10!}$

18.2 $\frac{2}{10!}$ *

18.3 $\frac{1}{8!}$

18.4 $\frac{1}{11!}$

19. Метод Эйлера-Коши приближенного решения уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$

19.1 Метод Эйлера-Коши является аналитическим методом
19.2 Метод Эйлера-Коши имеет погрешность $O(h^5)$, где h – шаг численного интегрирования
19.3 не включает способ вычисления приближенного решения на конце каждого шага
19.4 Метод Эйлера-Коши является разностным методом, более точным чем метод Эйлера*

20. Метод Пикара приближенного решения задачи Коши для уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$, $y(x_0) = y_0$

20.1 применим на произвольном промежутке в условиях теоремы Пеано
20.2 применим на конечном достаточно малом промежутке в условиях теоремы Пикара*
20.3 строит интегральные приближения, сходящиеся на произвольном промежутке в условиях теоремы Пеано
20.4 является разностным методом

Тестовые задания
(весенний семестр)
по дисциплине *Численные методы*

1. Сходится ли метод простой итерации к решению системы $x = Ax + b$

1.1 при $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$?

1.2 при $A = \begin{pmatrix} 2 & 2 \\ 2 & 2 \end{pmatrix}$?

1.3 при $A = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}$?*

1.4 при $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$?

2. Обращение матрицы по методу Гаусса

2.1 По методу Гаусса можно обратить матрицу $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 4 & 4 & 4 \end{pmatrix}$

2.2 По методу Гаусса можно обратить матрицу $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 4 & 4 & 1 \end{pmatrix}$

2.3 По методу Гаусса можно обратить матрицу $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 4 & 4 & 4 \end{pmatrix}$ *

2.3 По методу Гаусса можно обратить матрицу $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \\ 4 & 4 & 4 \end{pmatrix}$

3. Метод Пикара приближенного решения задачи Коши для уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x, y),\ y(x_0) = y_0$

3.1 Сходится в тех же условиях, что и метод Эйлера
3.2 Сходится в условиях теоремы Пикара*
3.3 Сходится в условиях теоремы Пеано
3.4 Сходится со скоростью геометрической прогрессии

4. Понятие нормы вектора и нормы матрицы. Канонические и согласованные нормы.

4.1 Норма это матрица
4.2 Норма это вектор
4.3 Каждая норма удовлетворяет неравенству $\| Ab \| \le \| A \| \, \| b \|$, где A – матрица, b – вектор
4.4 Каноническая норма удовлетворяет неравенству $| a_{ij} | \le \| A \|$, где A – матрица из элементов a_{ij} *

5. Выполнено ли условие обратимости матрицы $E - A,\ \ E$ - единичная матрица, если

5.1 $A = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$?

5.2 $A = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 0 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$?

5.3 $A = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & 0 & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$?

5.4 $A = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & 1 \end{pmatrix}$?*

6. Метод Эйлера приближенного решения задачи Коши для уравнения $\frac{dy}{dx} = f(x,y)$, $y(x_0) = y_0$

6.1 имеет погрешность на шаге $O(h)$

6.2 имеет погрешность на шаге $O(h^2)$ *

6.3 имеет погрешность на шаге $O(h^3)$

6.4 имеет погрешность на шаге $O(h^4)$

7. Матричные последовательности, ряды из матриц, теоремы об их сходимости.

7.1 Предел последовательности $\sum_{k=0}^{\infty} A^k$ равен $E - A,\ \ E$ - единичная матрица, A – матрица $n \times n$

7.2 Предел последовательности $\sum_{k=0}^{\infty} A^k$ равен $(E - A)^{-1}$, E - единичная матрица, A – матрица $n \times n$, $\| A \| = 2{,}5$

7.3 Предел последовательности $\sum_{k=0}^{n-1} A^k$ равен $(E - A)^{-1}$, E - единичная матрица, A – нижняя треугольная матрица $n \times n$ с нулевой диагональю *

7.4 Предел последовательности $\sum_{k=0}^{\infty} A^k$ равен $(E - A)^{-1}$, E - единичная матрица, A – матрица $n \times n$, $\| A \| = 1{,}005$

8. С какой погрешностью взят интеграл $\int_a^b f(x)\,dx$, $[a,b] = [0,1]$, шаг $h = \frac{1}{10}$, $f(x) = e^{-x}$ при приближении по формуле трапеций?

8.1. Порядок погрешности 10^{-1}

8.2. Порядок погрешности 10^{-2} *

8.3. Порядок погрешности 10^{-3}

8.4. Порядок погрешности 10^{-4}

9. Интерполяционный многочлен Ньютона для случая равностоящих узлов.

9.1. позволяет продвинуть значения интерполируемой функции от начала таблицы к концу*
9.2. позволяет продвинуть значения интерполируемой функции от конца таблицы к началу
9.3. использует конечные разности значения высшего порядка в начале таблицы
9.4. дает одинаковую погрешность интерполирования с интерполяционным полиномом Лагранжа при совпадении числа узлов

10. Метод обращения матрицы вида $E - A, \| A \| < 1$.

10.1. Метод обращения матрицы вида $E - A, \| A \| < 1$, одинаков с методом обращения матрицы A.

10.2. Метод обращения матрицы вида $E - A, \| A \| < 1$, одинаков с методом обращения матрицы $E + A$.

10.3. Метод обращения матрицы вида $E - A, \| A \| \geq 1$, одинаков с методом обращения матрицы $E - A, \| A \| < 1$.

10.4. $(E - A)^{-1} = \prod_{\ell=0}^{\infty} (E + A^{2^\ell})$ *

11 Как по методу Гаусса вычислить определитель матрицы?

11.1 Вычислением следа матрицы
11.2 Вычислением следа степени матрицы
11.3 Вычислением одного из неизвестных
11.4 Вычислением произведения диагональных элементов матрицы, полученной в результате прямого хода*

12. Интерполяционный многочлен Лагранжа.

12.1. Интерполяционный многочлен Лагранжа строится только для равноотстоящих узлов
12.2. Интерполяционный многочлен Лагранжа для N узлов является многочленом N -й степени
12.3. Интерполяционный многочлен Лагранжа является тригонометрическим многочленом
12.4. Интерполяционный многочлен Лагранжа строится как многочлен N -й степени для $N+1$ произвольно расположенных узлов, интерполирующий произвольную действительную функцию одной действительной переменной*

13. Понятие конечных разностей и их свойства.

13.1 Конечная разность K -го порядка использует значение функции только в одном узле
13.2 Конечная разность K -го порядка использует значение функции только в K узлах
13.3 Значение функции не выражается через конечные разности всех порядков до K -го включительно
13.4 Конечная разность K -го порядка использует значение функции в $K+1$ узлах*

14. Метод Гаусса и его применение для обращения матрицы

14.1. Метод Гаусса применим для обращения произвольной квадратной матрицы
14.2. Метод Гаусса применим для решения системы линейных алгебраических уравнений с произвольной квадратной матрицей
14.3. Метод Гаусса требует выбора ненулевого ведущего элемента на каждом этапе прямого хода*
14.4. Метод Гаусса применим для обращения нижней треугольной матрицы с нулевой диагональю

15. Метод Эйлера приближенного решения задачи Коши для уравнения $\frac{dx}{dy} = f(x, y), y(x_0) = y_0$

15.1. Метод Эйлера является аналитическим методом приближенного решения
15.2. Для применения метода Эйлера достаточно знать правую часть дифференциального уравнения
15.3. Метод Эйлера является разностной схемой с погрешностью на шаге $O(h^2)$ *
15.4. Метод Эйлера сходится в условиях теоремы Пикара на произвольном промежутке

16 Формула Симпсона для вычисления $\int_a^b f(x)dx$

16.1 Формула Симпсона не требует двойного шага на промежутке интегрирования
16.2 Формула Симпсона не использует конечных разностей порядка выше первого
16.3 Формула Симпсона не более точна, чем формула трапеций
16.4 Формула Симпсона при выводе использует аддитивность интеграла по промежутку и двойной шаг на промежутке интегрирования

17 Сколько членов содержит произведение $\prod_{l=0}^{\infty}\left(E+A^{2^l}\right)$ при условии, что A – нижняя треугольная с нулевой диагональю порядка n?

17.1. n

17.2. $\log_2 n$*

17.3. ∞

17.4. $\log_2^2 n$

18. Методы Эйлера-Коши и Рунге-Кутта приближенного решения задачи Коши для уравнения $\frac{dy}{dx}=f(x,y), y(x_0)=y_0$

18.1. Методы Эйлера-Коши и Рунге-Кутта имеют одинаковую погрешность приближенного решения
18.2. Методы Эйлера-Коши и Рунге-Кутта являются разностными схемами приближенного решения с погрешностью порядка $O(h^4)$
18.3. Метод Эйлера-Коши использует правую часть в двух точках на шаге*
18.4. Метод Рунге-Кутта использует правую часть уравнения в единственной точке на шаге

19. Формула трапеций для приближенного вычисления $\int_a^b f(x)dx$.

19.1. Формула трапеций не использует подынтегральную функцию на шаге интегрирования
19.2. Формула трапеций использует подынтегральную функцию на шаге интегрирования дважды*
19.3. Формула трапеций заменяет подынтегральную функцию на ее приближение полиномом Тейлора на шаге интегрирования
19.4. Формула трапеций имеет погрешность $O(h^4)$

20 Будет ли сходиться матричный ряд $\sum_{l=0}^{\infty}\frac{1}{l!}A^l$

20.1. При $A=\begin{pmatrix}1&2&3\\3&2&1\\2&1&3\end{pmatrix}$ ряд не будет сходиться

20.2. При $A=\begin{pmatrix}0&2&3\\3&0&1\\2&1&0\end{pmatrix}$ ряд будет сходиться

20.3. При $A=\begin{pmatrix}1&2&3\\0&2&1\\0&0&3\end{pmatrix}$ ряд не будет сходиться

20.4. При $A=\begin{pmatrix}0&2&3\\0&0&1\\0&0&0\end{pmatrix}$ ряд не будет сходиться.

Инструкция. Обучающемуся предлагается дать ответы на 20 тестовых заданий, сгенерированных случайным образом из представленных выше.

Критерии оценивания (для каждого семестра). Максимальное количество баллов – 40 (в каждом семестре):

Критерии оценивания выполнения одного тестового задания	Баллы
Обучающийся ответил правильно на тестовое задание	2
Обучающийся не ответил правильно на одно тестовое задание	0
Максимальный балл за выполнение тестового задания	*2*

Темы докладов

(осенний семестр)

по дисциплине *Численные методы*

1. Снижение погрешности интерполяции с помощью перехода к кусочной интерполяции.
2. Интерполяция по Лагранжу в случае равноотстоящих узлов.
3. Реализация подхода Ньютона-Котеса на основе кусочной интерполяции по Лагранжу.
4. Интерполяция по Ньютону в случае функции двух действительных переменных.
5. Кусочно-интерполяционное решение задачи Коши для ОДУ.
6. Сравнение погрешности решения СЛАУ с помощью прямых и итерационных методов.
7. Параллельная форма итерационных методов Якоби и Зейделя с применением к обращению матрицы.
8. Применение метода Леверье и тождества Гамильтона-Кели для решения СЛАУ.
9. Нахождение собственных векторов матрицы на основе метода Леверье.
10. Сравнение погрешности компьютерной реализации метода Леверье и метода вращений.
11. Оценка области корней полинома на комплексной плоскости. Круги Гершгорина и другие оценки.
12. Параллельные прямые методы решения СЛАУ с треугольной матрицей.

Критерии оценивания:

- 10-15 баллов - выставляется студенту, если тема соответствует содержанию доклада, основные понятия и проблемы изложены верно, сделаны обобщения и сопоставления различных точек зрения по рассматриваемому вопросу, сделаны и аргументированы основные выводы, а доклад сопровождается разработанной мультимедийной презентацией;
- 0-9 баллов - выставляется студенту, если содержание не соответствует теме, нет ссылок на использованные источники, тема не полностью раскрыта, отсутствуют выводы.

Темы докладов

(весенний семестр)

по дисциплине *Численные методы*

1. Интерполяция функций и оценка погрешности.
2. Численные методы нахождения корней нелинейных уравнений.
3. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

4. Интерполяция полиномами Лагранжа и Ньютона.
5. Аппроксимация функций сплайнами.
6. Методы численного интегрирования (прямоугольники, трапеции, Симпсон).
7. Численные методы дифференцирования.
8. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Эйлера и Рунге-Кутты.
9. Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
10. Численные методы решения уравнений в частных производных.
11. Численная оптимизация и поиск экстремума функций.
12. Применение метода Монте-Карло в численном моделировании.
13. Численные методы решения задач линейного программирования.
14. Методы регуляризации и минимизации невязки.
15. Применение спектрального анализа в численных методах.
16. Стохастические методы и случайные величины в численных расчетах.
17. Парраллельные вычисления и ускорение численных расчетов.
18. Методы декомпозиции матриц и их применение.
19. Применение итерационных методов в решении систем уравнений.
20. Особенности реализации численных методов на суперкомпьютерах и кластерах.

Критерии оценивания:

- 10-15 баллов - выставляется студенту, если тема соответствует содержанию доклада, основные понятия и проблемы изложены верно, сделаны обобщения и сопоставления различных точек зрения по рассматриваемому вопросу, сделаны и аргументированы основные выводы, а доклад сопровождается разработанной мультимедийной презентацией;
- 0-9 баллов - выставляется студенту, если содержание не соответствует теме, нет ссылок на использованные источники, тема не полностью раскрыта, отсутствуют выводы.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Текущий контроль успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения обучающихся до промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета, экзамена.

Зачет проводится по расписанию промежуточной аттестации в устном виде. Количество вопросов в зачетном задании (билете) – 2. Объявление результатов производится в день зачета. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку обучающегося.

Экзамен проводится по расписанию промежуточной аттестации в компьютерном классе. Количество вопросов в экзаменационном задании – 3. Объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку обучающегося.

Обучающиеся, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику промежуточной аттестации, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Приложение 2

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

– лекции;

– лабораторные работы.

Условием успешного освоения дисциплины «Численные методы» является понимание факта, что численные методы опираются на комплекс математических знаний из областей высшей алгебры, математического анализа, функционального анализа, дифференциальных уравнений, дифференциальной геометрии, топологии и др. Поэтому, приступая к очередному разделу методов вычислений, нужно найти понимание областей высшей математики, на которые раздел вычислений опирается. Если этого не делать, понимание вычислительной математики будет формально-справочным, и её конкретное применение может оказаться тривиально ошибочным. Напротив, если не избегать таких дополнительных усилий, понимание численных методов становится глубоким, их применение – обоснованным. Например, Ньютон применял метод касательных для вычисления корней полиномов высших степеней, тогда как современная трактовка метода требует ряда условий, которые фактически исключают такое применение. Необходимо понимать и конструировать условия взаимной отделенности корней, причем отнюдь не только следуя системе Штурма. И, далее, лучше глубоко разобраться в одном аспекте применения численных методов, чем одновременно во многих без должного понимания. Так, Уилкинсон привел пример неустойчивости вычисления корней полинома в зависимости от возмущения коэффициентов, чем обрек основные результаты алгебры в области уравнений высших степеней на неприменимость на практике. Но ведь любую систему линейных алгебраических уравнений можно эквивалентно свести к вычислению корней полинома, степень которого равна числу уравнений системы. Это означает, что проблемы, отмеченные Уилкинсоном, относятся отнюдь не только к поиску корней полинома, и поиск снижения накопления погрешности должен пролегать совсем в ином направлении, чем принято доверчивыми пользователями с поверхностной эрудицией. По этим причинам хотелось бы рекомендовать изучающим курс «Численные методы» системно заниматься разделами высшей математики, с которым курс связан. Другим важным аспектом численных методов являются ограничения на их применимость. Понимать и формулировать необходимые ограничения можно только исходя из понимания теоретико-математической природы используемого метода. Кроме того, вычислительную математику применяют не на бумаге, а на компьютере. Чтобы применение оказалось успешным, надо видеть, какое влияние компьютерное накопление погрешности окажет на математические условия применения численного метода. Отсюда вытекает необходимость активного вычислительного практикума на компьютере, сконцентрированного на предметной области, в которой предполагается применять конкретный численный метод. Всех этих усилий не достаточно для освоения курса «Численные методы». Следует активно интересоваться современными достижениями науки и практики в создании новых методов. Целесообразно иметь представление о существующих инструментальных средствах, в частности, об алгоритмах систем компьютерной математики, а также об аспекте создания банка параллельных алгоритмов и практике их применения в суперкомпьютерах. Во время лабораторных работ следует концентрироваться на смысловом содержании заданий и их самостоятельном выполнении с верификацией правильности, обсуждать корректность полученных и разновидности возможных решений с преподавателем. Предмет «Численные методы» нужно видеть как в историческом аспекте (вычислительная математика создана до появления компьютеров и не для применения на компьютерах), так и в аспекте активного развития: компьютеризация меняет условия и результаты применения математических методов. Система преподавательского контроля и самопроверки обязательна для студентов. Важно видеть широкие возможности практического применения знаний этой области в своей будущей профессиональной деятельности. При изучении дисциплины необходимо активно использовать учебную и научную литературу, устоявшиеся на десятилетия научные издания, например, Фихтенгольца и Гантмахера, электронные библиотеки, информационно-поисковые ресурсы, активно и системно работать с компьютером. Требуется систематическое обсуждение самостоятельной работы с преподавателем. В дальнейшем продвижении необходимо изучать специальную теоретическую, а также научно-техническую литературу, самостоятельно конструировать видоизменения численных методов, совершенствовать существующие вычислительные алгоритмы.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;

- внимательно прочитать рекомендованную литературу;

- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации обучающиеся могут воспользоваться электронно-библиотечными системами.