МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Глазовский инженерно-экономический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т.Калашникова»
(ГИЭИ (филиал) ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
_____ А.В. Золотов
11 марта 20 26 г.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 3DA273AA38C240BA869FA062FFFB332C
Владелец: Золотов Алексей Васильевич
Действителен: с 29.07.2026 до 22.10.2027

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

МДК.02.06 «Численные методы»

09.02.11 Разработка и управление программным обеспечением

Глазов 2026

Фонд оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 09.02.11 "Разработка и управление программным обеспечением", утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации 24 февраля 2025 г. № 138 (зарегистрирован 31.03.2025 № 81696).

Организация разработчик: ГИЭИ (филиал) ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разработчик: Горбушин Денис Шарибзянович, преподаватель СПО

Утверждено: Протокол Ученого совета филиала № 7, от 11 марта 2026 г.

Руководитель образовательной программы

_____ Т.А. Савельева

13 марта 2026 г.

Согласовано: Начальник отдела по учебно-методической работе

_____ И.Ф. Яковлева

13 марта 2026 г.

ПАСПОРТ
ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Численные методы»

Результаты освоения дисциплины соотносятся с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представленными в матрице компетенций выпускника.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Код ОК, ПК	**Уметь**	**Знать**	**Владеть навыками**
ОК.01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности	-
ОК.02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств	-
ОК.03	Планировать и	содержание актуальной	-

	реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях	нормативно-правовой документации; современная научная и профессиональная терминология; возможные траектории профессионального развития и самообразования; основы предпринимательской деятельности; основы финансовой грамотности; правила разработки бизнес-планов; порядок выстраивания презентации; кредитные банковские продукты	
ОК.04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде	психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; основы проектной деятельности	-
ОК.05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	особенности социального и культурного контекста; правила оформления документов и построения устных сообщений	-
ОК.06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения	сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей; значимость профессиональной деятельности по специальности; стандарты антикоррупционного поведения и последствия его нарушения	-
ОК.07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата,	правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; основные ресурсы,	-

	принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	задействованные в профессиональной деятельности; пути обеспечения ресурсосбережения; принципы бережливого производства; основные направления изменения климатических условий региона	
ОК.08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности	роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека; основы здорового образа жизни; условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для специальности; средства профилактики перенапряжения	-
ОК.09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках	правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности	-
ПК 2.1	− проектировать модули, соответствующие бизнес-задачам; − создавать архитектурные диаграммы и документацию; − определять структуру и интерфейсы модулей; − анализировать требования к модулю и	− основные принципы проектирования модулей программного обеспечения; − языки программирования и технологии для реализации модулей; − паттерны проектирования и структуры данных для создания эффективных и	− проектирования модулей ПО с учетом требований заказчика; − создания архитектурных диаграмм и спецификаций модулей; определения интерфейсов и взаимодействия модулей в системе.

	определять его функциональность; − проектировать архитектуру модуля, включая выбор подходящих паттернов проектирования и структуры данных; − создавать диаграммы классов, последовательностей и прочих диаграмм для визуализации проектируемого модуля; − выбирать подходящие языки программирования и технологии для реализации модуля; − проектировать интерфейсы программного обеспечения для взаимодействия с другими модулями и системами; − учитывать требования к масштабируемости, производительности и безопасности при проектировании модуля; проводить анализ и оптимизацию проектируемого модуля для повышения его эффективности и качества	масштабируемых модулей; − методы анализа требований и способов определения функциональности модуля; − принципы создания интерфейсов для взаимодействия с другими модулями и системами; − принципы обеспечения безопасности, производительности и масштабируемости при проектировании модулей; методы анализа и оптимизации проектируемых модулей для повышения их эффективности и качества.	
ПК 2.2	− разрабатывать модули программного обеспечения с использованием различных языков программирования и технологий; − применять паттерны проектирования и структуры данных для создания эффективных и масштабируемых модулей; − анализировать требования и определять функциональность модуля; − создавать интерфейсы для взаимодействия с	− язык программирования, основные конструкции, синтаксис; − паттерны проектирования; − структуры данных; − принципы создания интерфейсов для взаимодействия с другими модулями и системами, таких как REST API, SOAP; − работу с инструментальным программным обеспечением; − методы оптимизации кода и алгоритмов;	− создания модулей программного обеспечения на различных языках программирования; − отладки и тестирования разработанных модулей; − применения структурного и объектно-ориентированного программирования; − оптимизации кода и алгоритмов программных модулей для увеличения производительности; мониторинга и анализа

	другими модулями и системами; − обеспечивать безопасность, производительность и масштабируемость при разработке модулей; − оптимизировать проектируемые модули для повышения их эффективности и качества; − работать с системой контроля версий; − улучшать производительность модулей, выявляя и устраняя узкие места; − проводить анализ и мониторинг производительности приложений; применять инструменты для рефакторинга и оптимизации программного кода.	− эффективные алгоритмы и структуры данных для повышения производительности; − многопоточность в программных модулях; − методы оптимизации сетевых протоколов для ускорения обмена данными; − кэширование данных; − управление памятью; техники повышения производительности программного обеспечения	производительности приложений.
ПК 2.3	− интегрировать модули и компоненты, обеспечивая их взаимодействие; − работать с API и устанавливать соединения между компонентами; − отслеживать и устранять конфликты и ошибки интеграции; − анализировать и определять зависимости между модулями и компонентами; работать с различными форматами данных и протоколами передачи данных	− общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой информационно-коммуникационной системы; − международные стандарты локальных вычислительных сетей; − методы и подходы к интеграции модулей и компонентов; − принципы версионирования и управления изменениями при интеграции; принципы безопасности при интеграции модулей и компонентов	− интеграции программных модулей и компонентов в единое программное решение; − работы с API и веб-сервисами для взаимодействия между модулями; − работы с интеграционными платформами и инструментами; обеспечения совместимости и стабильности системы
ПК 2.4	− анализировать требования к программному обеспечению и составлять планы тестирования; − создавать тестовые	− принципы и методы тестирования программного обеспечения; − основы программирования и архитектуры	− отладки программного обеспечения на уровне программных модулей; − тестирования программного обеспечения; − формирования

	сценарии и тест-кейсы для проверки функциональности и соответствия требованиям; − выполнять тестирование программного обеспечения вручную и автоматизировать процесс тестирования; − анализировать результаты тестирования и документировать найденные ошибки; − разрабатывать стратегии отладки и исправлять ошибки в программном обеспечении; − выполнять модульные тесты с использованием инструментов тестирования, в том числе автоматизированного тестирования; − использовать системы контроля дефектов ПО; составлять отчет о выполнении тестирования ПО	программного обеспечения; − основы баз данных и SQL-запросов; − инструменты для автоматизации тестирования; − основы разработки и отладки программного обеспечения на разных языках программирования; − понятие дефекта программного обеспечения; − критерии качества ПО; − виды и типы тестирования ПО; − техники ручного тестирования; − техники автоматизированного тестирования; − жизненный цикл дефекта ПО; − принципы работы в системе контроля дефектов; основные понятия о качестве ПО	тестовых сценариев; − подготовки тестовых платформ (установка операционной системы, дополнительного ПО и другого по необходимости); − оценки объема тестирования ПО с целью определения необходимых ресурсов для его выполнения; − настройки тестовой среды и аппаратных средств для выполнения тестирования ПО в соответствии с заданием на тестирование в пределах своей компетенции; − формирования и представления отчетности о подготовке к выполнению задания на тестирование ПО в соответствии с установленными регламентами; выполнения тестовых процедур на тестовых данных
ПК 2.5	− описывать функциональность модулей в документации; − создавать диаграммы для иллюстрации работы модулей; − программировать с использованием комментариев для документирования кода; − использовать специальные метки/теги для отметки важных частей кода в документации; − вести журнал изменений и фиксировать обновления программных модулей; − разбивать модули на логические блоки и описывать каждый блок отдельн;	− стандарты технической документации; − принципы документирования программного обеспечения; инструменты для создания технической документации и комментирования кода	− создания технической документации для модулей; − документирования кода, API и интерфейсов; работы со специализированным ПО по документированию программного кода

	− включать в документацию особенности модулей, такие как ограничения, уязвимости или оптимальные настройки; проводить регулярное обновление документации при изменении модулей или добавлении нового функционала.		

Раздел 1. Зачетно – экзаменационные материалы

Вопросы к зачету

1. Что такое численная задача и какие виды ошибок встречаются в численных методах (аппроксимационная, круговая, аппроксимационная из-за дискретизации)?
2. Объясните понятия точности, устойчивости и сходимости численного метода. Как они соотносятся между собой?
3. Что такое априорная и безусловная сходимость? Приведите примеры для простых схем решения ОДУ.
4. Что такое сеточная задача и как связаны локальная и глобальная погрешности?
5. Объясните разницу между явной и неявной схемой решения ОДУ. Приведите примеры и укажите области применимости.
6. Что такое устойчивость метода Эйлера на жестких системах и как её проверить?
7. Что такое метод P локально-максимальной погрешности (RK-методы) и чем отличается RK2 от RK4?
8. Какие существуют методы решения линейных систем: прямые (Gaussian elimination, LU-разложение) и итерационные (Jacobi, Gauss-Seidel, SOR). В каких случаях предпочтительны?
9. Что такое условность задачи и условный номер матрицы? Как они влияют на точность решения?
10. Объясните принципы метода Гауса с частичнымPivoting и почему он устойчив в большинстве случаев.
11. Что такое метод вынужденной аппроксимации (Richardson extrapolation) и как он повышает порядок точности?
12. Что такое численная дифференциация и какие есть стандартные формулы для первой и второй производной? Каковы их погрешности?
13. Что такое численная интеграция и каковы типы квадратур: трапеций, Симпсон, интеграция с adaptivním шагом, гауссовские квадратуры?
14. Объясните принцип построения аппроксимационных полиномов (Лагранжа, Ньютона) и сравните их по устойчивости и точности.
15. Что такое разностная решетка и погрешности связаны с размером шага h? Какова зависимость ошибок от h в методах разностей?
16. Что такое метод кривой аппроксимации (Spline) и где он применим по сравнению с полиномной аппроксимацией?
17. Что такое устойчивость и октрытие фазовых портретов в дискретных системах?
18. Что такое численные методы для обыкновенных дифференциальных уравнений и для каких типов задач они наиболее пригодны (нежесткие/жесткие)?
19. Что такое CFL-условие и как оно ограничивает шаг в явных схемах для параболических/гиперболических уравнений?
20. Что такое метод Ньютона для решений нелинейных систем и какие проблемы могут возникнуть (сходимость, выбор начального приближения)?
21. Какие существуют подходы к выбору шага адаптивно (время,

пространство): оценка локальной погрешности, рессорные схемы, методы контроля ошибок?
22. Что такое численная сепарация и как она влияет на устойчивость вычислений?
23. Каковы принципы тестирования и валидации численных алгоритмов на примерах с аналитическими решениями?

Задания к лабораторным работам

ЛР 1. Решение систем линейных уравнений: прямые и итерационные методы
Цель: сравнить точность и время решения линейных систем разными методами.
Задачи: реализовать Gaussian elimination с частичным pivoting и LU-разложение; реализовать Jacobi и Gauss-Seidel; сравнить скорость роста ошибок на тестовых матрицах различной условности.
Ожидаемые результаты: код, тестовые материалы, график зависимости ошибок от условности и времени выполнения.

ЛР 2. Численная дифференциация и интеграция
Цель: оценить точность различных формул для производных и интегралов.
Задачи: реализовать разности первого и второго порядка; проверить сходство с аналитической производной; реализовать трапециевидную и Симпсонову интеграцию; оценить погрешности и эффекты выбора шага.
Ожидаемые результаты: таблицы ошибок, графики зависимости ошибки от шага, примеры использования для данных.

ЛР 3. Решение ОДУ: явные и неявные схемы
Цель: сравнить явные и неявные схемы на простых примерах.
Задачи: реализовать схему Эйлера и схему РК4; для линейной и нелинейной системы сравнить погрешности и стабильность; исследовать влияние шага на жестких системах.
Ожидаемые результаты: код, графики траекторий и таблица ошибок по шагам.

ЛР 4. Численные методы для линейных систем в условия ограничений
Цель: освоить методы для больших разреженных матриц.
Задачи: реализовать сопряжённый градиент (CG) для симметричных положительно определённых матриц; сравнить с GMRES для общих матриц; изучить влияние разреженности на время вычисления.
Ожидаемые результаты: тесты на разреженных матрицах, график времени и сходимости.

ЛР 5. Численные методы для параболических PDE (теплопроводность)
Цель: применить явные и неявные схемы к 1D теплопроводности.
Задачи: реализовать явную схему Фридрихса и неявную схемуbackward Euler; изучить устойчивость через CFL; сравнить точности.
Ожидаемые результаты: решение PDE на заданной области, анализ устойчивости, графики.

ЛР 6. Численные методы интерполяции и аппроксимации функций
Цель: сравнить интерполяцию Лагранжа, Ньютона и сплайны.
Задачи: построить интерполяционные полиномы для заданных данных, оценить погрешности, сравнить гладкость и устойчивость к шуму.
Ожидаемые результаты: графики аппроксимации, таблица ошибок, выбор метода для конкретной задачи.

ЛР 7. Численные методы для eigenvalue задач
Цель: научиться вычислять собственные значения и векторы.
Задачи: реализовать степенной метод и метод вращения Грама-ШАП (QR-алгоритм) для различных матриц; сравнить точность и скорость.
Ожидаемые результаты: набор тестов, полученные собственные значения и графики сходимости.

ЛР 8. Введение в адаптивную численную интеграцию
Цель: изучить адаптивные схемы и их управление погрешностью.
Задачи: реализовать адаптивную трапециевидную интеграцию; сравнить с фиксированным шагом; оценить экономию вычислительных ресурсов.
Ожидаемые результаты: отчёт о сравнении адаптивной и фиксированной схемы.

Вопросы к самостоятельным работам

Задание 1. Выберите задачу и сформулируйте численную модель: задайте переменные, параметры и уравнения; обоснуйте выбор явной vs неявной схемы, детерминированной vs стохастической постановки.

Задание 2. Реализуйте простой алгоритм численного интегрирования и проведите исследование зависимости погрешности от шага; приведите графики и выводы.

Задание 3. Проведите анализ сходимости для заданной системы: найдите порядок аппроксимации и подтвердите на тестах.

Задание 4. Оцените условность и устойчивость выбранной задачи: вычислите условный номер матрицы и проанализируйте влияние на точность решения.

Задание 5. Реализуйте одну из схем для параболических PDE и исследуйте влияние шага и сетки на точность и устойчивость.

Задание 6. Сравните два метода решения линейной системы на примере реальной задачи (разреженная матрица): прямой vs итерационный.

Задание 7. Проведите небольшое экспериментальное исследование по интерполяции: данные с шумом, сравните устойчивость разных методов.

Задание 8. Разработайте небольшой модуль для тестирования численных методов: набор тестов с известными решениями и критериями погрешности.

Вопросы к тесту

Часть А.

Множественный выбор (MCQ) — выберите один правильный ответ

Что такое системная погрешность и как она отличается от машинной погрешности? A) системная зависит от аппаратного обеспечения; машинная от программного обеспечения B) системная связана с моделью и методами; машинная — с точностью вычислений C) системная всегда меньше машинной D) это одно и то же

Какой метод для решения линейной системы лучше подходит для больших разреженных матриц? A) Gauss для полного матричного разложения B) jacobi C) GMRES D) прямой метод без разрежения

Что характеризует устойчивость явной схемы для дифференциального уравнения $dy/dt = \lambda y$? A) устойчивость независит от λ B) требование $|1 + h\lambda| \leq 1$ C) выбор шага не влияет на устойчивость D) устойчивость зависит только от начального условия

Что такое схема РК4 по отношению к точности? A) порядок схемы 2 B) порядок схемы 4 C) порядок схемы 1 D) не имеет порядка

Что такое условный номер матрицы A и как он влияет на точность решения? A) $\kappa(A)$ высокий → уменьшает точность B) $\kappa(A)$ высокий → улучшает точность C) $\kappa(A)$ не влияет на точность D) $\kappa(A)$ зависит от шага

Что такое стадийность метода и как она влияет на вычислительную стоимость? A) число вычисляемых шагов B) число итераций в каждом временном шаге C) размер матрицы D) количество переменных

Что характеризует метод статистической аппроксимации (Monte Carlo) по отношению к детерминированным подходам? A) не требует случайных входов B) работает только для линейных систем C) учитывает неопределенность и случайность входных данных D) не требует вычислительных ресурсов

Что такое аппроксимационная ошибка в численных методах? A) ошибка ортогональности B) разница между точным и численным решением C) ошибка округления D) ошибка отложенного решения

Что такое квадратичное среднее отклонение (MSE) и для чего оно используется? A) мера точности для линейных моделей B) мера точности для оценки погрешностей в численных решениях C) мера быстродействия D)

критерий устойчивости

Что такое спектральная радиус и как она связана с сходимостью итерационных методов? A) максимальная норма итератора B) максимальное собственное значение матрицы оператора C) минимальное собственное значение D) сумма собственных значений

Что означает стабильность схемы и как её проверить на примере простого уравнения dy/dt = -ky? A) решение растет без ограничений; проверка через знак k B) решение не расходится и остается ограниченным; проверка через анализ устойчивости и выбор шага C) устойчивость не зависит от k D) стабильность только для неявной схемы

Какой метод лучше всего использовать для оценки погрешности численного интегрирования без знания точного решения? A) параллельное выполнение B) половинный шаг (уточнение) и сравнение результатов C) только один шаг D) метод Монте-Карло

Часть B. Краткие задачи

Задача 1: Опишите простой пример задачи численного интегрирования ОДУ и запишите явную схему (например, dx/dt = f(x,t)).

Задача 2: Даны данные для функции; предложите способ оценить её производную численно и указать возможные погрешности.

Задача 3: Приведите пример задачи линейного программирования и запишите стандартную форму (целевая функция, ограничения).

Задача 4: Опишите тестовую задачу для проверки локальной сходимости численного метода в рамках лабораторной работы.

Задача 5: Опишите задачу на аппроксимацию функций и критерии выбора метода.

Задача 6: Опишите процедуру проверки устойчивости численной схемы на тестовом примере с аналитическим решением.

Часть C. Открытые вопросы

Объясните разницу между локальной и глобальной оценкой ошибок численного метода и приведите примеры, как они применяются на практике.

Обсудите критерии выбора метода для задачи с жесткими и не жесткими системами.

Каковы принципы валидации численных моделей в контексте инженерной задачи (данные, эксперименты, сравнение с решениями)?

Какие подходы к контролю качества кода численных алгоритмов вы знаете и какие тесты применяете?

Обсудите влияние точности арифметики (float/double) на результаты численных проектов и варианты mitigation.