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.02.04 «Математическое моделирование»

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 «Математическое моделирование»

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. Опишите общую схему математического моделирования: постановка задачи, выбор модели, калибровка параметров, верификация и валидация.
2. Чем отличается детерминированная модель от стохастической? Приведите примеры в разных предметных областях.
3. Что такое аппроксимация и почему её часто используют в моделировании? Приведите примеры.
4. Какие существуют типы задач моделирования: динамические vs статические, дискретные vs непрерывные, детерминированные против стохастических? Приведите по одному примеру.
5. Объясните различие между ОДУ и ПДУ. Где какие применяются и почему?
6. Назовите наиболее распространённые численные схемы для интегрирования ОДУ: явные и неявные схемы. Какие у них преимущества и ограничения?
7. Что означает устойчивость численного метода? Что такое сходимость?
8. Что такое линейное программирование? Приведите простую задачу и её формулировку.
9. Объясните понятия валидации прогноза и валидации модели. Чем они различаются?
10. Что такое калибровка параметров модели и какие методы чаще всего применяют (одномерные, многомерные, байесовские подходы)?
11. Что такое чувствительный анализ? Как его различают локальный и глобальный?
12. Что такое идентифицируемость параметров? Как её проверить?
13. Какие критерии качества модели можно использовать: точность прогноза, устойчивость, вычислительная стоимость, интерпретируемость? Приведите примеры.
14. Что такое валидационные данные? Какие источники данных можно использовать для валидации?
15. Приведите пример задачи оптимизации с ресурсными ограничениями и запишите её стандартную формулировку (целевая функция + ограничения).
16. Объясните разницу между непрерывной и дискретной моделями на примере реального процесса. Какие проблемы возникают при переходе между ними?
17. Что такое метод Монте-Карло и в каких случаях он полезен в моделировании?
18. Что такое устойчивость фиксированной точки в динамической системе? Как её определить по фазовому портрету?
19. Какие методы существуют для анализа устойчивости нелинейных систем (Ляпунов, линейизация, численные подходы)?
20. Что такое априорная информация и неопределенность в моделировании? Как с ними работать?
21. Какие виды верификации можно применить к программному

обеспечению модели (проверка кода, тестовые наборы, сравнение с известными решениями)?

22. Каковы принципы валидации модели на данных из разных источников (перекрестная валидация, разделение на обучающую/валидационную выборки)?
23. Приведите пример задачи, где важно учитывать ограничения по времени выполнения или вычислительным ресурсам. Как это влияет на выбор метода?
24. Что такое мультиобъектная оптимизация? Какие бывают подходы (многокритериальная оптимизация, равновесные точки, нормирование целей)?
25. Объясните различие между прогнозированием и именованием (фичеринг) в контексте моделирования данных.
26. Какие существуют подходы к тестированию гипотез в рамках моделирования? Приведите примеры.
27. Какие типы данных часто используют для валидации моделей и какие риски связаны с их качеством?
28. Как выбрать между простотой модели и точностью прогнозов? Какие принципы помогают найти баланс?
29. Что такое кросс-валидация и зачем она нужна в контексте параметрической калибровки?
30. Какие подходы существуют для обработки отсутствующих данных в наборе моделей и данных?

Лабораторные работы

ЛР 1. Простая динамическая модель и численная интеграция

Цель: построить и проанализировать логистическую модель роста населения.
Модель: $dx/dt = r x (1 - x/K)$.
Задачи:
1) реализовать интегрирование методом Эйлера и методом РК4;
2) сравнить траектории при разных параметрах r, K;
3) исследовать устойчивость стационарной точки $x = 0$ и $x = K$;
4) визуализировать результаты.
Ожидаемые результаты: код на выбранном языке, графики траекторий, краткий отчёт с выводами об устойчивости.

ЛР 2. Численные методы интегрирования ОДУ

Цель: сравнить явные и неявные схемы на примере линейного и нелинейного уравнения.
Задачи: реализовать Euler и RK4 для двумерной системы, рассчитать погрешности, обсудить ограничение шага по стабильности.

ЛР 3. Линейное программирование и задача оптимизации ресурсов

Цель: постановка и решение задачи распределения ограниченных ресурсов.
Задача: формулировка задачи распределения материалов между проектами, составление матрицы коэффициентов, поиск оптимального решения (методом симплекс или любым доступным методом).

Ожидаемые результаты: решение задачи, анализ чувствительности к изменению потребностей.

ЛР 4. Стохастическое моделирование (Монте-Карло)
Цель: оценить влияние случайности на результат моделирования.
Задачи: смоделировать процесс через случайные входы (например, спрос, время выполнения) и оценить распределение итогового показателя через множество повторов.
Ожидаемые результаты: оценка доверительных интервалов, написанный код, интерпретация результатов.

ЛР 5. Верификация и валидация модели
Цель: сравнить модельные прогнозы с данными; оценить качество аппроксимации.
Задачи: подобрать набор данных, вычислить показатели точности (RMSE, MAE), построить доверительные интервалы для прогнозов.
Ожидаемые результаты: анализ ошибок, рекомендации по улучшению модели.

ЛР 6. Агентно-ориентированное моделирование
Цель: исследовать простую сетевую модель распространения или взаимодействия агентов.
Задача: реализация базовой модели SIR на сетке/сетях; анализ влияния параметров контактов и скорости передачи.
Ожидаемые результаты: поведенческие графики, выводы о динамике распространения.

ЛР 7. Анализ устойчивости через фазовый портрет и линейную стабилизацию
Цель: построить фазовый портрет для нелинейной динамической системы и оценить устойчивость точек.
Задачи:
1) построить автономную систему,
2) найти стационарные точки,
3) построить фазовый портрет,
4) проверить локальную устойчивость через линейизацию.
Ожидаемые результаты: графики, выводы об устойчивости.

ЛР 8. Байесовская калибровка параметров (MCMC)
Цель: оценить неопределенность параметров модели с использованием Байесовской инверсии.
Задачи: задать априорные распределения, запустить цепи MCMC, проверить схождение, построить доверительные интервалы.
Ожидаемые результаты: код, графики постериорных распределений, интерпретации.

ЛР 9. Моделирование сетевых эпидемий (SIR на сетях)
Цель: изучить влияние структуры сети на распространение эпидемии.
Задачи: реализовать SIR на сетевом графе (регулярная/рандомизированная

сеть), исследовать влияние степени связности и коннективности на пик и длительность эпидемии.
Ожидаемые результаты: графики распространения на сети, выводы по структурам сети.

ЛР 10. Оптимизация маршрутов и распределение ресурсов
Цель: решить задачу маршрутизации или распределения материалов через ограничение бюджета/времени.
Задачи: сформулировать MILP/LP модель, применить метод симплекс или MILP-решатель, провести анализ чувствительности.
Ожидаемые результаты: решение и анализ влияния изменений входных данных.

ЛР 11. Имитационное моделирование очередей
Цель: смоделировать очередь в сервисной системе и оценить показатели (время ожидания, загрузка сервера).
Задачи: реализовать дискретно-событийное моделирование, собрать статистику по метрикам, сравнить разные политики обслуживания.
Ожидаемые результаты: код и отчёт с выводами.

ЛР 12. Численные методы для параболических PDE (теплопроводность)
Цель: применить разностную схему к параболическим уравнениям.
Задачи: выбрать схему явную/неявную Эйлеровскую и схему РК4 для PDE, исследовать зависимость от шага и сетки, визуализация тепловых процессов.
Ожидаемые результаты: решение PDE на заданной области, сравнение точности.

ЛР 13. Верификация и валидация на данных
Цель: сравнить прогнозы модели с реальными данными.
Задачи: подобрать набор данных, рассчитать RMSE/MAE, построить доверительные интервалы для прогнозов, сделать выводы по качеству модели.
Ожидаемые результаты: отчёт и код.

ЛР 14. Агентно-ориентированное моделирование
Цель: исследовать простую сетевую динамику через агентов.
Задачи: реализовать модель взаимодействия агентов (например, распространение информации/поведения), изучить эффект параметров взаимодействия.
Ожидаемые результаты: графики поведения агентов, выводы о динамике.

ЛР 15. Анализ чувствительности модели
Цель: определить наиболее влиятельные параметры.
Задачи: варьировать параметры в диапазоне, строить графики влияния, идентифицировать критические пороги.
Ожидаемые результаты: таблицы чувствительности, графики и рекомендации по калибровке.

Вопросы к самостоятельным работам

Задание 1. Выберите реальную систему (распространение информации в соцсетях, развитие болезней, производство). Постройте математическую модель (переменные, параметры, уравнения). Обоснуйте выбор типа модели (детерминированная/стоохастическая; непрерывная/дискретная). Опишите метод калибровки и критерии проверки.

Задание 2. Разработайте модель оптимизации использования ресурсов в условиях бюджета. Запишите стандартную формулировку: целевая функция, ограничения, переменные. Приведите пример данных и покажите, как проводить чувствительность.

Задание 3. Сравните два подхода: детерминированную и стохастическую модели одного и того же процесса. Опишите выводы, преимущества и ограничения каждого подхода.

Задание 4. Выполните обзор литературы по конкретной области моделирования (например, экологическое моделирование, биоинформатика, инженерия). Определите ключевые методы и направления развития.

Задание 5. Реализуйте модуль моделирования (Python/Matlab/R) для заданного процесса и подготовьте краткий отчёт с графиками.

Задание 6. Проведите анализ устойчивости вашей модели к вариациям параметров; сформулируйте условия устойчивости и неустойчивости. Приведите примеры контрпримеров.

Задание 7. Проведите сравнение двух методов верификации кода: модульные тесты против ручной проверки решений на тестовых наборах.

Задание 8. Проведите обзор подходов к калибровке в зависимости от доступности данных (мало/много данных, присутствие шума).

Вопросы к тесту

Часть А.
Множественный выбор (MCQ) — выберите один правильный ответ

Что из перечисленного относится к валидности модели? A) соответствие модели данным B) точность численного метода C) скорость вычислений D) читаемость кода

Какой метод численного интегрирования лучше для жестких систем ОДУ? A) Euler B) RK4 C) Implicit-Stiff-схемы D) Бутстрэповый метод

Что такое логистическая модель роста популяции? A) dx/dt = r x B) dx/dt = r x

(1 - x/K) C) dx/dt = -r x D) dx/dt = r

Верификация модели означает: A) проверку, что решение совпадает с данными эксперимента B) проверку корректности программного кода C) проверку на устойчивость D) проверку читаемости

Какой параметр в дифференциальном уравнении отвечает за скорость изменения? A) начальное условие B) коэффициент при переменной C) правой части уравнения D) размер шага интегрирования

Что характеризует устойчивость фиксированной точки в динамической системе? A) траектории расходятся B) траектории возвращаются к точке после возмущения C) точка не зависит от параметров D) уравнение не имеет решений

Что такое идентифицируемость параметров? A) возможность точно определить параметры из данных B) возможность моделировать процесс без данных C) возможность получить решение без численного метода D) невозможность понять параметры

Что означает глобальная чувствительность? A) влияние малого изменения параметра на решение только в окрестности точки B) влияние изменения параметра по всей области параметров C) влияние изменения параметра только на начальные условия D) влияние на вычислительную стоимость

Что такое кросс-валидация? A) разделение данных на обучающие и тестовые множества B) метод ускорения расчётов C) способ визуализации данных D) метод оценки устойчивости

Что характеризует стахостическую модель? A) все параметры фиксированы B) входные данные имеют неопределенность/случайность C) модель всегда линейна D) решения получаются аналитически

Часть B. Краткие задачи

Задача 1: Опишите модель ОДУ для простой экологической системы (конкурирующие виды). Укажите переменные, параметры, уравнения. Не приводите решение.

Задача 2: Даны данные t и y, считаем, что y примерно экспоненциальный рост. Как бы оценивали параметры A и k?

Задача 3: Приведите пример задачи линейного программирования для распределения ограниченных ресурсов между тремя проектами и запишите стандартную форму.

Задача 4: Опишите, как можно проверить корректность реализации численной

схемы на тестовом примере с известным аналитическим решением.

Задача 5: Дайте краткую формулировку задачи стохастического моделирования в экономике (например, спрос с шумом).

Задача 6: Опишите подходы к проверке устойчивости численных схем на тестовых примерах.

Часть С. Открытые вопросы

1. Объясните разницу между верификацией и валидацией на конкретном примере и предложите подходы для их реализации в учебном проекте.

2. Объясните, как можно использовать метод Монте-Карло для оценки неопределённости прогноза и как это влияет на управленческие решения.

3. Обсудите подходы к выбору модели: как понять, что ваша модель достаточна для целей задачи?

4. Опишите процесс калибровки параметров в условиях ограниченных данных: какие методы и критерии применяете?

5. Какой роли играет размер шага в численных методах для устойчивости решения и вычислительной стоимости? Приведите примеры.