Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 02.11.2026 14:28:19
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
подписано ЭЦП Гайсин Ф.Р.
(подпись, инициалы, фамилия)

«26» 02 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа бакалавриата
01.03.02 Прикладная математика и информатика
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Математическое моделирование и управление процессами и системами
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Бирск 2026 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика профиль Математическое моделирование и управление процессами и системами, одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол №7 от 27.02.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 27.02.2026.

Зав.кафедрой кафедры высшей математики и физики *(наименование кафедры разработчика программы)*	*подписано ЭЦП*	Чудинов В.В.
Разработчик программы	*подписано ЭЦП*	Чудинов В.В.
Руководитель образовательной программы	*подписано ЭЦП*	Бигаева Л.А.

1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: освоение основного понятийно-терминологического аппарата и методов применяемых для описания реальных процессов и явлений, принципов математического моделирования; формирование умений и навыков использования методов точного и приближенного решения модельных задач, способов оценки численных результатов и их анализ; способностью применить соответствующую исследуемому процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной
код компетенции	наименование компетенции	
ОПК-2	Способениспользоватьиадаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.1. Демонстрирует навыки объектно-ориентированного программирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности.
		ОПК-2.2. Подбирает среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи.
		ОПК-2.3. Использует и адаптирует существующие математические методы для решения конкретной прикладной задачи
ОПК-3	Способенприменятьимодифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Строит адекватные математические модели реальных процессов, объектов и систем в соответствии предметной области.
		ОПК-3.2. Модифицирует математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.
		ОПК-3.3. Применяет математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
ОПК-5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического	ОПК-5.1. Демонстрирует методы разработки алгоритмов и компьютерных программ
		ОПК-5.2. Анализирует методы разработки алгоритмов и компьютерные программы, пригодные для практического применения

	применения	ОПК-5.3. Разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	144	6 семестр - 144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	70	6 семестр - 70
в том числе:		
лекции	28	6 семестр - 28
лабораторные занятия	32	6 семестр - 32
практические занятия	10	6 семестр - 10
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0.5	6 семестр - 1
консультации	1	6 семестр - 1
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	74	6 семестр - 74
Из них:		
контроль	34.8	
ФКР:		
зачет	0	
зачет с оценкой	0	
курсовая работа (проект)	0	
экзамен	1.2	6 семестр - 1

3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности						Форма текущего контроля успеваемости
		Лек, час.	Лаб, час.	П, час.	Эк, час.	КоР, час.	СРС, час.	
3 курс / 6 семестр								
1	Модель. Основы математического моделирования							
2	Основные понятия и принципы математического моделирования Математика и математическое моделирование. Прямые и обратные задачи математического моделирования.	2					4	Тестирование

	Универсальность математических моделей. Принцип аналогий. Иерархия моделей.Этапы моделирования. Применимость математической модели и погрешность. Обусловленность систем линейных алгебраических уравнений. Свойства обусловленности. Корректность постановки задачи. Примеры корректных и некорректных задач. Компьютерное моделирование. Численный эксперимент.							
3	Основы теории разностных схем Основные понятия теории разностных схем. Сетки и сеточные функции. Аппроксимация. Оператор проектирования. Аппроксимация. Согласованность норм. Погрешность аппроксимации. Корректность разностной схемы. Сходимость разностной схемы.	2					4	Тестирование
4	Разностные уравнения Разностные уравнения. Разностные уравнения второго порядка. Задача Коши. Краевые задачи. Метод прогонки. Потоковый вариант метода прогонки. Матричная и циклическая прогонка.	2						Тестирование
5	Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) Краевые задачи для ОДУ. Общая постановка краевой задачи. Линейная краевая задача. Редукция к задаче Коши краевой задачи для линейного дифференциального уравнения второго порядка. Метод конечных разностей при решении краевой задачи для линейного уравнения второго порядка. Метод коллокации. Решение краевой задачи линейного дифференциального уравнения второго порядка. Метод наименьших квадратов. Решение краевой задачи линейного дифференциального уравнения второго порядка. Метод Галеркина.	4	6	2			4	Лабораторная работа, Решение задач
6	Моделирование физических процессов							
7	Математическое моделирование физических процессов	4					6	Тестирование

	Математическое моделирование физических процессов. Стационарные процессы. Постановка краевых задач (на примере уравнения Пуассона). Нестационарные процессы. Уравнения параболического типа. Уравнения гиперболического типа. Уравнение переноса.							
8	Математические модели нелинейных процессов. Математические модели нелинейных процессов. Математические модели процессов нелинейной теплопроводности и горения. Краевые задачи для квазилинейного уравнения теплопроводности. Математические модели теории нелинейных волн (Метод характеристик. Обобщенное решение. Условие на разрыве. Уравнение Кортевега-де Фриза и законы сохранения). Схема метода обратной задачи (Прямая и обратная задачи рассеяния. Решение задачи Коши. Схема построения быстроубывающих решений задачи Коши).	4					5.5	Тестирование
9	Моделирование стационарных процессов. Моделирование стационарных процессов. Уравнение Лапласа. Конечно-разностная аппроксимация уравнения Лапласа. Решение задачи Дирихле методом сеток. Уточненный метод усреднения Либмана. Имитационного моделирование. Приближенное решение задачи Дирихле. Метод статистического моделирования. Приближенное решение задачи Дирихле методом Монте-Карло.	2	8	2			2	Лабораторная работа
10	Моделирование нестационарных процессов Моделирование нестационарных процессов. Метод сеток для уравнения параболического типа. Явная схема. Устойчивость разностной схемы для уравнений параболического типа. Метод прогонки для уравнения параболического типа. Неявная схема. Метод сеток для уравнения гиперболического типа.	4	8	2			4	Лабораторная работа

11	Моделирование явлений переноса Моделирование уравнений переноса. Смешанная задача Коши. Задача Коши. Разностная аппроксимация уравнения переноса. Одномерное уравнение. Схема Кранка-Николсона. Схемы метода бегущего счета для численного решения уравнения переноса. Критерий Куранта для определения устойчивости разностного решения уравнения переноса. Двумерное уравнение переноса с переменными коэффициентами. Схема расщепления. Нестационарное уравнение переноса.	2	6	2			4	Лабораторная работа
12	Математические модели фрактальных и динамических структур Фракталы и фрактальные структуры. Фракталы в математике. Размерность самоподобия. Фракталы в природе. Моделирование дендритов.Самоорганизация и образование структур. Синергетика. Диссипативные структуры. Модель брюсселятора. Детерминированный хаос.	2	4	2			4	Лабораторная работа
13	Контрольная работа					1	0.5	
14	Экзамен				1		36	
Итого по 3 курсу 6 семестру		28	32	10	1	1	74	
Итого по дисциплине		28	32	10	1	1	74	

Таблица 4 – Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Объем, час.

Таблица 5 – Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Наименование семинарских и практических работ	Объем, час.

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Математическая модель

1. Чем вызвана, что в результате применения численного метода могут быть получены не точные, а приближенные значения искомой функции, даже если все предписанные методом вычисления проделаны абсолютно точно?
    1. Погрешностью метода.
    2. Не устранимой погрешностью.
    3. Погрешностью округления.
    4. Неточностью модели и погрешностью исходных данных.
2. Перечислите условия при которых задача называется корректно поставленной.
    1. Существование решения.
    2. Единственность решения.
    3. Устойчивость.
    4. Точное задание начальных данных.
3. Если задача имеет единственное решение, непрерывно зависящее от начальных и граничных условий, то она является …
    1. вполне непрерывной;
    2. неопределенной;
    3. корректной;
    4. некорректной.
4. Чем вызвана, что математическая модель исследуемого объекта не может учитывать все без исключения явления, влияющие на состояние объекта?
    1. Погрешностью метода.
    2. Не устранимой погрешностью.
    3. Погрешностью округления.
    4. Неточностью численного метода и погрешностью исходных данных.
5. Как называются погрешности вызванные тем, что любые арифметические операции над числами производятся при наличии ограниченного количества используемых для записи чисел разрядов позиционной системы исчисления?
    1. Погрешностью метода.
    2. Не устранимой погрешностью.
    3. Погрешностью округления.
    4. Неточностью численного метода и погрешностью исходных данных.
6. При нарушении каких условий задача становится некорректной.
    1. Существование решения.

2. Единственность решения.
3. Устойчивость.
4. Точное задание начальных данных.
5. Адекватность модели реальной задаче.

7. Полная погрешность задачи включает
   1. погрешность модели;
   2. погрешность метода;
   3. грубые ошибки;
   4. мелкие погрешности;
   5. Вычислительные погрешности.
8. Для любой задачи можно найти приближенное решение, если она ….
   1. корректна:
   2. некорректна;
   3. устойчива;
   4. использует точные исходные данные.

10. Как определяется адекватность математической модели реальному процессу (явлению):
    1. Экспертной оценкой математической модели специалистами.
    2. Сопоставлением результатов наблюдений или эксперимента с результатами численного расчета.
    3. Расчетом и проверкой по тестовой (проверочной) задаче.
    4. Логичностью и доказуемостью математических выводов.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.
Критерии оценки (в баллах)*:*
- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Контрольная работа

Вариант 1

1. Составить конечно-разностную аппроксимацию данной краевой задачи

$y''(x)+2y'(x)-\frac{4}{x}y(x)=1,\quad y'(0,5)=1,5,\quad y(1)+y'(1)=4.$

2. Используя метод конечных разностей, составить решение краевой задачи для обыкновенных ДУ с точностью $\varepsilon=10^{-3}$, шаг $h=0,1$

$y''(x)-\frac{x}{2}y'(x)+y(x)=x+1\quad y(0)+y'(0)=1,\quad y'(0,3)=2,6,\quad ..$

Вариант 2

1. Составить конечно-разностную аппроксимацию данной краевой задачи

$y''(x)+\frac{1}{x}y'(x)=0,\quad y'(0,5)=2,\quad y(1)+y'(1)=1,\quad 0,5\le x\le 1.$

2. Используя метод конечных разностей, составить решение краевой задачи для обыкновенных ДУ с точностью $\varepsilon=10^{-3}$, шаг $h=0,1$

$y''(x)+\frac{x}{2}y'(x)-y(x)=2\quad y'(1)-y(1)=1\quad y'(1,3)=2,6.$

Вариант 3

1. Составить конечно-разностную аппроксимацию данной краевой задачи

$y''(x)+(x+y)y'(x)-2y(x)=2(2x-1),\ 4y(0,5)-y'(0,5)=2,\ y(1)+2y'(1)=0,$

$0,5\le x\le 1.$

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания контрольной работы

Описание методики оценивания: при оценке выполнения студентом контрольной работы максимальное внимание следует уделять следующим аспектам: насколько полно в теоретическом вопросе раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит аргументацию и пояснения.

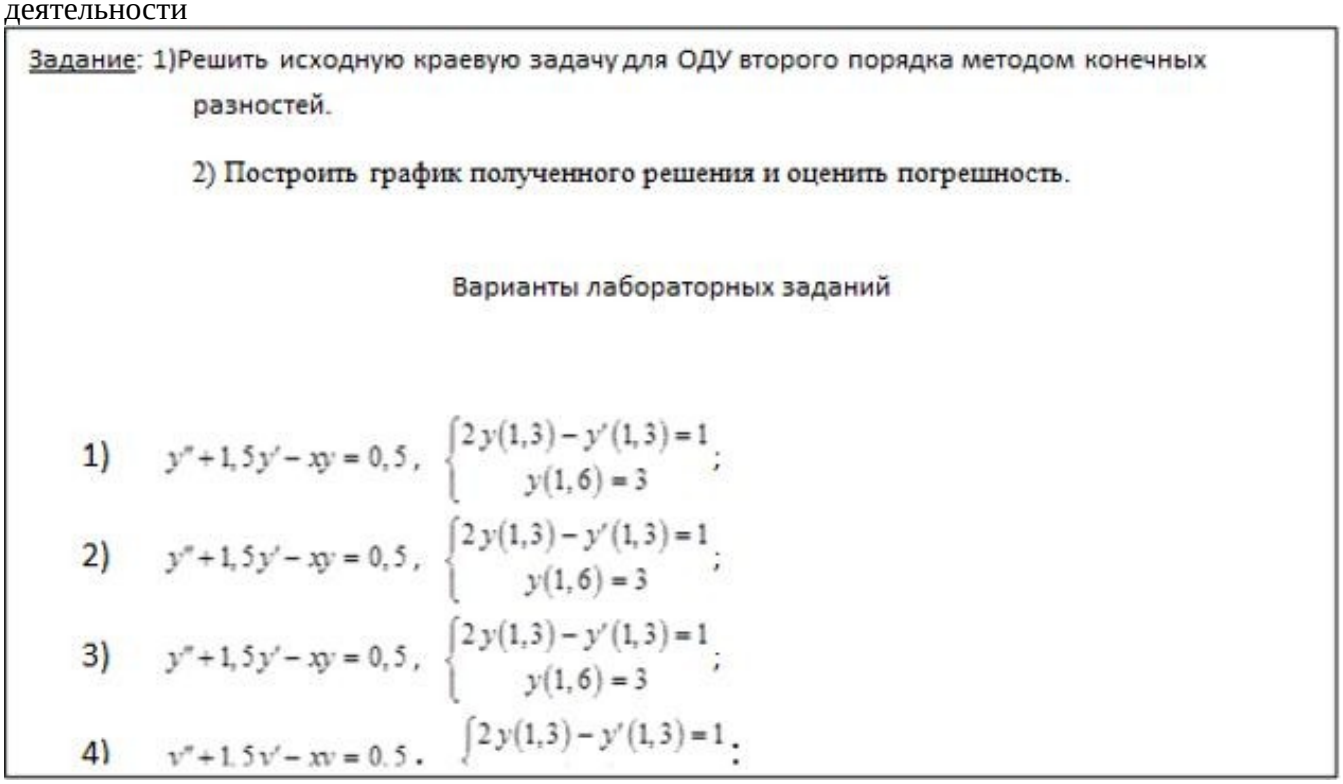
Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе полно раскрыто содержание материала; четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит пояснения; тестовые задания решены свыше, чем на 80%; уровень знаний, умений, владений – высокий;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если В теоретическом вопросе раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; ответ самостоятельный; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения в

последовательности изложения; небольшие недостатки при использовании научных терминов; кейс-задание решено верно, но решение не доведено до завершающего этапа; тесты решены на 60-80%. Уровень знаний, умений, владений – средний;
- **5-6** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе усвоено основное, но непоследовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, практических занятий; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности невысокий, наблюдаются пробелы и неточности; в решение кейс-задания верно выполнены некоторые этапы; тесты решены на 40-60%; уровень знаний, умений, владений – удовлетворительный;
- **менее 5** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе не изложено основное содержание учебного материала, изложение фрагментарное, не последовательное; определения понятий не четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности очень низкий; тесты решены менее, чем на 40 %; уровень знаний, умений, владений – недостаточный.

Решение задач

Решение задач способствует формированию умений и навыков относящихся к конкретной сфере деятельности


Задание: 1)Решить исходную краевую задачу для ОДУ второго порядка методом конечных разностей.

2) Построить график полученного решения и оценить погрешность.

Варианты лабораторных заданий

1) $y''+1,5y'-xy=0,5,\ \begin{cases}2y(1,3)-y'(1,3)=1\\ y(1,6)=3\end{cases};$

2) $y''+1,5y'-xy=0,5,\ \begin{cases}2y(1,3)-y'(1,3)=1\\ y(1,6)=3\end{cases};$

3) $y''+1,5y'-xy=0,5,\ \begin{cases}2y(1,3)-y'(1,3)=1\\ y(1,6)=3\end{cases};$

4) $y''+1,5y'-xy=0,5.\ \begin{cases}2y(1,3)-y'(1,3)=1\end{cases};$

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения практического задания

Описание методики оценивания выполнения практического задания: оценка (баллы) за выполнение практического задания ставится на основе оценивания трудоемкости выполняемых действий, оценки достижения поставленной цели и правильности выполнения отдельных пунктов (шагов) данной работы. Оцениваемые пункты (шаги, виды деятельности) при выполнении практического заданияопределяются в соответствии с формой отчета. Оценка (баллы) выполнения практического задания складывается как сумма оценок (баллов) по каждому виду деятельности. Суммарная оценка (балл) выполнения практических работ складывается из суммы оценок (баллов) по каждомупрактическому заданию.

Форма отчёта:

1. Постановка задач. Геометрическая интерпретация.
2. Метод решения.
3. Аналитический или численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата.
4. Анализ полученного результата.

Пояснения к отдельным пунктам отчета.

Постановка задачи включает краткую математическую формулировку задачи с пояснением отдельных моментов, а также необходимые графики и/или рисунки.

Должны быть приведены основные моменты применяемых методов.

Аналитический или численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата. Результаты численных расчетов должны быть оформлены по всем правилам записи приближенных чисел, т.е. запись приближенного решения только с верными значащими цифрами и допускаемой погрешностью.

Анализ численных результатов должен дать ответ на вопрос, соответствуют ли полученные результаты искомому решению поставленной задачи и почему.

Например. Общая трудоемкость лабораторной работы оценивается в **10** баллов, которая складывается из оценок по видам деятельности

1. Постановка задач. Геометрическая интерпретация. (**1** балла)
2. Краткая теория (метод решения). (**2** балла)
3. Аналитический или численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата. (**5** балла)
4. Анализ полученного результата. (**2** балла)

Если лабораторных работ всего пять с оценками: 15, 12, 12, 10, 11, то всего баллов по лабораторным работам составляет: 60.

Лабораторная работа

Математическое моделирование

Тематика лабораторных работ.

Форма отчёта:

1. Постановка задач. Метод решения. (Краткая теория). Геометрическая интерпретация.
1. Алгоритм решения поставленной задачи. (Блок-схема).
2. Текст программы.
3. Тестовый пример.
4. Численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата. Протокол работы программы.
5. Анализ полученного результата.

Задания для лабораторных работ из пособия (А):

«Практикум по вычислительной математике» Воробьёва Г.Н. Данилова А. Н.: Высшая школа ,1990.

Лабораторная работа № 1

Тема: Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши.

Лабораторная работа № 2

Тема: Численное решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши.

Задание:

1) Привести ОДУ второго порядка к системе ОДУ первого порядка.

2). Полученную систему численно решить методами Эйлера и Рунге-Кутта с точностью до 0,0001.

2) Построить график полученного решения и оценить погрешность.

Лабораторная работа № 3

Тема: Приближенные методы решения ОДУ.

Задание: Из (А) гл.9 Работа №7, стр. 159-161.

Лабораторная работа № 4

Тема: Приближённые методы решения ДУ с частными производными. Задача Дирихле в прямоугольной области.

Задание: Из (А) Гл. 10, работа №1, стр. 161-172.

Лабораторная работа № 5

Тема: Приближённые методы решения ДУ с частными производными. Задача Дирихле в произвольной области.

Задание: Из (А) Гл. 10, работа № 2, стр. 161-172.

Лабораторная работа № 6

Тема: Приближённые методы решения дифференциальных уравнений параболического типа. Метод сеток.

Задание: Из (А) гл.10 Работа №3, стр. 172-173.

Лабораторная работа № 7

Тема: Приближённые методы решения дифференциальных уравнений гиперболического типа. Метод сеток.

Задание: Из (А) Гл.10. Работа №4 стр. 174-176.

Лабораторная работа № 8

Тема: Приближённые решение ДУ с частными производными. Задача Дирихле. Метод статистического моделирования (Монте-Карло).

Задание: Из (А) Гл.10. Работа №1 стр. 161-168.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторных работ

Описание методики оценивания выполнения лабораторной работы: оценка (баллы) за выполнение лабораторной работы ставится на основе оценивания трудоемкости выполняемых действий, оценки достижения поставленной цели и правильности выполнения отдельных пунктов (шагов) лабораторной работы. Оцениваемые пункты (шаги, виды деятельности) при выполнении лабораторной работы определяются в соответствии с формой отчета по лабораторной работе. Оценка (баллы) за лабораторную работу складыевается как сумма оценок (баллов) по каждому виду деятельности.

Суммарная оценка (балл) выполнения лабораторных работ складывается из суммы оценок (баллов) по каждой лабораторной работе.

Форма отчёта:

1. Постановка задач. Краткая теория (метод решения). Геометрическая интерпретация.
2. Алгоритм решения поставленной задачи. (Блок-схема).
3. Текст программы.
4. Тестовый пример.
5. Численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата. Протокол работы программы.
6. Анализ полученного результата.

Пояснения к отдельным пунктам отчета.

Постановка задачи включает краткую математическую формулировку задачи с пояснением отдельных моментов, а также необходимые графики и/или рисунки. Должны быть приведены основные моменты применяемых методов.

Алгоритм решения задачи может быть оформлен или в виде блок-схемы, или в словесной форме. Допускается описание алгоритма осмысленными частями (блоками).

Текст программы численного решения задачи должен быть написан на предлагаемом языке программирования, который может быть изменен по согласованию с преподавателем данного курса (например, это может быть команды или операции пакета прикладных программ).

Под тестовым примером или тестом понимается задача (аналогичная по постановке искомой задаче) у которой известно точное решение, что позволяет сравнить численные результаты (приближенное и точное решения) и оценить допускаемую погрешность. По результатам тестирования должен быть сделан вывод.

Протокол работы программы должен включать результаты как по тестовому примеру, так и численного расчета искомой задачи. Результаты численных расчетов должны быть оформлены по всем правилам записи приближенных чисел, т.е. запись приближенного решения только с верными значащими цифрами и допускаемой погрешностью.
Анализ численных результатов должен дать ответ на вопрос, соответствуют ли полученные результаты искомому решению поставленной задачи и почему.
Например. Общая трудоемкость лабораторной работы оценивается в **15** баллов, которая складывается из оценок по видам деятельности

1. Постановка задач. Краткая теория (метод решения). Геометрическая интерпретация. (**3** балла)
2. Алгоритм решения поставленной задачи. (Блок-схема). (**2** балла)
3. Текст программы. (**2** балла)
4. Тестовый пример. (**3** балла)
5. Численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата. Протокол работы программы. (**3** балла)
6. Анализ полученного результата. (**2** балла)

Если лабораторных работ всего пять с оценками: 15, 12, 12, 10, 11, то всего баллов по лабораторным работам составляет: 60.

Экзаменационные билеты

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Структура экзаменационного билета: в билете указывается кафедра в рамках нагрузки которой реализуется данная дисциплина, форма обучения, направление и профиль подготовки, дата утверждения; билет может включать в себя теоретический(ие) вопрос(ы) и практическое задание (кейс-задание).

Примерные вопросы к экзамену, 3 курс / 6 семестр

1. Модели предметных областей. Свойства моделей. Цели моделирования.
2. Математическая модель. Этапы моделирования.
3. Классификация математических моделей.
4. Точные и приближенные решения, устойчивость и корректность.
5. Применимость математической модели и погрешность. Обусловленность систем линейных алгебраических уравнений.
6. Компьютерное моделирование. Численный эксперимент.
7. Основные положения имитационного моделирования. Этапы имитационного моделирования.
8. Дискретное и непрерывное имитационное моделирование. Основные положения.
9. Этапы создания и использования имитационной модели.
10. Основные понятия теории разностных схем. Сетки и сеточные функции.
11. Основные понятия теории разностных схем. Аппроксимация. Оператор проектирования.
12. Основные понятия теории разностных схем. Аппроксимация. Согласованность норм. Погрешность аппроксимации.
13. Основные понятия теории разностных схем. Корректность разностной схемы. Сходимость разностной схемы.
14. Разностные уравнения. Разностные уравнения второго порядка. Задача Коши.
15. Разностные уравнения второго порядка. Краевые задачи. Метод прогонки.
16. Потоковый вариант метода прогонки.
17. Матричная и циклическая прогонка.
18. Краевые задачи для ОДУ. Общая постановка краевой задачи. Линейная краевая задача.
19. Редукция к задаче Коши краевой задачи для линейного дифференциального уравнения второго порядка.

20. Метод конечных разностей при решении краевой задачи для линейного уравнения второго порядка.
21. Метод коллокации. Решение краевой задачи линейного дифференциального уравнения второго порядка.
22. Метод наименьших квадратов. Решение краевой задачи линейного дифференциального уравнения второго порядка.
23. Метод Галеркина. Решение краевой задачи линейного дифференциального уравнения второго порядка.
24. Математическое моделирование физических процессов. Стационарные процессы. Постановка краевых задач (на примере уравнения Пуассона). Аналитические методы решения.
25. Математическое моделирование физических процессов. Нестационарные процессы. Уравнения параболического типа. Аналитические методы решения.
26. Математическое моделирование физических процессов. Нестационарные процессы. Уравнения гиперболического типа. Аналитические методы решения.
27. Уравнение Лапласа. Конечно-разностная аппроксимация уравнения Лапласа.
28. Решение задачи Дирихле методом сеток. Уточненный метод усреднения Либмана.
29. Имитационного моделирование. Приближенное решение задачи Дирихле.
30. Метод статистического моделирования. Приближенное решение задачи Дирихле методом Монте-Карло.
31. Метод прямых для уравнения Пуассона.
32. Метод сеток для уравнения параболического типа. Явная схема.
33. Устойчивость разностной схемы для уравнений параболического типа.
34. Метод прогонки для уравнения параболического типа. Неявная схема.
35. Метод сеток для уравнения гиперболического типа.
36. Основные понятия теории разностных схем. Устойчивость.
37. Основные понятия теории разностных схем. Равномерная устойчивость.
38. Одномерное уравнение переноса. Смешанная задача Коши. Задача Коши. Аналитические методы решения.
39. Разностная аппроксимация уравнения переноса. Одномерное уравнение. Схема Кранка-Николсона.
40. Схемы метода бегущего счета для численного решения уравнения переноса.
41. Критерий Куранта для определения устойчивости разностного решения уравнения переноса.
42. Двумерное уравнение переноса с переменными коэффициентами. Схема расщепления.
43. Нестационарное уравнение переноса.
44. Разностные схемы для уравнений с разрывными коэффициентами, основанные на вариационных принципах.
45. Построение простейших разностных уравнений диффузии с помощью метода Ритца.
46. Построение простейших разностных уравнений диффузии с помощью метода Галеркина.
47. Вариационно-разностные схемы для двумерного уравнения эллиптического типа. Метод Ритца.
48. Вариационно-разностные схемы для двумерного уравнения эллиптического типа. Метод Галеркина.

Образец экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ

Кафедра высшей математики и физики	
Дисциплина: Математическое моделирование очная форма обучения 3 курс 6 семестр	Курсовые экзамены 20__-20__ г. Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика Профиль: Математическое моделирование и управление процессами и системами
Экзаменационный билет № 1 1. Математическая модель. Этапы моделирования. 2. Математическое моделирование физических процессов. Нестационарные процессы. Уравнения гиперболического типа. Аналитические методы решения. 3. Задача	
Дата утверждения: __.__._____	Заведующий кафедрой _____

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответа на экзамене

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Если студент в результате своей учебной деятельности набрал **P** баллов из максимально возможных **S** баллов по данной дисциплине, то нормированный балл студента **N** определяется из выражения **N=P*S0/S**, где **S0** определяемой вузом верхняя планка баллов в рейтинговой системе, **S0=80**.

При оценке ответа на экзамене максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- **10-16** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Итоговое количество баллов студента определяется из суммы нормированного балла за практическую часть (максимальное количество баллов 80) и баллов полученных на экзамене (максимальное количество баллов 30)

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:

6 семестр - экзамен.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины:

для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1

3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная учебная литература

1. Компьютерное моделирование физических процессов / А. В. Никитин , А. И. Слободянюк , М. Л. Шишаков .— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011 .— 679 с.
2. Уравнения математической физики : учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика"/ К. Б. Сабитов .— Москва : Высшая школа, 2013 . — 352 с.
3. Безруков, Алексей Иосифович. Математическое и имитационное моделирование : учеб. пособ. для студ. вузов, обуч. по направл. подгот. 01.03.04 "Приклад. матем.", 38.03.05 "Бизнес-информатика" (квал.(степ.)"бакалавр") / А. И. Безруков, О. Н. Алексенцева .— Москва : ИНФРА-М, 2017 .— 227 с

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Введение в численные методы : учеб.пособ. для вузов / А. А. Самарский .— 5-е изд., стер. — СПб. : Лань, 2009 .— 288 с.
2. Элементарная обработка результатов эксперемента : учеб. пособ. / М. А. Фаддеев .— СПб. : Лань, 2008 .— 117с :

5.3. Другие учебно-методические материалы

Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», находящихся в свободном доступе

1. http://nehudlit.ru/books/subcat259.html
2. http://lib.mexmat.ru/catalogue.php
3. http://www.nehudlit.ru/books/detail1184966.html
4. www.techlibrary.ru/ Методы вычислительной математики : учеб.пособ. / Г. И. Марчук .— 4-е изд., стер. — СПб. : Лань, 2009 .— 608 с. : ил .— (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по математике)

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и

программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

Программное обеспечение

1. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
2. Система дистанционного обучения Moodle - Бесплатная лицензия http://www.gnu.org/licenses/gpl.html
3. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
4. Математический пакет Scalib - Бесплатная лицензия https://www.scilab.org/about/scilab-open-source-software
5. Математический пакет Maxima - Бесплатная лицензия http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html
6. Браузер Яндекс - Бесплатная лицензия https://yandex.ru/legal/browser_agreement/index.html
7. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
8. Pascalabc, PascalABC.NET - Бесплатная лицензия https://pascal-abc.ru, http://pascalabc.net

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 302(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, компьютер, мебель, проектор. Программное обеспечение 1. Операционная система Astra Linux

		2. Браузер Google Chrome 3. LIBREOFFICE
Аудитория 313(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Компьютер, мебель, учебно-наглядные пособия, экран. Программное обеспечение 1. Система дистанционного обучения Moodle 2. Браузер Яндекс 3. Браузер Google Chrome 4. LIBREOFFICE
Аудитория 412а(ФМ)	Для консультаций, Для хранения оборудования	Компьютер, мебель, учебно-методическая литература. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome
Аудитория 415(ФМ)	Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Компьютер, мебель, учебно-методическая литература. Программное обеспечение 1. Математический пакет Scalib 2. Математический пакет Maxima 3. Pascalabc, PascalABC.NET 4. Операционная система Astra Linux
Аудитория 420(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель, учебно-методические пособия, учебно-наглядные материалы. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome