

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 3 » 05 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.О.10 Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Автоматизированные системы обработки информации и управления

магистр
квалификация

Очная, очно-заочная
форма обучения

Нижекамск, 2023 г.

Составитель ФОС:

доцент

(должность)

(подпись)

Л.Р. Вотякова

(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ИСТ,
протокол от 29.03.2023 г. № 7

Зав. кафедрой

(подпись)

Н.В. Лежнева

(Ф.И.О.)

Эксперт:

Л.Р. Вотякова

Руководитель программы магистратуры,
разработчик учебного плана

Ф.И.О., должность, организация, подпись

Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины

ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

ОПК-1.1 Знает математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности;

ОПК-1.2 Умеет решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний;

ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач;

ОПК-2.1 Знает современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач;

ОПК-2.2 Умеет обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач;

ОПК-2.3 Владеет навыками разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач.

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические Занятия, лабораторный практикум	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	Тема 1, тема 2, тема 3, тема 4, тема 5, тема 6, тема 7, тема 8, тема 9	Не предусмотрены	Тема 1-11	Не предусмотрены	Текущий контроль, лаб. работы, зачет
ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Тема 1, тема 2, тема 3, тема 4, тема 5, тема 6, тема 7, тема 8, тема 9	Не предусмотрены	Тема 1-11	Не предусмотрены	Текущий контроль, лаб. работы, зачет

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Лабораторный практикум, текущий контроль	
Лабораторная работа	Балл
	очная форма
	2 семестр
№1	5 – 7
№2	5 – 8
№3	5 – 9
№4	5 – 9
№5	5 – 9
№6	5– 8
№7	5 – 7
№8	5 – 7
№9	5 - 9
№10	5 - 8
№11	5 - 9
Текущий контроль	5-10
ИТОГО	60-100

Шкала оценивания

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

Краткая характеристика оценочных средств

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного средства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Лабораторная работа	Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины с использованием технических средств	Темы лабораторных работ, задания по темам лабораторных работ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет информационных технологий
Кафедра ИСТ

Направление подготовки: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Программа: Автоматизированные системы обработки информации и управления

Комплект лабораторных работ по дисциплине
«Математическое моделирование объектов с распределенными параметрами»

Лабораторная работа №1

Тема «Метод прогонки для решения систем конечно-разностных уравнений с трехдиагональной матрицей».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Решить систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) с трехдиагональной матрицей методом прогонки

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 = 4 \\ x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 7 \\ 3x_2 + 5x_3 - x_4 = 1 \\ 2x_3 + 4x_4 + x_5 = 5 \\ x_4 + 3x_5 = 3 \end{cases}$$

3. Составить программу решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей методом прогонки состоящей из n уравнений.
4. Реализовать программу решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей методом прогонки на компьютере. Протестировать программу.
5. Составленную программу оформить в виде подпрограммы.
6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №2

Тема «Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения II порядка».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Дана краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения II порядка:

$$y'' - (3 \cdot x + 1) \cdot y' - \frac{6 \cdot y}{x} = 10 \cdot x + 7$$

$$y'(0,5) - y(0,5) = 1; \quad y(0,8) + 2 \cdot y'(0,8) = 1,5.$$

$$(a=0,5; \quad b=0,8).$$

Найти численное решение краевой задачи методом конечных разностей при $n = 3$, используя равномерную сетку. Для аппроксимации производных в дифференциальном уравнении использовать центрально-разностные формулы.

3. Дана двухточечная краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения II порядка:

$$y'' + p(x) \cdot y' + q(x) \cdot y = f(x) \quad (a < x < b);$$

$$c_1 y(a) + d_1 \cdot y'(a) = g_1;$$

$$c_2 y(b) + d_2 \cdot y'(b) = g_2.$$

Здесь $p(x), q(x), f(x)$ - известные функции; $c_1, d_1, g_1, c_2, d_2, g_2$ - известные константы; отрезок $[a, b]$ - известен.

Построить конечно - разностную схему, используя центрально-разностные формулы для аппроксимации производных в дифференциальном уравнении (сетка равномерная).

Составить программу решения задачи. Для решения системы конечно-разностных уравнений использовать метод прогонки. При составлении программы использовать подпрограмму решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей методом прогонки.

4. Задачу из п.2 решить с помощью разработанной программы при $n = 3$ и $n = 5$. Полученные результаты представить графически.

5. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №3

Тема «Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Явная схема».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.

2. Дана I краевая задача для уравнения теплопроводности:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x, t) \quad (0 < x < l, \quad 0 < t \leq T),$$

$$u(x, 0) = 2x \cdot (1 - x) + 0,7 \cdot (k - 0,5),$$

$$u(0, t) = 2 \cdot t + 0,7 \cdot (k - 0,5),$$

$$u(l, t) = 3 \cdot (t + 0,12) + 0,5 \cdot (k + 1).$$

Здесь $f(x, t) = 3x + 2t$, l - длина стержня; $l = 0,6$; $T = 0,01$; k - номер варианта.

Найти численное решение краевой задачи с помощью явной схемы при $r = 1/6$, $n = 6$.

3. Составить программу решения краевой задачи с помощью явной схемы. Результаты расчета напечатать в виде таблицы.

4. Задачу из п.2 решить с помощью разработанной программы при $n = 6$, $m = 6$.

5. Исследовать влияние шагов интегрирования на устойчивость конечно - разностной схемы, используя разработанную программу.

6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №4

Тема «Первая краевая задача для уравнения теплопроводности. Неявная схема».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.

2. Дана I краевая задача для уравнения теплопроводности:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x, t) \quad (0 < x < l, \quad 0 < t \leq T),$$

$$u(x, 0) = 2x \cdot (1 - x) + 0,7 \cdot (k - 0,5),$$

$$u(0, t) = 2 \cdot t + 0,7 \cdot (k - 0,5),$$

$$u(l, t) = 3 \cdot (t + 0,12) + 0,5 \cdot (k + 1).$$

Здесь $f(x, t) = 3x + 2t$, l – длина стержня; $l = 0,6$; $T = 0,01$; k – номер варианта.

Найти численное решение краевой задачи с помощью неявной схемы при $r = 1/6$, $n = 6$.

3. Составить программу решения краевой задачи с помощью неявной схемы. При разработке программы использовать подпрограмму решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей методом прогонки. Результаты расчетов напечатать в виде таблицы.

4. Задачу из п.2 решить с помощью разработанной программы при $n = 6$, $m = 6$. Сравнить температурные поля, полученные с помощью явной и неявной схем.

5. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №5

Тема «Расчет стационарного двумерного температурного поля при течении в трубе».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.

2. При известном поле скоростей нужно рассчитать двумерное температурное поле $T(r, z)$ несжимаемой жидкости, протекающей в трубе радиусом R и длиной l . Профиль скорости имеет параболический вид

$$u_z(r) = u_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right),$$

где u_0 – скорость на оси трубы. Поперечная составляющая скорости $u_r = 0$.

Двумерное температурное поле $T(r, z)$ находится в результате решения уравнения энергии, которое имеет вид:

$$c_p \rho v_z \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\lambda}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right).$$

Граничные условия: на входе температура известна, на оси трубы ставится условие симметрии, а на стенке ($r=R$) задается известное распределение температуры.

При выводе конечно – разностных уравнений использовать метод контрольного объема.

3. Разработать алгоритм решения краевой задачи из п.2.

4. Составить программу решения краевой задачи из п.2. При разработке программы использовать подпрограмму решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей методом прогонки.

5. С помощью разработанной программы исследовать влияние скорости на входе на поле температур в расчетной области. Полученные результаты представить графически.

6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №6

Тема «Решение 1-й краевой задачи для уравнения теплопроводности в математическом пакете MatLab».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.

2. Средства математического пакета MatLab для решения дифференциальных уравнений.

3. Дана I краевая задача для уравнения теплопроводности:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x, t) \quad (0 < x < l, \quad 0 < t \leq T),$$

$$u(x, 0) = 2x \cdot (1 - x) + 0,7 \cdot (k - 0,5),$$

$$u(0, t) = 2 \cdot t + 0,7 \cdot (k - 0,5),$$

$$u(l, t) = 3 \cdot (t + 0,12) + 0,5 \cdot (k + 1).$$

Здесь $f(x, t) = 3x + 2t$, l – длина стержня; $l = 0,6$; $T = 0,01$; k – номер варианта.

Найти численное решение краевой задачи в математическом пакете MatLab, используя явную схему (при $r = 1/6$, $n=6$). Исследовать влияние шагов интегрирования на результаты расчетов.

4. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №7

Тема «Пакет прикладных программ FLUENT. Описание совокупности и назначения различных меню прикладного пакета FLUENT».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Возможности пакета FLUENT, области применения пакета.
3. Меню File.
4. Меню Grid, Define.
5. Меню Solve.
6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №8

Тема «Построение сеток с использованием препроцессора GAMBIT».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Основное окно программы.
3. Панель инструментов. Назначение кнопок.
4. Группа кнопок «**Geometry**»; группа кнопок «**Mesh**».
5. Набор значений типов граничных условий.
6. Команды формирования поверхностей.
7. Группы кнопок для создания сеток.
8. Создать двумерную сетку в декартовой системе координат.
9. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №9

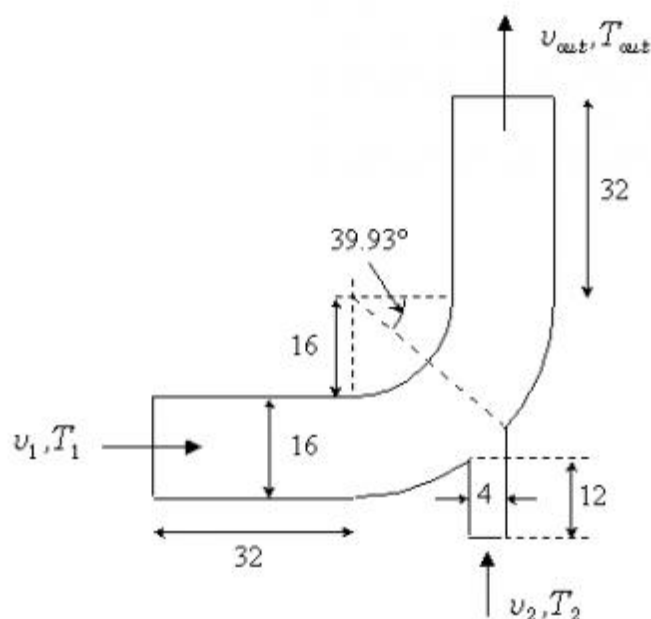
Тема «Создание расчётной геометрии и разностной сетки изогнутого канала для смешивания жидкостей с различной температурой».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. На рисунке представлен изогнутый канал с патрубком, через который подается подогретая жидкость. Необходимо построить геометрию области исследования и разностную сетку для изогнутого канала. Такая геометрическая конфигурация встречается в трубопроводных системах на электростанциях и в обрабатывающей промышленности.

Холодная жидкость поступает из большого отверстия, а тёплая – через малый канал ($T_1 < T_2$).

Таким образом происходит смешение двух жидкостей с разными температурами.



В этой лабораторной работе требуется:

- создавать вершины;
- создавать изогнутые кривые (арки), указывая центр кривизны и конечные точки;
- создавать прямые линии (рёбра) между вершинами;
- разделять арки, используя вершину;
- создавать грани из рёбер;
- задавать распределение узлов сетки на рёбрах;
- создавать структурированную сетку на гранях;
- создавать неструктурированную сетку;
- ставить граничные условия для построенной геометрии;
- экспортировать сетку.

3. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №10

Тема «Постпроцессор для анализа и визуализации расчетов».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Меню постобработки результатов расчёта Display, Plot.
3. Графическое представление результатов расчета течения и теплообмена.
4. Нарисовать векторное поле скорости в плоскости $z = 0,15$.
5. Подготовить отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа №11

Тема «Течение и теплообмен в каналах».

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Построить конечно-разностную сетку и провести расчет ламинарного неизотермического течения воздуха в плоском канале при $Re_n=10$ и $Pr=5$. Построить графики изменения осевой скорости, безразмерного коэффициента теплообмена.
Исходные данные задаются согласно номеру варианта.
3. Подготовить отчет по лабораторной работе.