

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Косенок Сергей Михайлович
Должность: ректор
Дата подписания: 16.06.2025 13:33:28
Уникальный программный ключ:
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

Бюджетное учреждение высшего образования

Ханты-Мансийского автономного округа-Югры

"Сургутский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР

Е.В. Коновалова

11 июня 2025г., протокол УМС №5

МОДУЛЬ ДИСЦИПЛИН ПРОФИЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Вычислительная гидродинамика и теплообмен

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Прикладной математики**

Учебный план b010302-ПМ-25-4.plx
Направление 01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА
Направленность (профиль): Прикладная математика и информатика

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
в том числе:
аудиторные занятия 64
самостоятельная работа 80
часов на контроль 36

Виды контроля в семестрах:
экзамены 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	17 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	64	64	64	64
Сам. работа	80	80	80	80
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

Старший преподаватель, Бычин И.В.; к.ф.-м.н., Доцент, Гореликов А.В.

Рабочая программа дисциплины

Вычислительная гидродинамика и теплообмен

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

составлена на основании учебного плана:

Направление 01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль): Прикладная математика и информатика

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 11.06.2025 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Прикладной математики

Зав. кафедрой Доцент кафедры прикладной математики, к.ф.-м.н. Гореликов А.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Формирование у обучающихся знаний основ теории, методов и приложений вычислительной гидродинамики и теплообмена. Формирование у обучающихся способности осуществлять проведение научно-исследовательских разработок в области математического моделирования гидродинамики и теплообмена и оформлять результаты исследований.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.01
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Физика
2.1.2	Основы программирования
2.1.3	Информатика
2.1.4	Алгебра и геометрия
2.1.5	Теория вероятностей и математическая статистика
2.1.6	Алгоритмы и методы программирования
2.1.7	Уравнения математической физики
2.1.8	Функциональный анализ
2.1.9	Программирование на FORTRAN
2.1.10	Численные методы
2.1.11	Тензорное исчисление
2.1.12	Вариационное исчисление и интегральные уравнения
2.1.13	Математический анализ
2.1.14	Основы проектной деятельности
2.1.15	Компьютерная графика
2.1.16	Разработка программного обеспечения в ОС Linux
2.1.17	Дифференциальные уравнения
2.1.18	Объектно-ориентированное программирование
2.1.19	Программирование на СИ
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Производственная практика, научно-исследовательская работа
2.2.2	Основы математического моделирования
2.2.3	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Производственная практика, преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ПК-2.1: Понимает и анализирует цели и задачи научно-исследовательских разработок****ПК-2.2: Проводит научно-исследовательские разработки по отдельным разделам темы проекта****ПК-2.3: Составляет отчеты по результатам исследований и разработок и оценивает полученные результаты****В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

3.1 Знать:	
3.1.1	основы математического аппарата и приложения вычислительной гидродинамики и теплообмена в научно-технической сфере; основные математические модели теплообмена и гидродинамики;
3.1.2	метод контрольного объема, основные численные схемы и алгоритмы решения задач вычислительной гидродинамики и теплообмена.
3.2 Уметь:	
3.2.1	анализировать цели и задачи научно-исследовательской работы, проводить научно-исследовательские разработки по отдельным разделам темы проекта методами вычислительной гидродинамики и теплообмена;
3.2.2	составлять отчеты по результатам исследований и разработок, оценивать полученные результаты.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Примечание
	Раздел 1. Численное решение задач теплопроводности					
1.1	Введение: Предмет "Вычислительная гидродинамика и теплообмен". Приложения вычислительной гидродинамики (computational fluid dynamics, CFD) в науке и технике. Уравнение теплопроводности (диффузии). Граничные и начальные условия. Численное решение уравнения диффузии методом контрольного объема: процедура дискретизации; выбор координат; независимые переменные; односторонние и двухсторонние координаты; баланс потоков на границах контрольного объема; положительность коэффициентов дискретного аналога; отрицательность коэффициента при линеаризации источникового члена; сумма соседних коэффициентов; стационарная одномерная теплопроводность; коэффициент теплопроводности на границах контрольного объема; линеаризация источникового члена; аппроксимация граничных условий, методы решения СЛАУ; нестационарная одномерная теплопроводность; явная схема; схема Кранка-Николсона; полностью неявная схема; дискретный аналог для двумерной задачи теплопроводности; метод переменных направлений; метод верхней и нижней релаксации; критерий Скарбороу. /Лек/	7	10	ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	

1.2	Численное решение начально-краевых задач для уравнения теплопроводности. Анализ цели и задачи научно-исследовательской работы по теме учебного проекта "Численное решение начально-краевых задач для уравнения теплопроводности". Проведение научно-исследовательской работы по теме учебного проекта. Отчет по результатам исследований и разработок по теме учебного проекта. Оценка полученных результатов исследований и разработок по теме учебного проекта. /Пр/	7	10	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.3	Уравнение теплопроводности (диффузии). Граничные и начальные условия. Численное решение уравнения диффузии методом контрольного объема: процедура дискретизации; выбор координат; независимые переменные; односторонние и двухсторонние координаты; баланс потоков на границах контрольного объема; положительность коэффициентов дискретного аналога; отрицательность коэффициента при линеаризации источникового члена; сумма соседних коэффициентов; стационарная одномерная теплопроводность; коэффициент теплопроводности на границах контрольного объема; линеаризация источникового члена; аппроксимация граничных условий, методы решения СЛАУ; нестационарная одномерная теплопроводность; явная схема; схема Кранка-Николсона; полностью неявная схема; дискретный аналог для двумерной задачи теплопроводности; метод переменных направлений; метод верхней и нижней релаксации; критерий Скарбороу. Анализ цели и задачи научно-исследовательской работы по теме учебного проекта "Численное решение начально-краевых задач для уравнения теплопроводности". Проведение научно-исследовательской работы по теме учебного проекта. Отчет по результатам исследований и разработок по теме учебного проекта. Оценка полученных результатов исследований и разработок по теме учебного проекта. /Ср/	7	20	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.4	/Контр.раб./	7	0	ПК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.3Л3.1	
	Раздел 2. Численное решение задач конвективного теплообмена и гидродинамики					

2.1	Уравнение неразрывности. Уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение переноса тепла в жидкости (задача конвективно-диффузионного теплообмена). Граничные и начальные условия. Численное решение задач конвективно-диффузионного теплообмена и системы уравнений гидродинамики вязкой несжимаемой жидкости методом контрольного объема: стационарная одномерная задача конвективно-диффузионного теплообмена; точное решение; схема против потока; экспоненциальная схема; комбинированная схема; схема со степенным законом; дискретный аналог для двумерных задач; расчет поля течения; поправки скорости и давления; уравнение для поправки давления; алгоритм SIMPLE; граничные условия для уравнения поправки давления; итерационный характер методики расчета; области с неправильной геометрией; регулярная сетка с заблокированными областями. /Лек/	7	22	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.2	Численное решение начально-краевых задач конвективного теплообмена. Анализ цели и задачи научно-исследовательской работы по теме учебного проекта "Численное решение начально-краевых задач конвективного теплообмена". Проведение научно-исследовательской работы по теме учебного проекта. Отчет по результатам исследований и разработок по теме учебного проекта. Оценка полученных результатов исследований и разработок по теме учебного проекта. /Пр/	7	22	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	

2.3	Уравнение неразрывности. Уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение переноса тепла в жидкости (задача конвективно-диффузионного теплообмена). Граничные и начальные условия. Численное решение задач конвективно-диффузионного теплообмена и системы уравнений гидродинамики вязкой несжимаемой жидкости методом контрольного объема: стационарная одномерная задача конвективно-диффузионного теплообмена; точное решение; схема против потока; экспоненциальная схема; комбинированная схема; схема со степенным законом; дискретный аналог для двумерных задач; расчет поля течения; поправки скорости и давления; уравнение для поправки давления; алгоритм SIMPLE; граничные условия для уравнения поправки давления; итерационный характер методики расчета; области с неправильной геометрией; регулярная сетка с заблокированными областями. Численное решение начально-краевых задач конвективного теплообмена. Анализ цели и задачи научно-исследовательской работы по теме учебного проекта "Численное решение начально-краевых задач конвективного теплообмена". Проведение научно-исследовательской работы по теме учебного проекта. Отчет по результатам исследований и разработок по теме учебного проекта. Оценка полученных результатов исследований и разработок по теме учебного проекта. /Ср/	7	60	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.4	Экзамен /Экзамен/	7	36	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
---------------------	----------	-------------------	----------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Кудинов И. В.	Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях	Москва: Лань", 2015, электронный ресурс	1
Л1.2	Павловский В. А., Никущенко Д. В.	Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2024, электронный ресурс	1
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Самарский А.А., Михайлов А.П.	Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры: монография	Москва: Физматлит, 2005, электронный ресурс	2
Л2.2	Бычин И. В., Гореликов А. В., Ряховский А. В.	Численное решение начально-краевых задач для уравнения индукции магнитного поля в модели магнитной гидродинамики: учебное пособие	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2022, электронный ресурс	1
Л2.3	Фалькович, Г.	Современная гидродинамика	Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, Регулярная и хаотическая динамика, 2019, электронный ресурс	1
Л2.4	Байбурин, В. Б., Розов, А. С., Губенков, А. А., Кожанова, Е. Р., Никифоров, А. А.	Численные методы решения основных дифференциальных уравнений математической физики: учебное пособие	Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2022, электронный ресурс	1
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Гореликов А. В., Ряховский А. В.	Практикум на ЭВМ: для студентов старших курсов специальности "Прикладная математика и информатика": учебное пособие	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2010 электронный ресурс	64
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Научная электронная библиотека			
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ России)			
Э3	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru			
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	Свободное программное обеспечение:			
6.3.1.2	Операционная система Linux;			
6.3.1.3	Компиляторы gfortran;			
6.3.1.4	Интегрированная среда разработки Eclipse;			
6.3.1.5	Отладчики gdb;			
6.3.1.6	Программное обеспечение для визуализации Gnuplot, Paraview;			

6.3.1.7	Libre office.
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	
6.3.2.1	«Национальная электронная библиотека» нэб.рф
6.3.2.2	Гарант-информационно-правовой портал. http://www.garant.ru/
6.3.2.3	КонсультантПлюс – надежная правовая поддержка. http://www.consultant.ru/
6.3.2.4	Электронные книги Springer Nature (Science, Technology and Medicine Collections) https://link.springer.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (доска, экран (стационарный или переносной), проектор (стационарный или переносной)). Учебные аудитории
7.2	для проведения практических занятий - компьютерный класс, оборудованный техникой (персональные компьютеры, локальная вычислительная сеть с выходом в глобальную сеть Internet и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации) из расчета один компьютер на одного обучающегося, с обустроенным рабочим местом преподавателя.
7.3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.