

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Косенок Сергей Михайлович
Должность: ректор
Дата подписания: 11.06.2026 11:25:17
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 2026 г., протокол УМС №5

МОДУЛЬ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Вычислительная физика и компьютерный инжиниринг в гидромеханике

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Экспериментальной физики**
Учебный план g030402-ЦифрТех-26-2.plx
03.04.02 Физика
Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

Квалификация **Магистр**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
в том числе: Виды контроля в семестрах:
экзамен 3 контрольная работа 3

аудиторные занятия 32
самостоятельная работа 103
часов на контроль 45

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	17 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	103	103	103	103
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., Доцент, Алексеев Максим Михайлович

Рабочая программа дисциплины

Вычислительная физика и компьютерный инжиниринг в гидромеханике

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 03.04.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 914)

составлена на основании учебного плана:

03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 11.06.2026 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Экспериментальной физики

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор Ельников Андрей Владимирович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целями освоения дисциплины «Вычислительная физика и компьютерный инжиниринг в гидромеханике» являются:
1.2	формирование у обучающихся фундаментальных знаний о численных методах решения задач механики жидкости и газа, понимания их физической основы, алгоритмической реализации и границ применимости;
1.3	развитие практических навыков применения языка программирования Python и его научных библиотек (NumPy, SciPy, Matplotlib) для моделирования гидромеханических процессов и обработки результатов расчетов;
1.4	обучение методологии перехода от физической постановки задачи гидромеханики через её математическую формулировку к программной реализации вычислительного эксперимента;
1.5	приобретение компетенций в области компьютерного инжиниринга, позволяющих анализировать, проектировать и прогнозировать поведение элементов гидравлических систем и простейших гидродинамических течений с использованием современных вычислительных инструментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Компьютерный инжиниринг в цифровом проектировании и производстве
2.1.2	История и методология науки
2.1.3	Основы научных исследований в области физико-математических наук
2.1.4	Основы нефтегазового дела
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Производственная практика, профессионально-ориентированная практика
2.2.2	Трудноизвлекаемые запасы углеводородов
2.2.3	Цифровые двойники изделий

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-4.2: Применяет математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования для геофизических задач

ПК-4.3: Выполняет проекты и инженерные расчеты на проведение скважинных геофизических исследований на основе новейших технологических процессов

УК-1.3: Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	классификацию уравнений гидромеханики в частных производных (гиперболические, параболические, эллиптические) и их физическую интерпретацию;
3.1.2	основные явные конечно-разностные схемы для задач конвекции, диффузии и уравнения Бюргерса;
3.1.3	условия устойчивости численных схем (критерий Куранта–Фридрихса–Леви, ограничения на число Фурье), понятия сходимости и вычислительной вязкости.
3.2	Уметь:
3.2.1	реализовывать на Python (NumPy, Matplotlib) явные конечно-разностные схемы для одномерных и двумерных модельных уравнений гидромеханики;
3.2.2	решать эллиптические уравнения (Лапласа, Пуассона) итерационными методами Якоби и Гаусса–Зейделя, компоновать их в общий алгоритм решения уравнений Навье–Стокса;
3.2.3	строить вычислительную модель течения в квадратной камере, анализировать влияние числа Рейнольдса на структуру течения и проводить визуализацию полей скорости и завихренности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	Раздел 1. Введение в вычислительную физику и инструментарий CFD					
1.1	Уравнения гидромеханики в частных производных. Классификация уравнений (гиперболические, параболические, эллиптические). Введение в метод конечных разностей. /Лек/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.2 Э1	
1.2	Основы работы с данными в Python. Освоение векторных операций в NumPy. Создание сеток (linspace, meshgrid). Визуализация одномерных графиков и двумерных полей. /Пр/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4 Л2.6Л3.1 Э1	
1.3	Введение в вычислительную физику и инструментарий CFD /Ср/	3	13	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.2 Э1	
	Раздел 2. Гиперболические уравнения: Линейная конвекция					
2.1	Уравнение линейной конвекции (одномерный перенос скалярного поля). Физический смысл числа Куранта. Явная схема "разность назад во времени" (BTBS) / схема "против потока". /Лек/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6Л3.2 Э1	
2.2	Моделирование одномерной линейной и нелинейной конвекции. Реализация в Python 1D уравнения переноса импульса. Сравнение движения волны постоянной и переменной формы. Анализ влияния шага сетки на форму фронта волны. /Пр/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.2 Э1	
2.3	Гиперболические уравнения: Линейная конвекция /Ср/	3	13	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
	Раздел 3. Устойчивость, сходимости и критерий КФЛ					
3.1	Теорема Куранта-Фридрихса-Леви (КФЛ). Анализ устойчивости фон Неймана для явных схем. Связь временного шага, пространственного шага и скорости потока. /Лек/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
3.2	Анализ устойчивости и численный эксперимент. Численная демонстрация критерия КФЛ. Визуализация "взрыва" решения (неустойчивости) при превышении критического числа Куранта. Подбор оптимального шага по времени. /Пр/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6Л3.2 Э1	
3.3	Устойчивость, сходимости и критерий КФЛ /Ср/	3	13	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	

	Раздел 4. Параболические уравнения: Моделирование вязкости и теплообмена					
4.1	Физика процесса диффузии. Второй закон Фика / Уравнение теплопроводности. Явная конечно-разностная схема для члена вязкой диссипации. Понятие сеточного числа Фурье. /Лек/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
4.2	Одномерная и двумерная диффузия. Исследование диссипации импульса в 1D и распределения температуры в 2D пластине. Наблюдение за размытием начального профиля со временем. Визуализация изолиний contour. /Пр/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6Л3.2 Э1	
4.3	Параболические уравнения: Моделирование вязкости и теплообмена /Ср/	3	13	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
	Раздел 5. Совместное действие конвекции и диффузии: Уравнение Бюргера					
5.1	Комбинирование нелинейной динамики (образование скачков) и вязкого размазывания. Уравнение Бюргера как нелинейная модель течения сжимаемой жидкости. /Лек/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
5.2	Моделирование ударной волны. Создание решателя для одномерного и двумерного уравнения Бюргера. Анализ влияния коэффициента вязкости на крутизну волнового фронта (ударной волны). /Пр/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6Л3.2 Э1	
5.3	Совместное действие конвекции и диффузии: Уравнение Бюргера /Ср/	3	13	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
	Раздел 6. Эллиптические уравнения: Введение в двумерные задачи					
6.1	Двумерная конвекция без вязкости. Переход к операторам diff в частных производных по двум направлениям. Индексация массивов в Python для двумерных полей скорости u и v. /Лек/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
6.2	Двумерные течения идеальной жидкости. Моделирование переноса возмущения (пятна загрязнения) в двумерном поле скорости. Сравнение линейного и нелинейного случая в 2D. Формирование вихревых структур при нелинейности. /Пр/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6Л3.2 Э1	
6.3	Эллиптические уравнения: Введение в двумерные задачи /Ср/	3	13	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
	Раздел 7. Уравнения Лапласа и Пуассона для расчета давления					
7.1	Постановка краевой задачи Дирихле и Неймана. Физический смысл уравнений: безвихревое течение и источниковые/стоковые члены. Необходимость итерационных методов решения эллиптических уравнений. /Лек/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	

7.2	Итерационные методы решения СЛАУ: Метод Якоби. Реализация чистого Python решателя для уравнения Лапласа и уравнения Пуассона. Исследование сходимости метода простой итерации и Гаусса-Зейделя. Визуализация функции тока и потенциала. /Пр/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6Л3.2 Э1	
7.3	Уравнения Лапласа и Пуассона для расчета давления /Ср/	3	13	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
Раздел 8. Течение в квадратной каверне						
8.1	Формулировка уравнений Навье-Стокса в переменных "функция тока - вихрь". Идея расщепления по физическим процессам на одном временном слое. Граничные условия для вихря на твердой стенке. /Лек/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
8.2	Комплексное решение задачи гидромеханики. Сборка финального кода: течение в полости. Объединение конвективных членов, диффузии и решения уравнения Пуассона в одном цикле по времени. Анализ структуры течения при различных числах Рейнольдса. /Пр/	3	2	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6Л3.2 Э1	
8.3	Течение в квадратной каверне /Ср/	3	12	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
8.4	/Контр.раб./	3	0	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6 Э1	
8.5	/Экзамен/	3	45	ПК-4.2 ПК-4.3 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4 Л2.6Л3.2 Э1	

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
Л1.1	Квасов Б. И.	Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab	Москва: Лань", 2016, электронный ресурс	1

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.2	Дьяконов В. П.	MATLAB. Полный самоучитель	Москва: ДМК Пресс, 2014, электронный ресурс	1
Л1.3	Зализняк В. Е.	Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров: учебное пособие	Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006, электронный ресурс	1
Л1.4	Галушкин Н. Е.	Высокоуровневые методы программирования. Язык программирования MatLab. Часть 1: учебник	Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2011, электронный ресурс	1
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Черных И. В.	Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink	Москва: ДМК Пресс, 2007, электронный ресурс	1
Л2.2	Формалев В. Ф., Ревизников Д. Л.	Численные методы	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, электронный ресурс	1
Л2.3	Перельмутер В. М.	Пакеты расширения MATLAB. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox: учебное пособие	Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2008, электронный ресурс	1
Л2.4	Смоленцев Н.К.	MATLAB. Программирование на Visual C#, Borland C#, JBuilder, VBA: учебное пособие	Саратов: Профобразование, 2017, электронный ресурс	1
Л2.5	Перельмутер В.М.	Пакеты расширения MATLAB. Control System Toolbox и Robust Control Toolbox: учебное пособие	Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2009, электронный ресурс	1
Л2.6	Дьяконов В. П.	MATLAB. Полный самоучитель	Саратов: Профобразование, 2017, электронный ресурс	1
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Черных И.В.	Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink: практическое руководство	Саратов: Профобразование, 2017, электронный ресурс	1

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.2	Дьяконов В.П.	VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование: практическое руководство	Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2010, электронный ресурс	1
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Государственная публичная научно-техническая библиотека России https://www.gpntb.ru/			
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	Пакет прикладных программ Microsoft Office			
6.3.1.2	MATLAB			
6.3.1.3	GNU OCTAVE			
6.3.1.4	SIMULINK			
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				
6.3.2.1				
6.3.2.2	http://www.garant.ru Информационно-правовой портал Гарант.ру			
6.3.2.3	http://www.consultant.ru/ Справочно-правовая система Консультант Плюс			
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
7.1	учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (лабораторных занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена: комплект специализированной учебной мебели, маркерная (меловая) доска, комплект переносного мультимедийного оборудования - компьютер, проектор, проекционный экран, компьютеры с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду. Обеспечен доступ к сети Интернет и в электронную информационную среду организации.			