

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

## Методы прикладной математики в задачах гидродинамики

### 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 **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108      Виды контроля в семестрах:  
в том числе:      зачет 3 контрольная работа 3  
аудиторные занятия 32  
самостоятельная работа 76

#### 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	76	76	76	76
Итого	108	108	108	108

УП: g030402-ЦифрТех-26-2.plx

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., Доцент, Алексея Максим Михайлович*

Рабочая программа дисциплины

**Методы прикладной математики в задачах гидродинамики**

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 А.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

- 1.1 Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных знаний о современных математических методах решения прикладных задач гидродинамики, а также развитие навыков их практического применения для моделирования течений жидкости и газа.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП: Б1.О.03

**2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

2.1.1 Технологии цифровой промышленности

2.1.2 Компьютерные технологии в геофизике

**2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

2.2.1 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2.2.2 Производственная практика, преддипломная практика

2.2.3 Производственная практика, профессионально-ориентированная практика

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****ОПК-1.2: Выбирает оптимальный метод решения научно-исследовательских задач, используя фундаментальные знания в области физики****УК-1.4: Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов****В результате освоения дисциплины обучающийся должен****3.1 Знать:**

3.1.1 Классификацию уравнений в частных производных гидродинамики (эллиптические, параболические, гиперболические).

3.1.2 Постановки основных краевых задач (обтекание, фильтрация, волны на поверхности, пограничный слой).

3.1.3 Принципы построения разностных схем и методы их исследования на устойчивость и сходимост.

3.1.4 Аналитические методы: метод разделения переменных, метод характеристик, интегральные преобразования Фурье и Лапласа.

**3.2 Уметь:**

3.2.1 Выбирать математический метод (аналитический или численный) в зависимости от типа задачи гидродинамики.

3.2.2 Строить и анализировать простые разностные схемы для уравнений Бюргерса, теплопроводности, переноса вихря.

3.2.3 Применять метод функций Грина для расчета потенциальных течений.

3.2.4 Проводить асимптотические оценки (тонкий профиль, малые числа Рейнольдса).

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	<b>Раздел 1. Введение. Математические модели сплошной среды</b>					
1.1	Уравнение неразрывности, уравнения Эйлера и Навье–Стокса. Граничные условия (прилипание, скольжение, свободная поверхность). Классификация течений. /Лек/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	
1.2	Построение конечно-разностной сетки – аппроксимация производных, порядок точности. /Пр/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
1.3	Введение. Математические модели сплошной среды /Ср/	3	9	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	

	<b>Раздел 2. Потенциальные течения</b>					
2.1	Потенциал скорости, функция тока. Метод функций Грина. Обтекание цилиндра и сферы. /Лек/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	
2.2	Решение уравнения Лапласа – метод верхней релаксации для обтекания круга. /Пр/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
2.3	Потенциальные течения /Ср/	3	9	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 3. Метод интегральных преобразований</b>					
3.1	Преобразования Фурье и Лапласа. Решение уравнения теплопроводности и задачи Стокса. /Лек/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	
3.2	FFT в задачах гидродинамики – расчет волновых полей по спектральному методу. /Пр/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
3.3	Метод интегральных преобразований /Ср/	3	9	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 4. Метод характеристик для гиперболических уравнений</b>					
4.1	Волновое уравнение, уравнение мелкой воды. Распад произвольного разрыва. /Лек/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	
4.2	Метод характеристик – численная реализация схемы для 1D уравнения мелкой воды. /Пр/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
4.3	Метод характеристик для гиперболических уравнений /Ср/	3	9	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 5. Основы теории пограничного слоя</b>					
5.1	Асимптотические методы. Уравнения Прандтля. Метод сращиваемых разложений. /Лек/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	
5.2	Расчет пограничного слоя /Пр/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
5.3	Основы теории пограничного слоя /Ср/	3	9	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 6. Численные методы: конечные разности</b>					
6.1	Явные и неявные схемы. Устойчивость (фон Нейман). Схемы Лакса–Вендроффа, Адамса /Лек/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	
6.2	Численное решение уравнения Бюргерса – сравнение явной и неявной схем. /Пр/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
6.3	Численные методы: конечные разности /Ср/	3	9	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 7. Метод конечных объемов</b>					
7.1	Консервативность. Схемы с разностями против потока (upwind). Метод коррекции потока (FCT). /Лек/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	
7.2	Моделирование течения в канале – реализация метода конечных объемов. /Пр/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	

7.3	Метод конечных объемов /Ср/	3	9	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 8. Современные методы и верификация</b>					
8.1	Введение в SPH (гидродинамика сглаженных частиц) и решеточные методы Больцмана. Верификация и валидация. /Лек/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	
8.2	Анализ и визуализация результатов, сопоставление с теорией /Пр/	3	2	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
8.3	Современные методы и верификация /Ср/	3	9	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 9.</b>					
9.1	/Контр.раб./	3	4	УК-1.4 ОПК-1.2	Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
9.2	/Зачёт/	3	0	УК-1.4 ОПК-1.2	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
Л1.1	Рейзлин В. И.	Математическое моделирование: учебное пособие для магистратуры	Москва: Юрайт, 2017	6
Л1.2	Марчук Г. И.	Методы вычислительной математики	Санкт-Петербург: Лань, 2009, электронный ресурс	1
Л1.3	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	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П.	Гидродинамика: Учебное пособие	М.: Физматлит, 2001	8
Л2.2	Пирумов У. Г., Гидаспов В. Ю., Иванов И. Э., Ревизников Д. Л., Стрельцов В. Ю., Формалев В. Ф.	Численные методы: Учебник и практикум для вузов	Москва: Юрайт, 2022, электронный ресурс	1
Л2.3	Андреев В. К.	Математические модели механики сплошных сред	Санкт-Петербург: Лань, 2022, электронный ресурс	1

<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.1	Бубенчиков А. М., Старченко А. В.	Вычислительная гидродинамика: [Сборник задач]	Томск: Изд-во Том.ун-та, 1999	1
ЛЗ.2	сост. Бен, Смирнов А.Э.	Математическое моделирование: практикум	Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2015, электронный ресурс	1
ЛЗ.3	Жидков А. В., Любимов А. К.	Вычислительная гидродинамика. математические модели жидкостей и газов: учебно-методическое пособие	Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021, электронный ресурс	1
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
Э1	Научная электронная библиотека <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>			
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ России) <a href="http://www.gpntb.ru/">http://www.gpntb.ru/</a>			
Э3	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru <a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>			
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Пакет прикладных программ Microsoft Office			
6.3.1.2	Операционная система Windows			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.2.1	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a> Информационно-правовой портал Гарант.ру			
6.3.2.2	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Справочно-правовая система Консультант Плюс			
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
7.1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, 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.			