

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.08 Физическая гидродинамика**

---

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.04.02 Физика

---

Направленность (профиль)

03.04.02.04 Физика Земли и планет

---

Форма обучения

очная

---

Год набора

2022

---

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

Канд. физ.-мат. наук, Доцент, Гаврилов А.А.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины: освоение базовых понятий и моделей физической гидродинамики, формирование умений выявления проблем и присущих им сложностей при решении прикладных задач механики жидкости и профессиональных задач, связанных с изучением геофизических явлений и процессов.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

1. Сформировать основы целостной системы знаний о методах и построении моделей физической гидродинамики.

2. Сформировать умения выявления проблем и присущих им сложностей при решении прикладных задач механики жидкости и профессиональных задач, связанных с изучением геофизических явлений и процессов.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2: Способен владеть методами обработки, анализа, визуализации и интерпретации спутниковой информации при решении научных и прикладных задач</b>	
ПК-2.1: Обосновывает перспективу проведения исследований, в том числе комплексных, в области наук о Земле	Основы фундаментальной системы уравнений механики жидкости Основные характеристики и закономерности свободных и пристеночных сдвиговых течений Принципы построения, достоинства и недостатки дифференциальных моделей, используемых в области наук о Земле Выполнять оценки параметров гидродинамических процессов с помощью вычислительных методов Обобщать и интерпретировать результаты тематических исследований, основываясь на наземных измерениях и данных ДЗЗ Применять методы математического моделирования при решении научных и прикладных задач Навыками поиска научной информации по теме исследования Навыками и умениями применять на практике основные понятия и физические модели, используемые при решении научных и прикладных задач Навыками работы с базами данных научной информации
<b>ПК-3: Способен участвовать в разработке методов анализа в задачах, связанных с изучением геофизических явлений и процессов, на основе наземных и спутниковых данных</b>	

<p>ПК-3.2: Использует математические модели, вычислительные методы и информационные технологии при решении геофизических задач</p>	<p>Общую постановку проблемы и вычислительные методы при решении геофизических задач  Методы расчета турбулентных течений на основе экспериментальных данных  Физические модели для изучения атмосферы и водных поверхностей  Применять на практике основные понятия, математические и физические модели при решении геофизических задач  Использовать современные информационные технологии для изучения геофизических процессов и явлений  Выполнять численные оценки основных характеристик в рамках геофизических моделей  Навыками формулирования задач научных исследований на основе экспериментальных данных  Навыками и умением анализировать полученные наземные и спутниковые данные  Навыками постановки задач, связанных с изучением геофизических явлений и процессов</p>
--	---

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,11 (40)</b>	
занятия лекционного типа	0,67 (24)	
практические занятия	0,44 (16)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,89 (68)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.							
				Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
						Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
				Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Модели механики жидкости</b>											
		1. Фундаментальная система уравнений механики жидкости. Уравнения сохранения в интегральной и дифференциальной формах		4							
		2. Течение вязкой несжимаемой жидкости. Особенности течений. Динамика вихревых структур.		4							
		3. Понятие турбулентности. Статистическое описание турбулентности. Осреднение по Рейнольдсу. Уравнения Рейнольдса. Каскадный перенос энергии. Масштабы и спектр турбулентности. Гипотезы Колмогорова.		4							
		4. Простейшие решение уравнений Навье—Стокса. Уравнения сохранения кинетической, тепловой и полной энергий.				4					
		5. Свободные и пристеночные сдвиговые течения: основные характеристики и закономерности				4					

6.							34	
<b>2. Гидродинамическая турбулентность</b>								
1. Свободные сдвиговые течения: основные характеристики и закономерности. Турбулентный пограничный слой. Моделирование пристеночной турбулентности. Закон стенки.	4							
2. Модели вихревой вязкости, формулирование k-ε модели. Калибровка k-ε модели. Вырождение однородной изотропной турбулентности, однородное сдвиговое течение, логарифмический подслой турбулентного пограничного слоя.	4							
3. Характеристики вихреразрешающих методов: сетки, схемы, граничные условия, анализ результатов и т.д. Метод моделирования крупных вихрей (LES). Методы расчета турбулентных течений (классификация, сходства и различия, достоинства и недостатки)	4							
4. Турбулентность вязкой жидкости. Вывод уравнений Рейнольдса. Модели вихревой вязкости			4					
5. Формулировка двухпараметрических моделей. Пристеночные функции.			4					
6.							34	
Всего	24		16				68	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учебное пособие для технических вузов (Москва: Высшая школа).
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Теоретическая физика: Т. VI. Гидродинамика: учеб. пособие : в 10-ти т.(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
3. Зельдович Я. Б., Райзер Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений(Москва: Физматлит).
4. Грузман И. С., Киричук В. С., Косых В. П. Цифровая обработка изображений в информационных системах: учебник(Новосибирск: Изд-во НГТУ).
5. Веренич И. А. Механика жидкости и газа (гидродинамика): учеб.-метод. пособие к практ. занятиям(Минск: БНТУ).

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. [http://cfd.spbstu.ru/agarbaruk/lecture/turb\\_models.html](http://cfd.spbstu.ru/agarbaruk/lecture/turb_models.html) Лекционные материалы по курсу "Модели турбулентности".

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Методика проведения занятий допускает как использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), так и классические аудиторские занятия, обеспечиваемые стандартными материально-техническими средствами.

Лекционные аудитории должны быть оборудованы современным видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и иметь выход в Интернет, а также иметь интерактивную доску или доску для письма маркерами.

Помещения для проведения семинарских занятий должны быть оснащены ЭВМ, а также иметь интерактивную доску или доску для письма маркерами, учебную мебель трансформенного типа.



Библиотека должна иметь рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных, локальную сеть университета и Интернет.

Наглядные пособия:

а) демонстрационные пособия (таблицы, схемы, графики, диаграммы, видеофрагменты);

б) пособия на основе раздаточного материала (карточки с заданиями и задачами, ксерокопии фрагментов первоисточников);

в) электронные презентации.