

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

Б1.В.07 Физические основы гидрогазодинамики

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

03.03.02.32 Фундаментальная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2023

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

Дисциплина представляет собой одну из важных общепрофессиональных дисциплин при подготовке бакалавров по направлению физика.

Изучение дисциплины базируется на материале предшествующих естественно-научных и общепрофессиональных дисциплин.

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов основы системы знаний о механике сплошной среды и умений решать фундаментальные и прикладные задачи гидрогазодинамики.

1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности по направлению физика.

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 |
|--|---|
| ПК-1: Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, информационные ресурсы в своей предметной области физики и техники | |
| ПК-1.1: Понимает цели и задачи проводимых физических исследований и технических разработок | Границы физики плазмы как области знаний Проблематику исследовательской деятельности в области физики плазмы Основные достижения в области физики плазмы применительно к собственной научной деятельности Оценивать принадлежность того или иного исследования к конкретной области в физике Оценивать соответствие задач целям исследований Формулировать цели и задачи собственного научного исследования Навыками поиска информации, релевантной к конкретной постановке задачи исследования Навыками анализа информации и выявления внутренних взаимосвязей исследований Навыками формулирования задач научных исследований |

| | |
|---|--|
| ПК-1.2: Собирает, обрабатывает, анализирует и обобщает передовой отечественный и международный опыт в соответствующей области физических и технических исследований | <p>Основные источники и каналы распространения научно-технической информации</p> <p>Основную терминологию в области гидрогазодинамики</p> <p>Принципы оценивания достоверности научно-технической информации</p> <p>Обращаться с поисковыми системами</p> <p>Оценивать значимость результатов конкретного</p> |
| | <p>исследования применительно к собственному направлению работы</p> <p>Обобщать результаты поисков в форме обзора</p> <p>Навыками формулирования запросов в поисковых системах</p> <p>Навыками оценивания релевантности конкретного исследования на основании аннотаций</p> <p>Навыками работы с патентными информационными системами</p> |
| ПК-1.3: Использует методы анализа научно-технической информации | <p>Основные методы преобразования алгебраических и дифференциальных соотношений</p> <p>Основные методы экспериментального исследования гидрогазодинамических процессов</p> <p>Основные методы и подходы теоретического анализа гидрогазодинамических процессов</p> <p>Проводить вычислительные оценки параметров гидрогазодинамических процессов</p> <p>Самостоятельно воспроизводить логику математических преобразований</p> <p>Анализировать характер математической модели исходя из вида используемых дифференциальных соотношений</p> <p>Навыками статистического анализа</p> <p>Навыками работы с базами данных научной информации</p> <p>Навыками анализа результатов численного моделирования</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 |
| Контактная работа с преподавателем: | 2 (72) | |
| занятия лекционного типа | 1 (36) | |
| практические занятия | 1 (36) | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 1 (36) | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | |
| курсовая работа (КР) | Нет | |

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 | | |
| 1. Понятие сплошной среды | | | | | | | | | |
| | 1. Понятие сплошной среды. Границы применимости модели сплошной среды. Понятие жидкости. | 2 | | | | | | | |
| | 2. Границы применимости модели сплошной среды | | | 2 | | | | | |
| | 3. Границы применимости модели сплошной среды | | | | | | | 1 | |
| | 4. Понятие сплошной среды. Границы применимости модели сплошной среды. Понятие жидкости. | | | | | | | 1 | |
| 2. Кинематика сплошной среды | | | | | | | | | |
| | 1. Поле скоростей, методы Лагранжа и Эйлера. Линии тока и траектории, трубки тока. Скоростное поле сплошной среды в окрестности точки, первая теорема Гельмгольца | 2 | | | | | | | |
| | 2. Поле скоростей, методы Лагранжа и Эйлера. Линии тока и траектории, трубки тока. Скоростное поле сплошной среды в окрестности точки, первая теорема Гельмгольца | | | | | | | 1 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|--|---|--|
| 3. Вектор угловой скорости, вихревые линии и трубки, вторая теорема Гельмгольца. Тензор скоростей деформации, ускорение жидкой частицы | 2 | | | | | | | |
| 4. Вектор угловой скорости, вихревые линии и трубки, вторая теорема Гельмгольца. Тензор скоростей деформации, ускорение жидкой частицы | | | | | | | 1 | |
| 5. Кинематика сплошной среды. Подход Лагранжа и Эйлера | | | | | | | 1 | |
| 6. Кинематика сплошной среды. Подход Лагранжа и Эйлера | | | 2 | | | | | |
| 3. Уравнения динамики сплошной среды | | | | | | | | |
| 1. Уравнение неразрывности, распределение сил в сплошной среде, тензор напряжения, уравнение сохранения импульса, уравнение движения в "напряжениях", уравнение сохранения энергии. Уравнение равновесия жидкости и газа, закон Паскаля, закон Архимеда. Баротропное равновесие газа. Теорема Бернулли. | 4 | | | | | | | |
| 2. Уравнение неразрывности, распределение сил в сплошной среде, тензор напряжения, уравнение сохранения импульса, уравнение движения в "напряжениях", уравнение сохранения энергии. Уравнение равновесия жидкости и газа, закон Паскаля, закон Архимеда. Баротропное равновесие газа. Теорема Бернулли. | | | | | | | 2 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|--|---|--|
| 3. Уравнение баланса энергии при адиабатическом движении совершенного газа. Скорость распространения малых возмущений в газе, скорость звука, число Маха и коэффициент скорости. Изоэнтروпийные соотношения в газовой динамике. | 2 | | | | | | | |
| 4. Уравнение баланса энергии при адиабатическом движении совершенного газа. Скорость распространения малых возмущений в газе, скорость звука, число Маха и коэффициент скорости. Изоэнтропийные соотношения в газовой динамике. | | | | | | | 2 | |
| 5. Динамика сплошной среды. Условие равновесия жидкости. Законы Паскаля и Архимеда | | | 2 | | | | | |
| 6. Динамика сплошной среды. Условие равновесия жидкости. Законы Паскаля и Архимеда | | | | | | | 1 | |
| 7. Жидкость в поле объемных сил. Уравнение Эйлера. | | | 2 | | | | | |
| 8. Жидкость в поле объемных сил. Уравнение Эйлера. | | | | | | | 1 | |
| 9. Гидростатика сжимаемых жидкостей. Стандартная атмосфера. | | | 2 | | | | | |
| 10. Гидростатика сжимаемых жидкостей. Стандартная атмосфера. | | | | | | | 1 | |
| 4. Одномерный стационарный поток невязкого газа | | | | | | | | |
| 1. Соотношение Гюгонио, зависимость числа Маха от степени раскрытия сопла, сопло Лавалья, расходное, тепловое и механическое сопло. | 2 | | | | | | | |
| 2. Соотношение Гюгонио, зависимость числа Маха от степени раскрытия сопла, сопло Лавалья, расходное, тепловое и механическое сопло. | | | | | | | 2 | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|--|--|---|--|
| 3. Плоская ударная волна и скачок уплотнения, уравнения Гюгонио для ударной волны. Изменение энтропии на фронте ударной волны. | 2 | | | | | | | |
| 4. Плоская ударная волна и скачок уплотнения, уравнения Гюгонио для ударной волны. Изменение энтропии на фронте ударной волны. | | | | | | | 1 | |
| 5. Одномерный стационарный поток невязкого газа. Изоэнтروпические формулы. Расчет прямоточного воздушно-реактивного двигателя. | | | 6 | | | | | |
| 6. Одномерный стационарный поток невязкого газа. Изоэнтروпические формулы. Расчет прямоточного воздушно-реактивного двигателя. | | | | | | | 1 | |
| 5. Одномерное нестационарное течение невязкого газа | | | | | | | | |
| 1. Уравнения газовой динамики в характеристической форме. Метод характеристик, инварианты Римана, численный метод характеристик для решения задач газовой динамики | 2 | | | | | | | |
| 2. Уравнения газовой динамики в характеристической форме. Метод характеристик, инварианты Римана, численный метод характеристик для решения задач газовой динамики | | | | | | | 2 | |
| 3. Простые волны, их свойства. Задача внутренней баллистики, ее решение методом характеристик. Элементарная теория ударной трубы. | 4 | | | | | | | |
| 4. Простые волны, их свойства. Задача внутренней баллистики, ее решение методом характеристик. Элементарная теория ударной трубы. | | | | | | | 2 | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|--|--|---|--|
| 5. Одномерное нестационарное течение невязкого газа. Расчет аэродинамической трубы. Решение задачи внутренней баллистики. Расчет ударной трубы. | | | 6 | | | | | |
| 6. Одномерное нестационарное течение невязкого газа. Расчет аэродинамической трубы. Решение задачи внутренней баллистики. Расчет ударной трубы. | | | | | | | 2 | |
| 6. Плоское безвихревое течение идеальной несжимаемой жидкости | | | | | | | | |
| 1. Потенциал скорости и его определение по заданному полю скоростей. Функция тока, комплексный потенциал как функция комплексной переменной. примеры плоских безвихревых потоков | 4 | | | | | | | |
| 2. Потенциал скорости и его определение по заданному полю скоростей. Функция тока, комплексный потенциал как функция комплексной переменной. примеры плоских безвихревых потоков | | | | | | | 2 | |
| 3. Метод конформных отображений. Решение задачи об обтекании крыльцевого профиля по методу конформного отображения. Подъемная сила крыла. Теорема Жуковского | 4 | | | | | | | |
| 4. Метод конформных отображений. Решение задачи об обтекании крыльцевого профиля по методу конформного отображения. Подъемная сила крыла. Теорема Жуковского | | | | | | | 2 | |
| 5. Комплексный потенциал. Безвихревое и вихревое обтекание круглого цилиндра | | | | | | | 2 | |
| 6. Комплексный потенциал. Безвихревое и вихревое обтекание круглого цилиндра | | | 4 | | | | | |
| 7. Динамика вязкой несжимаемой жидкости | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|----|--|----|--|--|--|----|--|
| 1. Уравнение Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости. Аналитическое решение уравнения Навье-Стокса для течений Куэтта и Пуазейля | 4 | | | | | | | |
| 2. Уравнение Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости. Аналитическое решение уравнения Навье-Стокса для течений Куэтта и Пуазейля | | | | | | | 2 | |
| 3. Понятие и уравнения пограничного слоя. Задача Блазиуса. Отрыв пограничного слоя. | | | | | | | 2 | |
| 4. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение Навье-Стокса и его решение для простейших классов течений | | | 6 | | | | | |
| 5. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение Навье-Стокса и его решение для простейших классов течений | | | | | | | 2 | |
| 8. Пограничный слой | | | | | | | | |
| 1. Понятие и уравнения пограничного слоя. Задача Блазиуса. Отрыв пограничного слоя. | 2 | | | | | | | |
| 2. Уравнения Прандтля. | | | 2 | | | | | |
| 3. Уравнения Прандтля. | | | | | | | 1 | |
| 4. Толщина пограничного слоя | | | 2 | | | | | |
| 5. Толщина пограничного слоя | | | | | | | 1 | |
| Всего | 36 | | 36 | | | | 36 | |

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Седов Л. И. Механика сплошной среды: Т. 2: [в 2 томах](Москва: Наука).
2. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа: учебник для вузов(Москва: Дрофа).
3. Черняк В. Г., Суетин П. Е. Механика сплошных сред: учеб. пособие для вузов(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
4. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Теоретическая физика: Т. VI. Гидродинамика: учеб. пособие : в 10-ти т.(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
5. Седов Л. И. Механика сплошной среды: Т. 1: [в 2 томах](Москва: Наука).
6. Прандтль Л., Вольперт Г.А. Гидроаэромеханика(Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика").
7. Веренич И. А. Механика жидкости и газа (гидродинамика): учеб.-метод. пособие к практ. занятиям(Минск: БНТУ).
8. Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика: Ч. 1: в 2-х ч. : учеб. рук. для вузов(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
9. Зельдович Я. Б., Райзер Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений(Москва: Физматлит).
10. Славин В.С., Лобасова М.С., Миловидова Т. А. Механика жидкости и газа: методические указания к решению задач для студентов напр. подготовки дипломированных специалистов 651100 "Техническая физика" (спец. 070700)(Красноярск: ИПЦ КГТУ).
11. Миловидова Т. А., Лобасова М. С. Механика жидкости и газа: методические указания по решению задач для студентов укрупненной группы напр. подготовки спец. 140000 всех форм обучения(Красноярск: СФУ).

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):

1. 1.регулярно обновляемый интернет-браузер (Mozilla Firefox, Google Chrome, Yandex Browser, Opera, Internet Explorer, Safari),
2. 2.офисный пакет (MS Office, Libre Office, Open Office).

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

1. Сайт библиотеки СФУ. Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru/>
2. Электронный каталог библиотеки СФУ. Режим доступа: <http://catalog.sfu-kras.ru/>
3. Google Scholar. Режим доступа: <http://scholar.google.com>
4. Электронные базы научных статей по выбору студента.

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 аудиторные занятия, обеспечиваемые стандартными материально-техническими средствами.

1. 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.

2. Помещения для проведения семинарских занятий должны иметь мультимедийное оборудование, а также иметь интерактивную доску или доску для письма маркерами, учебную мебель трансформенного типа.

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

4. 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.