

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий
Кафедра физики неравновесных процессов, метрологии
и экологии им. И.Л. Повха

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

« 21 » декабря 2016 г. Е.И. Скафа



**Рабочая программа учебной дисциплины
«МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД»**
(наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки:

44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки:

Физика и информатика

Образовательный уровень выпускника:

бакалавр

Форма обучения:

очная, заочная, ускоренная

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

 Малюк Н.Г.

« 16 » декабря 2016 г.

М.П. ДОНЕЦКИЙ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ

УНИВЕРСИТЕТ

№2

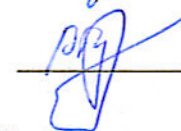
Программа учебной дисциплины «МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР «20» апреля 2016 г. №422 и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750.

Разработчик:

Д.т.н., профессор кафедры ФНПМЭ им. И.Л. Повха

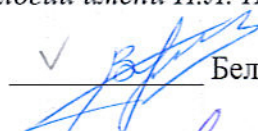


Недопекин Ф.В.

Ст. преподаватель кафедры теоретической физики
и нанотехнологий

Пойманов В.Д.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании
кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии имени И.Л. Повха
Протокол № 8 от «8» декабря 2016 г.
Зав. кафедрой ФНПМЭ им. И.Л. Повха

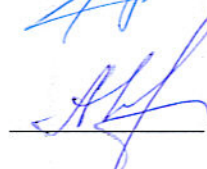


Белоусов В.В.

кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол № 8 от «12» декабря 2016 г.

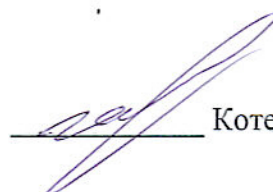
Зав. кафедрой теоретической физики и нанотехнологий



Варюхин В.Н.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией
физико-технического факультета

Протокол № 4 от «14» декабря 2016 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

Котенко В.Н.

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе: Учебная дисциплина «Механика сплошных сред» относится к циклу базовой и вариативной части профессионального блока. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими и сопутствующими дисциплинами: «Общая и экспериментальная физика», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения»

2. Нормативные ссылки (при необходимости)

3. Структура дисциплины (модуля)

| Характеристика учебной дисциплины | очная форма обучения на базе | | *заочная форма обучения на базе | | |
|---|---|---------------|---------------------------------|--------------|--------------|
| | ОСО | СПО (ускор.) | ОСО | СПО (ускор.) | ВПО (ускор.) |
| Уровень высшего профессионального образования | Бакалавриат | | | | |
| Образовательно-квалификационный уровень: | Академический бакалавр | | | | |
| Направление подготовки | 44.03.05 Педагогическое образование | | | | |
| Профили | «Физика» и «Информатика» | | | | |
| Количество содержательных модулей (тем) | 2 | | | | |
| Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы ¹ | Профессиональный блок, Вариативная часть | | | | |
| Формы контроля | <i>*текущие, (модульный контроль) и промежуточная аттестация (экзамен).</i> | | | | |
| Показатели | очная форма обучения на базе | | *заочная форма обучения на базе | | |
| | ОСО | *СПО (ускор.) | ОСО | СПО (ускор.) | ВПО (ускор.) |
| Количество зачетных единиц (кредитов) | 3 | | 3 | | |
| Количество часов | 108 | | 108 | | |
| Год подготовки | 4 | | 4 | | |
| Семестр | 7 | | 7 | | |
| Количество часов | | | | | |
| - лекционных | 28 | | 6 | | |
| - практических, семинарских | 28 | | 6 | | |
| - лабораторных | | | | | |
| - самостоятельной работы | 52 | | 96 | | |
| в т.ч. индивидуальное задание | | | | | |
| Недельное количество часов, т.ч. | | | | | |
| аудиторных | 4 | | | | |

ОСО – общее среднее образование

СПО – среднее профессиональное образование

ВПО – высшее профессиональное образование

1- в соответствии с ООП (основной образовательной программой)

4. Описание дисциплины (модуля 2)

Цели и задачи

Цель – формирование знаний о фундаментальных законах движения жидкостей и газов, выработка умений и навыков в построении физических и математических моделей в гидромеханике и методов их решения.

Задачи – изучение теоретических основ гидромеханики; приобретение умений и навыков в построении физических и математических моделей реальных природных явлений; выработка умений и навыков в применении законов физики для решения типовых задач движения жидкостей и газов; приобретение умений и навыков исследовательской работы при изучении движения жидкостей и газов; выработка умений и навыков для применения программного обеспечения при исследовании физических явлений; выработка навыков и умений для компьютерного моделирования в гидромеханике; формирование естественнонаучного мировоззрения.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

а) общекультурных (ОК):

способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве (ОК-3);

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-6);

б) общепрофессиональных (ОПК):

готовностью сознать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью осуществлять обучение, воспитание и развитие с учетом социальных, возрастных, психофизических и индивидуальных особенностей, в том числе особых образовательных потребностей обучающихся (ОПК-2);

готовностью к психолого-педагогическому сопровождению учебно-воспитательного процесса (ОПК-3);

готовностью к профессиональной деятельности в соответствии с нормативно-правовыми документами сферы образования (ОПК-4);

способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ОПК-7);

в) профессиональных (ПК):

педагогическая деятельность:

способностью осуществлять педагогическое сопровождение социализации и профессионального самоопределения обучающихся (ПК-5);

готовностью к взаимодействию с участниками образовательного процесса (ПК-6);

способностью организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности (ПК-7);

проектная деятельность:

способностью проектировать индивидуальные образовательные маршруты обучающихся (ПК-9);

способностью проектировать траектории своего профессионального роста и личностного развития (ПК-10);

научно-исследовательская деятельность:

готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования и науки (ПК-11);

способностью руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся (ПК-12);

В результате изучения учебной дисциплины студент должен.

Знать:

- основные модели сплошной среды;
- эйлеровый и лагранжевый методы описания движения жидкости;
- формулировки законов сохранения для сплошной среды;
- основное уравнение гидростатики;
- уравнение Бернулли;
- явление кавитации;
- явление гидроудара;
- критерии подобия Рейнольдса и Маха;
- сопло Лаваля;
- смысл уравнения состояния жидкости;
- уравнение движения жидкости в напряжениях;
- обобщенный закон вязкого трения Ньютона;
- явления теплопроводности и диффузии;
- квазистационарное и квазиодномерное приближение;
- основные граничные условия для идеальной и вязкой жидкости;

Уметь:

- анализировать явление и выбирать модель движения жидкости;
- делать физическую и математическую постановку задачи;
- пользоваться уравнениями Бернулли и неразрывности при течении в трубах;
- определять числа Рейнольдса и Маха;
- применять уравнение состояния жидкости;
- рассчитывать скорость истечения жидкости из сосуда через отверстие.

Владеть:

- навыками применения законов гидромеханики для описания природных явлений и технологических процессов в рамках модели сплошной среды
- способами и методами решения задач и их применения в образовательном процессе;
- способами проектной и инновационной деятельности в постановке и решении физических задач.

5. Содержание дисциплины (модуля) и формы организации учебного процесса

| Порядковый номер и тема | Краткое содержание темы |
|--|--|
| | Содержательный модуль 1 |
| Тема 1. Модели сплошной среды. | Предмет гидромеханики. Сплошная среда и ее свойства. Модели сплошной среды: идеальная, вязкая, сжимаемая и несжимаемая среда. |
| Тема 2. Кинематика сплошной среды. | Кинематика сплошной среды. Эйлеровый и лагранжевый подходы. Локальная и полная производная по времени. Характеристика векторного поля. Линии тока и трубки тока. Поток и циркуляция векторного поля. Разложение движения на простейшие. Теорема Гельмгольца. Тензор скоростей деформаций. Кубическое расширение. Скорость и деформации сдвига. |
| Тема 3. Гидростатика. | Гидростатика. Основные уравнения гидростатики. Равновесие несжимаемой жидкости. Сообщающиеся сосуды. Закон Архимеда. Равновесие сжимаемого газа. Барометрическая формула. Равновесие жидкости при наличии негравитационных массовых сил. |
| Тема 4. Уравнение неразрывности. | Уравнение неразрывности. Законы сохранения и их методологическое значение. Баланс субстанции в интегральном и дифференциальном виде. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности. Движение в каналах переменного сечения. |
| Тема 5. | Поверхностные и объемные силы, действующие в жидкости. Тензор |

| | |
|---|---|
| Тензор напряжений. | напряжений. Напряжения в идеальной жидкости. Тензор напряжений. Закон сохранения момента импульса. Симметричность тензора напряжений. Закон сохранения импульса. Уравнение движения в напряжениях. |
| Тема 6. Уравнения Эйлера. | Напряжения в идеальной жидкости. Уравнения Эйлера движения идеальной жидкости. Уравнения Эйлера в форме Громека. Потенциальное движение жидкости. |
| Тема 7. Уравнение Бернулли. | Интегралы Коши-Лагранжа и Бернулли. Истечение жидкости из сосуда через малое отверстие. Движение в каналах переменного сечения. |
| Тема 8. Уравнения Навье-Стокса. | Обобщенный закон трения Ньютона. Уравнения Навье-Стокса движения вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения движения для разных моделей жидкости: идеальная, вязкая, сжимаемая, несжимаемая. Потери на трение. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Местные сопротивления. Внезапное расширение и сжатие потока. |
| Тема 9. Теплопроводность. Закон Фурье. | Теплопроводность. Перенос тепла. Виды теплообмена. Закон Фурье. Закон сохранения энергии. Уравнение баланса энергии. |
| Тема 10. Диффузия. Закон Фика. | Диффузия. Виды диффузии. Закон Фика. Уравнение переноса вещества. |
| Тема 11. Подобие гидродинамических явлений. | Подобие гидродинамических явлений. Критерии подобия. Подобие гидродинамических явлений. Критерии подобия. Число Рейнольдса. Число Маха. |
| Тема 12. Сопло Лаваля. | Сопло Лаваля. Движение сжимаемого газа в трубе переменного сечения. Ускорение потока. Сверхзвуковое движение газа. |
| Тема 13. Гидравлика. | Гидравлика. Местные сопротивления. |
| Тема 14. Гидравлический удар. | Гидравлический удар. Распространение малых возмущений в жидкости. Уравнения акустики. Гидравлический удар. Формула Жуковского для гидроудара. Разрывы параметров течения. Условия динамической совместности. Ударная волна. |
| Тема 15. Кавитация. | Кавитация. Растягивающие напряжения в жидкости. Виды и модели кавитации. |
| Тема 16. Турбулентность. | Турбулентность. Ламинарное и турбулентное движение. Уравнения Рейнольдса для турбулентного течения. Турбулентные напряжения. Модели турбулентности. |

Курс дисциплины «Механика сплошных сред» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций для обсуждения материала широко используются мультимедийные презентации, анимации, а так же раздаточные материалы.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, блочно-модульное обучение.

Практические занятия предполагают закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях, приобретение навыков и умений при расчете реальных физических явлений.

Использование в учебном процессе интернет-ресурсов по данному курсу; рассмотрение задач, максимально приближенных к конкретным научно-исследовательским ситуациям с элементами дискуссии и полемикой в процессе поиска путей решения сформулированных проблем; тесты и контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение индивидуальных заданий, подготовку к лабораторным занятиям, изучение учебной и методической литературы, составление конспектов, написание рефератов, представление презентаций и докладов.

Тематический план (заполняется согласно учебному плану)

[illegible]

[illegible]

(пп. 6-10 являются необязательной формой и носят рекомендательный характер)

6. Темы семинарских занятий.

7. Темы практических занятий.

8. Темы лабораторных занятий.

9. Самостоятельная работа.

10. Индивидуальные задания.

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Предмет гидромеханики. Сплошная среда и ее свойства: текучесть, сжимаемость, вязкость. Модели сплошной среды: идеальная, вязкая, сжимаемая и несжимаемая среда.
2. Методы описания движения сплошной среды. Эйлеровый и лагранжевый подходы. Локальная и полная производная по времени.
3. Законы сохранения в физике и гидромеханике. Субстанция, поток, производство и изменение субстанции. Баланс субстанции. Законы сохранения массы, импульса, энергии.
4. Градиент скалярной величины, дивергенция и ротор векторного поля. Оператор набла. Поток и циркуляция векторного поля. Теоремы Остроградского-Гаусса и Стокса.
5. Ротор вектора скорости. Лини тока и трубка тока.
6. Кинематика сплошной среды. Разложение движения на простейшие. Теорема Гельмгольца.
7. Тензор скоростей деформаций. Кубическое расширение. Скорость и деформации сдвига.
8. Законы сохранения и их методологическое значение. Баланс субстанции в интегральном и дифференциальном виде.
9. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности.
10. Поверхностные и объемные силы, действующие в жидкости. Тензор напряжений.
11. Закон сохранения импульса. Уравнение движения в напряжениях.
12. Закон сохранения момента импульса. Симметричность тензора напряжений.
13. Перенос тепла. Виды теплообмена. Закон Фурье. Закон сохранения энергии. Уравнение баланса энергии.
14. Диффузия. Виды диффузии. Закон Фика. Уравнение переноса вещества.
15. Гидростатика. Основные уравнения гидростатики. Равновесие несжимаемой жидкости. Сообщающиеся сосуды. Закон Архимеда.
16. Равновесие сжимаемого газа. Барометрическая формула.
17. Равновесие жидкости при наличии негравитационных массовых сил. Форма свободной поверхности жидкости во вращающемся сосуде и движущемся поступательно с ускорением.
18. Напряжения в идеальной жидкости. Уравнения Эйлера движения идеальной жидкости. Уравнения Эйлера в форме Громека.
19. Потенциальное движение жидкости. Интегралы Коши-Лагранжа и Бернулли.
20. Одномерные движения несжимаемой жидкости. Элементы гидравлики.
21. Истечение жидкости из сосуда через малое отверстие.
22. Уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости. Обобщенный закон трения Ньютона. Уравнения Навье-Стокса.
23. Уравнения Навье-Стокса для вязкой сжимаемой жидкости.
24. Уравнения движения для разных моделей жидкости: идеальная, вязкая, сжимаемая, несжимаемая.
25. Подобие гидродинамических явлений. Критерии подобия. Число Рейнольдса.
26. Одномерное движение сжимаемого газа. Уравнение неразрывности. Скорость звука. Уравнение Бернулли.

27. Гидравлический удар. Распространение малых возмущений в жидкости. Формула Жуковского для гидроудара.
28. Движение сжимаемого газа в трубе переменного сечения. Ускорение потока. Сопло Лаваля.
29. Ламинарное и турбулентное движение. Турбулентность. Гипотеза Рейнольдса о средних и пульсационных значениях параметров при турбулентности. Осреднение параметров течения.
30. Уравнения Рейнольдса в напряжениях для турбулентного течения. Турбулентные напряжения.
31. Проблемы замыкания уравнений для турбулентного движения. Модели турбулентности.
32. Кавитация жидкости. Виды кавитации. Модели кавитации.

12. Образец экзаменационного билета

Билет №1

1. Уравнение неразрывности
2. Потенциальное движение жидкости. Интеграл Бернулли.

13. Образец тестового задания

1. Вода движется по трубе со скоростью 10 м/с. Плотность воды 1000 кг/м^3 , скорость звука 1500 м/с. Давление гидравлического удара, рассчитанное по формуле Жуковского, будет равно
а) 15 МПа, б) 5 кПа, в) 10 кПа, г) 7,5 МПа.

14. Критерии оценивания

(Разрабатываются и утверждаются кафедрой на основе Положения ДонНУ)

| Оценка по шкале ECTS | Оценка по 100-балльной шкале | Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет) | Оценка по государственной шкале (зачет) |
|----------------------|------------------------------|---|---|
| A | 90-100 | 5 (отлично) | зачтено |
| B | 80-89 | 4 (хорошо) | зачтено |
| C | 75-79 | 4 (хорошо) | зачтено |
| D | 70-74 | 3 (удовлетворительно) | зачтено |
| E | 60-69 | 3 (удовлетворительно) | зачтено |
| FX | 35-59 | 2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи | не зачтено |
| F | 0-34 | 2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов | не зачтено |

15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для проведения **лекционных занятий** требуется аудитория, оборудованная меловой или интерактивной доской, мультимедийным проектором и экраном.

Для обеспечения **практических занятий** требуется аудитория, оборудованная доской и выходом в Интернет.

1. Аудитория с лекционными демонстрациями по разным разделам физики.
2. Ноутбук.
3. Выход в Интернет.
4. Wi-Fi доступ в корпусах университета.

5. Текстовые и электронные ресурсы библиотеки университета.

16. Рекомендованная литература

Основная

1. Повх И. Л. Техническая гидромеханика. Л.: Машиностроение, 1976. – 502 с.
2. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1987. – 840с.
3. Лаврентьев М. А., Шабат В. В. Проблемы гидродинамики и их математические модели. – М.: Наука, 1973. – 416 с.

Дополнительная

1. Бреховских Л. М., Гончаров В. В. Введение в механику сплошных сред. М.: Наука, 1982. – 235 с.
2. Станюкович К. П. Неустановившееся движение сплошной среды. – М.: Наука, 1971. – 600 с.
3. Гуревич М. И. Теория струй идеальной жидкости. – М.: ГИФМЛ. – 1961. – 496 с.

17. Информационные ресурсы

1. http://www.vodorezka.ru/rezat_vodoy.html
2. <http://www.ugatu.ac.ru/conf/ATC/Section4/some.htm>
3. Technology\Гидрорезка\ГидрорезкаИнтернет\Ультразвуковая технология жидкостей_1_3 Технологическое оборудование для гидрорезания.htm

18. Программное обеспечение (при наличии)

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2017 год. Протокол заседания кафедры № 1 от 28.08.17. Зав. кафедрой

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018 год. Протокол заседания кафедры № 2 от 06.09.18. Зав. кафедрой

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019 год. Протокол заседания кафедры № ____ от ____ . Зав. кафедрой