

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет физико-технический
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ
проректор

«29» марта 2024 г.

П.А. Машаров

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ФИЗИКА СПЛОШНЫХ СРЕД»

| | |
|---|------------------------------|
| Укрупненная группа направлений подготовки | 03.00.00 Физика и астрономия |
| Программа высшего образования | Программа бакалавриат |
| Направление подготовки | 03.03.03 Радиофизика |
| Профиль подготовки | Радиофизика |
| Квалификация | Бакалавр |
| Форма обучения | очная |

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Физика сплошных сред**» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (Профиль: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 912 (с изм. и доп.). Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

к.ф-м.н., доцент
кафедры радиофизики
и инфокоммуникационных технологий

 И.И. Худяков

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой

 В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:


И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.

 С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель

 В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы
д-р тех. наук, проф.
26.03.2024 г.

 В.В. Данилов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

В цикле математических дисциплин: знание основ линейной алгебры, математического анализа, теории функций комплексной переменной, методов математической физики и умение применять эти знания при решении задач.

Части курса ФСС, гидродинамика и теория упругости, в значительной мере используют знания, получаемые студентами в рамках курсов кафедры общей физики «Механика» и «Термодинамика и молекулярная физика». При построении основных математических моделей движения сплошных сред используются как знания законов сохранения из курса механики – массы, импульса, энергии, так и представление о локальном термодинамическом равновесии и термодинамических потенциалах из курса термодинамики. Ещё одной важной, хотя и не критической, предпосылкой является курс «Аналитическая механика» кафедры теоретической физики. Знания из этого курса используются при описании многих конкретных явлений, например, тензор инерции используется при выводе уравнений колебаний тонких стержней в теории упругости, на спектр колебаний цепочки связанных осцилляторов есть ссылка при описании оптических свойств газа осцилляторов. Часть «гидродинамика» курса ФСС служит основой соответствующих спецкурсов кафедр «физики неравновесных процессов», «физики сплошных сред», «физики плазмы».

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

(для магистрантов), курс «Нелинейные явления в физике сплошных сред».

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

| Наименование показателя | Значение показателя |
|---|--|
| Название образовательной программы | 03.03.03 Радиофизика (программа бакалавриата: Радиофизика) |
| Шифр и название в соответствии с учебным планом | Б1.Б.М2.4 Физика сплошных сред |
| Часть образовательной программы | Базовая часть |
| Количество зачетных единиц / всего часов | 2,5 / 90 |

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

| Форма обучения | курс | семестр | Общее количество часов | | | | | Форма контроля |
|----------------|------|---------|------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|-------|----------------|
| | | | лекционных | лабораторных | практических | самостоятельной работы + контроль | всего | |
| Очная | 3 | 6 | 32 | – | 16 | 42 | 90 | зачет |

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Познакомить студентов физического факультета с основами электродинамики сплошных сред, гидродинамики и теории упругости, дать представление об основных теоретических методах, применяемых в этих разделах физики, научить решать простейшие задачи и делать элементарные оценки, и наконец, сформировать общекультурные и профессиональные навыки физика-исследователя.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

| Компетенции | Индикаторы | Результаты обучения |
|--|--|---|
| ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности. | ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в областях физики, радиофизики, а также в областях математических и естественных наук. | ОПК-1.1.1. Знает основные математические модели, уравнения и граничные условия, которые применяются в физике сплошных сред, физические явления, которые описываются в рамках моделей сплошных сред в электродинамике, гидродинамике и теории упругости, и некоторые базовые (главным образом линейные) методы, необходимые для работы с этими типами моделей. ОПК- 1.1.2. Умеет применять эти модели и методы для оценки оптических свойств анизотропных сред с дисперсией, для описания устойчивости, малых колебаний и распространения волн в газах, идеальных и вязких жидкостях, а также в изотропных упругих средах. Решать стандартные задачи ФСС методом линеаризации и анализа Фурье. ОПК-1.1.2. Владеет: методами описания распространения звука в жидких и упругих средах, решения одномерных задач течения вязкой жидкости и простых деформаций упругих тел. |

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| Название темы | Краткое содержание темы (вопросы темы) |
|---------------------------------|--|
| Раздел 1. Гидродинамика | Вывод уравнений идеальной гидродинамики как законов сохранения. Тензор плотности потока импульса, граничные условия. Звук. Приближение несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли, переход через скорость звука |
| Раздел 2. Потенциальное течение | Изэнтропическое течение, теорема Томсона. Потенциальное течение, потенциальное обтекание тел. Парадокс Д'Аламбера, присоединенная масса. |
| Раздел 3. Вихревое течение | Вихревое течение, вмороженность и динамика завихренности. Модель тонких вихрей. |
| Раздел 4. Вязкая жидкость | Вязкая жидкость, вязкий тензор напряжений, уравнение Навье-Стокса. Закон подобия, число Рейнольдса |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Раздел 5. Уравнения теплопереноса | Уравнение теплопереноса. Энергия и поток энергии звуковой волны в среде. Диссипация энергии в вязкой жидкости. |
| Раздел 6. Теория упругости | Координаты Лагранжа. Тензор деформаций, деформации сдвига и всестороннего сжатия. Тензор напряжений. Закон Гука для изотропных тел. Уравнения движения и равновесия деформированного тела. Граничные условия. Простые деформации. |
| Раздел 7. Упругие волны | Внутренние напряжения. Термодинамика деформирования. Упругие волны в изотропной среде. Деформации скручивания тонкого стержня. |
| Раздел 8. Внутренние напряжения | Внутренние напряжения. Термодинамика деформирования. Упругие волны в изотропной среде. Деформации скручивания тонкого стержня. |

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 1, семестр – 1

| Наименования разделов и тем | Количество часов | | | | |
|-----------------------------|------------------|--------|--------|-------|-------|
| | Лекц. | Лабор. | Практ. | СРС+К | Всего |
| 1. Гидродинамика | 4 | | 3 | | |
| 2.Потенциальное течение | 4 | | 3 | | |
| 3.Волновое течение | 4 | | 3 | | |
| 4.Вязкая жидкость | 4 | | 3 | | |
| 5.Уравнения теплопереноса | 4 | | 3 | | |
| 6.Теория упругости | 4 | | 4 | | |
| 7.Упругие волны | 4 | | 3 | | |
| 8.Внутренние напряжения | 6 | | 3 | | |
| ИТОГО ЗА СЕМЕСТР | 34 | – | 17 | 42 | 90 |

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

1. Уравнения идеальной гидродинамики, уравнение Навье-Стокса;
2. Граничные условия для идеальной и вязкой жидкости;
3. Полная (Лагранжева) производная по времени, её выражение через частные производные;
4. Тензор вязких напряжений.
5. Тензор деформации и тензор упругих напряжений;
6. Закон Гука для изотропных тел;
7. Уравнение равновесия упругого тела, граничные условия для уравнения равновесия;
8. Деформация тонкого стержня при растяжении.

7.2. Темы письменных работ

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 1

| Номера разделов | Виды работ | Максимальное количество баллов |
|-----------------------|--|--------------------------------|
| 1-8 | Организационно-учебная работа в аудитории | 5 |
| | Самостоятельная работа | 10 |
| | Контрольные работы по практике | 5 |
| | Контрольная работа по теоретическому материалу | 10 |
| ИТОГО | | 30 |
| Экзамен | | 70 |
| Общий итог за семестр | | 100 |

8.2. Семестр 2

Соответствие баллов оценке

| Количество баллов из 100 | ECTS | Оценка по пятибалльной шкале | |
|--------------------------|------|-----------------------------------|------------|
| | | Экзамен, дифференцированный зачет | Зачет |
| 90-100 | A | отлично | зачтено |
| 80-89 | B | хорошо | зачтено |
| 75-79 | C | | зачтено |
| 70-74 | D | удовлетворительно | зачтено |
| 60-69 | E | | зачтено |
| 35-59 | FX | неудовлетворительно | не зачтено |
| 0-34 | F | | не зачтено |

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теоретическая физика, т.6, *Гидродинамика*. М: Наука, 1988.
2. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теоретическая физика, т.7, *Теория упругости*. М: Наука, 1987.
3. *Векиштейн Г.Е.* Физика сплошных сред в задачах. М: Институт компьютерных исследований, 2002 (номера в программе семинаров даны по изданию Новосибирск: изд-во НГУ, 1991, как более распространённому)
4. *Лотов К.В.* Физика сплошных сред. Новосибирск: НГУ, 2001.

11.2. Дополнительная литература

5. *Седов Л.И.* Механика сплошной среды, тт. I, II М: Наука, 1973
6. *Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс.* Фейнмановские лекции по физике, вып. 5 - 7, Мир, Москва (1966).
7. *Биркгоф Г.* Гидродинамика. М.: Из-во иностранной литературы, 1963
8. *Валландер С. В.* Лекции по гидроаэромеханике. Л.: Изд. ЛГУ, 1978
9. *А. Г. Горшков, Л. Н. Рабинский, Д. В. Тарлаковский* Основы тензорного анализа и механика сплошной среды
10. *Трудселл К.* Первоначальный курс рациональной механики сплошной среды. М.: Наука, 1975
11. *Снеддон И. Н., Берри Д. С.,* Классическая теория упругости, пер. с англ., М., 1961;
12. *Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Н.,* Теория упругости, пер. с англ., М., 1975.
13. *Ильюшин А.А., Ленский В.С.* Соппротивление материалов. Физматгиз, 1959
14. *Безухов Н.И.* Основы теории упругости, пластичности и ползучести. М., «Высшая школа», 1981

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).