

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Физика сплошных сред

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Информационные процессы и киберфизические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Алакшин Е.М. (Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Egor.Alakshin@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные принципы макроскопического описания конденсированных сред; основные уравнения гидродинамики и электродинамики сплошных сред;

Должен уметь:

описывать различные процессы в сплошных средах используя макроскопический подход

Должен владеть:

практическими навыками применения методов макроскопического подхода к описанию конденсированных сред

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять основные принципы макроскопического описания конденсированных сред к практическим задачам в профессиональной деятельности

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.27 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (Информационные процессы и киберфизические системы)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 42 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 30 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Сплошные среды. Кристаллические твердые тела. Тензорный подход.	6	6	0	8	0	0	0	10

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
2.	Тема 2. Основы электродинамики сплошных сред.	6	6	0	8	0	0	0	10
3.	Тема 3. Основы гидрогазодинамики.	6	6	0	8	0	0	0	10
	Итого		18	0	24	0	0	0	30

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Сплошные среды. Кристаллические твердые тела. Тензорный подход.

Определение сплошной среды. Примеры сплошных сред. Примеры воздействия и результата воздействия. Изотропные и анизотропные сплошные среды. Внутренняя геометрия кристаллов. Гексагональная плотная упаковка. Кристаллы. Структура кристаллов. Определение кристаллической решетки. Трансляция. Базис и кристаллическая структура. Примитивная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Плоскости и оси симметрии в кристаллах. Решетки Браве. Индексы Миллера. Дифракция волн в кристаллах. Дифракция фотонов, электронов и нейтронов. Закон Брэгга-Вульфа. Экспериментальные методы: метод Лауэ, метод вращения кристалла и метод порошка. Уравнение Лауэ. Обратная решетка. Тензоры. Представление сплошной среды в виде тензора. Тензор поляризуемости. Эллипсоид энергии. Тензор проводимости, инерции, напряжений.

##### Тема 2. Основы электродинамики сплошных сред.

Преломление и поглощение света сплошной средой. Показатель преломления. Поляризация вещества. Уравнения Максвелла в диэлектриках. Волны в диэлектрике. Отражение электромагнитных волн от поверхности. Применение граничных условий. Отраженная и преломленная волна. Основные законы отражения и преломления.

##### Тема 3. Основы гидрогазодинамики.

Жидкости. Основные свойства жидкостей. Принцип Паскаля. Вывод закона Архимеда для тела произвольной формы. Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Уравнение движения жидкости. Уравнение непрерывности. Уравнения Эйлера. Стационарный поток. Система уравнений Гельмгольца. Теорема Бернулли. Подъемная сила. Реальный поток. Вязкость. Закон Ньютона. Уравнение Навье-Стокса. Вихрь. Число Рейнольдса. Ламинарный и турбулентный поток.

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Гидродинамика: учебное пособие для студентов нематематических факультетов - <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/21871>

### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Application of continuum mechanics -

<http://ocw.mit.edu/courses/earth-atmospheric-and-planetary-sciences/12-005-applications-of-continuum-mechanics-to-earth-atmospheric-and-planetary-sciences/>

Introduction to continuum mechanics - <http://www.me.berkeley.edu/ME280B/notes.pdf>

Landau Theory of phase transitions - <http://www.irc.leeds.ac.uk/~phy6pdo/teaching/landau.pdf>

The Feynman Lectures on Physics, Volume II - [http://www.feynmanlectures.caltech.edu/II\\_toc.html](http://www.feynmanlectures.caltech.edu/II_toc.html)

Фейнмановские лекции по физике - [http://www.sernam.ru/lect\\_f\\_phis7.php](http://www.sernam.ru/lect_f_phis7.php)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Студенты обязаны посещать все лекционные занятия. На занятиях необходимо вести конспект лекций. Необходимо активное участие в обсуждении. Приветствуется задавать вопросы лектору по теме лекции. Также в конце каждой лекции необходимо записать вопросы к самостоятельной работе. Приветствуется к последующим лекциям провести предварительное освоение темы и подготовить вопросы.
практические занятия	Студенты обязаны посещать все практические занятия. На практических занятиях необходимо иметь с собой конспект лекций. На практических занятиях в зависимости от их специфики проводятся либо решение конкретных задач, либо представляются результаты самостоятельной работы. Результаты самостоятельной работы представляются в виде короткого сообщения.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов при освоении курса является неотъемлемой частью программы. Для успешного усвоения дисциплины требуется систематическая работа с современной литературой и, в особенности, интернет ресурсами. Литература на английском языке, как правило, более современная и информация, содержащаяся в ней актуальна. В качестве интернет-поисковика рекомендуется <a href="http://www.google.com">http://www.google.com</a> . Поисковой запрос рекомендуется формировать на английском языке.
зачет	При подготовке к экзамену или зачету необходимо использовать также как и при подготовке к контрольным работам весь объем знаний, полученных в ходе выполнения курса. Непосредственно на зачете или экзамене студенту предоставляется время для подготовки, во время которого запрещается пользоваться любыми материалами, кроме справочных. Во время ответа преподавателю необходимо ответить на вопросы, заданные для предварительной подготовки. После ответа, студенту могут быть заданы дополнительные вопросы из любого раздела курса.

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

### 12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки "Информационные процессы и киберфизические системы".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Информационные процессы и киберфизические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

#### Основная литература:

1. Давыдова, М. А. Лекции по гидродинамике: учебное пособие / М. А. Давыдова. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 216 с. - ISBN 978-5-9221-1303-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5264> (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Байков, Ю. А. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 296 с. - ISBN 978-5-00101-825-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151595> (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Матухин, В. Л. Физика твердого тела : учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-0923-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167762> (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Стрекалов, Ю. А. Физика твердого тела: учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2018. - 307 с.: - (Высшее образование : Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00967-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/959952> (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: по подписке.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. - 5-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - 2022. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-1211-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210611> (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Еремин, Н. Н. Занимательная кристаллография: учебное пособие / Н. Н. Еремин, Т. А. Еремينا. - Москва: МЦНМО, 2013. - 148 с. - ISBN 978-5-4439-2154-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/56566> (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Фейнман, Р. Задачи к Фейнмановским лекциям по физике : учебное пособие / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс ; под редакцией М. А. Готтлиба, Р. Пфайффер ; перевод с английского С. А. Иванова. - 2-е изд.(эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 402 с. - ISBN 978-5-00101-925-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/266456> (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Багдоев, А. Г. Линейные и нелинейные волны в диспергирующих сплошных средах : учебное пособие / А. Г. Багдоев, В. И. Ерофеев, А. В. Шекоян. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 320 с. - ISBN 978-5-9221-1149-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2665> (дата обращения: 06.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.



**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Информационные процессы и киберфизические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.