

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



П.А. Машаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА ДЕФОРМИРОВАННЫХ СРЕД

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Профиль подготовки	Физика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Физика деформированных сред» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: Физика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 891 (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:
профессор кафедры теоретической
физики и нанотехнологий,
канд. физ.-мат. наук



Н.П. Иваницын

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий.
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой



А. Г. Петренко

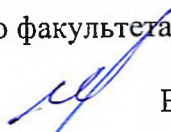
СОГЛАСОВАНО:

Декан 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

Руководители основной профессиональной
образовательной программы:
кандидат физико-математических наук



А. В. Безус

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ, Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп, Общая и экспериментальная физика (Механика), Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика).

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Структурообразование и явления переноса в кристаллах и тонких пленках, Производственная: преддипломная практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02 Физика (Профиль: Физика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.11.2 Физика деформированных сред
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	2,5 / 90

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+ контроль	всего	
Очная	4	8	20	30		40	90	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Получение углубленных знаний навыков и умений в области физики деформируемых сред.

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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-3. Способен проводить и управлять результатами научных исследований и опытно-	ПК-3.26. Использует основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере	ПК-3.26.1. Знает современное состояние и проблемы физики деформируемых сред ПК-3.26.2. Умеет решать смешанные задачи устойчивости и динамики

конструкторских работ в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	профессиональной деятельности	ПК-3.26.3. Владеет методами расчета упруго-пластических деформаций различного вида
	ПК-3.27. Использует специализированные знания в области физики в сфере профессиональной деятельности	ПК-3.27.1. Знает основные решения задач теории упругости и пластичности ПК-3.27.2. Умеет использовать существующие компьютерные программы расчета устойчивости конструкций при различных типах деформаций ПК-3.27.3. Владеет приближенными методами расчета уравнения равновесия и условия пластичности

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Физика деформированных сред	
Упругая деформация кристаллов	Механическое напряжение. Деформация. Закон Гука. Диаграмма деформации кристаллов.
Пластическая деформация кристаллов	Тензор пластической деформации. Пластическая деформация скольжения. Закон критического скалывающего напряжения. Теоретическая прочность кристаллов на сдвиг.
Дефекты в кристаллах	Типы дефектов. Точечные дефекты. Линейные дефекты в кристаллах. Энергия образования дислокаций. Механизмы размножения дислокаций и взаимодействие между дислокациями. Двумерные и объемные дефекты. Движение дислокаций в металлах и полупроводниках.
Деформация нанокристаллических материалов	Структура нанокристаллических материалов. Деформация нанокристаллов.
Высокотемпературная деформация кристаллов	Ползучесть кристаллов. Виды ползучести. Сверхпластичность. Механизмы высокотемпературной деформации кристаллов.
Высокотемпературная деформация композиционных материалов	Виды композиционных материалов. ВТД композитов.
Разрушение кристаллов	Нарушение сплошности кристалла. Механизмы зарождения трещин и пор. Вязкое и хрупкое разрушение. Усталостное разрушение. Долговечность.
Высокопрочные и пластичные кристаллы. Фракталы	Пути повышения прочности материала. Фрактальные структуры. Адаптирующие материалы.
Механические свойства кристаллов	Твердость материалов и методы ее измерения.

	Испытания на ползучесть, усталость, удар. Исследование тонкой структуры кристаллов.
--	----------------------------------------------------------------------------------------

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 8

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1. Физика деформированных сред	20	30		40	90
Упругая деформация кристаллов	2	3		5	10
Пластическая деформация кристаллов	2	3		5	10
Дефекты в кристаллах	2	3		5	10
Деформация нанокристаллических материалов	2	3		5	10
Высокотемпературная деформация кристаллов	2	3		5	10
Высокотемпературная деформация композиционных материалов	2	3		5	10
Разрушение кристаллов	2	3		5	10
Высокопрочные и пластичные кристаллы. Фракталы	3	4		3	10
Механические свойства кристаллов	3	5		2	10
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	20	30		40	90

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

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Механическое напряжение.
2. Деформация.
3. Закон Гука.
4. Диаграмма деформации кристаллов.
5. Тензор пластической деформации.
6. Пластическая деформация скольжения.
7. Закон критического скалывающего напряжения.
8. Теоретическая прочность кристаллов на сдвиг.
9. Типы дефектов.
10. Точечные дефекты.
11. Линейные дефекты в кристаллах.
12. Энергия образования дислокаций.
13. Механизмы размножения дислокаций и взаимодействие между дислокациями.
14. Двумерные и объемные дефекты.
15. Движение дислокаций в металлах и полупроводниках.
16. Структура нанокристаллических материалов.
17. Деформация нанокристаллов.
18. Ползучесть кристаллов.
19. Виды ползучести.
20. Сверхпластичность.

21. Механизмы высокотемпературной деформации кристаллов.

7.2. Темы лабораторных работ:

- Методика приготовления шлифов для металлографических исследований.
- Методика травления металлических образцов.
- Освоение методики измерения микротвердости металлических образцов.
- Рентгеновский метод оценки величины макро – микронапряжения в твердых телах.
- Метод повышения износостойкости материалов. Химико-термическая обработка образцов (Fe, поверхностное легирование) в газовой среде (азотирование, цементация).

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 8

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Лабораторная работа	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Зачет		40
Общий итог за семестр		100

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 учебном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лабораторных 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 кафедры теоретической физики и нанотехнологий (ауд.256).

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. Игнатенко, П. И. Физика прочности и пластичности кристаллов : учеб. пособие / П. И. Игнатенко, Н. П. Иваницын ; Донец. нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2005. - 277 с.
2. Пашинская, Е. Г. Физика деформированных сред : учебное пособие для студентов специальности 03.03.02 "Физика" / Е. Г. Пашинская, В. Н. Варюхин ; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. - Донецк : ГОУ ВПО «ДонНУ», 2017. - 173 с.
3. Игнатенко, П. И. Рентгенография реальных кристаллов : Учеб. пособие для студентов старш. курсов физ. и хим. фак. ун-тов, техн. ун-тов и др. вузов, спец. в обл. физ. материаловедения / П.И. Игнатенко, Н.П. Иваницын ; Донец. гос. ун-т. - Донецк : ДонГУ, 2000. - 327 с.
4. Гусев, А. И. Нанокристаллические материалы / А. И. Гусев, А. А. Ремпель. - М. : Наука, 2001. - 223 с.

11.2. Дополнительная литература

1. Орлов, А. Н. Введение в теорию дефектов в кристаллах : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Физика металлов" / А. Н. Орлов. - Москва : Высш. шк., 1983. - 144 с.
2. Ключников, В. Д. Физико-математические основы прочности и пластичности : (Элементы теории определяющих соотношений). - М. : Изд-во Моск. ун-та, 1994. - 192 с.

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).