

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

 Е.И. Скафа

апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дефекты в твердых телах

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

Профиль подготовки:

Образовательная программа: бакалавриат

Квалификация: академический бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Донецк 2020



УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

С.А.Фоменко

«17» апреля 2020 г.

Программа учебной дисциплины «Дефекты в твердых телах» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от 28 сентября 2016 г. № 987; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры

теоретической физики и нанотехнологий

Н.П. Иваницын

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол №15 от «02» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

В.Н.Варюхин

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

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

В.Н.Котенко

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

«Дефекты в твердых телах» является дисциплиной вариативной части Профессионального Блока по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Основы кристаллографии», «Основы процессов микро и нанотехнологий» на предыдущем уровне образования. Полученные знания используются студентами во время выполнения учебной и производственной практики, при написании выпускной квалификационной работы.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы	
Профиль		
Образовательная программа	бакалавриат	
Квалификация	академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, зачет	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	4
Год подготовки	2	2
Семестр	4	
Количество часов	144	144
- лекционных	16	2
- практических, семинарских	16	2
- лабораторных		
- самостоятельной работы	112	140
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	2	4
в т.ч. аудиторных	2	4

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Цель - углубление знаний студентов в области реального строения кристаллических веществ: классификацией дефектов в кристаллах (точечные дефекты (вакансии и атомы внедрения), линейные дефекты - дислокации различного типа, планарные дефекты), механизмами образования и свойствами дефектов, а также с влиянием дефектов на физические и химические свойства кристаллов.

Задачи :

- изучение строения, механизмов и условий образования точечных дефектов и дислокаций, механизмов диффузии в кристаллах, роли диффузии и точечных дефектов в химических твёрдофазных реакциях, механизмов пластической деформации и разрушения кристаллов, строения дефектов упаковки, межкристаллитных и межфазных границ, механизмов структурных превращений в твёрдых телах;

- освоение методик, позволяющих оценить концентрацию и подвижность дефектов в кристаллах и предсказать условия их образования; способов регулирования механических свойств кристаллов.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Дефекты в твердых телах» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

а) общекультурных (ОК):

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способностью к культурному мышлению, к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-10);

б) общепрофессиональных (ОПК):

способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1);

способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);

способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (ОПК-6);

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская и проектная деятельность:

способность использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой (ПК-2);

способность применять навыки использования (под руководством) методов моделирования, оценки, прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств наноматериалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов (ПК-4);

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

Знать: классификацию дефектов в кристаллах, строение, механизмы и условия образования точечных дефектов и дислокаций, механизмы диффузии в кристаллах, роль диффузии и точечных дефектов при химических твёрдофазных реакциях, механизмы пластической деформации и разрушения кристаллов, способы регулирования механических свойств кристаллов, строение дефектов упаковки, межкусталлитных и межфазных границ, механизмы структурных превращений в твёрдых телах;

Уметь: объяснить влияние дефектов на различные физические и химические процессы в кристаллах;

Владеть: методиками, позволяющими оценить концентрацию и подвижность дефектов в кристаллах и предсказать условия их образования.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый	Краткое содержание темы
------------	-------------------------

номер и тема	
Содержательный модуль 1 «Точечные и линейные дефекты в кристаллах»	
Тема 1. Точечные дефекты в кристаллах.	Энергия образования точечных дефектов. Оценка концентрации точечных дефектов
Тема 2. Дислокации в кристаллах	Виды дислокаций. Общее определение дислокации. Контур Бюргерса и его построение. Дислокации в кристаллах кубической структуры. Понятие дислокационных сеток
Тема 3. Поля напряжений около дислокаций	Тензоры напряжения и деформации. Обобщенный закон Гука. Дислокации в теории упругости
Тема 4. Взаимодействие между дефектами	Сила, которая действует на дислокацию. Механизмы взаимодействия между дислокациями. Простая двухдислокационной модель пластично деформированного кристалла
Содержательный модуль 2 «Влияние дефектов на физические процессы в кристаллах»	
Тема 5. Источники дислокаций и упрочнения кристаллов	Динамические теории размножения дислокаций. Источники Франка-Рида. Источники дислокаций при деформации. Остаточная деформация при сдвиге. Упрочнение деформированных кристаллов
Тема 6. Кристаллическая структура	Типы границ и оценка энергии границ. Экспериментальные данные проверки. Влияние температуры на дефекты в кристаллах.
Тема 7. Структурно-чувствительные свойства кристаллов	Механические свойства, электрическое сопротивление и теплопроводность в материалах. Магнитное сопротивление дислокаций, ЯМР и оптические свойства кристаллов. Энергия, которая запасается в процессе деформации, облучения и закаливании
Тема 8. Структурные переходы в кристаллах	Фазовые переходы 1 и 2 рода. Структурные фазовые переходы в реальных материалах

Тематический план

Содержательный модуль 1 «Точечные и линейные дефекты в кристаллах»											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
Тема 1. Точечные дефекты в кристаллах.	18	2	2		14		17,5	0,5			17

Тема 2. Дислокации в кристаллах	18	2	2		14		18,5	0,5			18	
Тема 3. Поля напряжений около дислокаций	18	2	2		14		18,5		0,5		18	
Тема 4. Взаимодействие между дефектами	18	2	2		14		17,5		0,5		17	
Всего по модулю	72	8	8		56		72	1	1		70	

Тематический план

Содержательный модуль 2												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 5. Источники дислокаций и упрочнения кристаллов	18	2	2		14		17,5	0,5			17	
Тема 6. Кристаллическая структура	18	2	2		14		18,5	0,5			18	
Тема 7. Структурно-чувствительные свойства кристаллов	18	2	2		14		18,5		0,5		18	
Тема 8. Структурные переходы в кристаллах	18	2	2		14		17,5		0,5		17	
Всего по модулю	72	8	8		56		72	1	1		70	
Всего по дисциплине	144	16	16		112		144	2	2		140	

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Точечные дефекты в кристаллах.	2
2	Дислокации в кристаллах	2

3	Поля напряжений около дислокаций	2
4	Взаимодействие между дефектами	2
5	Источники дислокаций и упрочнения кристаллов	2
6	Кристаллическая структура	2
7	Структурно-чувствительные свойства кристаллов	2
8	Структурные переходы в кристаллах	2
	ВСЕГО	16

Темы практических занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Точечные дефекты в кристаллах	2
2	Дислокации в кристаллах	2
3	Поля напряжений около дислокаций	2
4	Взаимодействие между дефектами	2
5	Источники дислокаций и упрочнения кристаллов	2
6	Кристаллическая структура	2
7	Структурно-чувствительные свойства кристаллов	2
8	Структурные переходы в кристаллах	2
	ВСЕГО	16

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Точечные дефекты, обусловленные нестехиометрией кристаллов. Квазихимические равновесия. Влияние внешней атмосферы на концентрацию точечных дефектов. Основные виды нестехиометрии в оксидах металлов. Влияние температуры на эффективный заряд точечных дефектов.	14
2	Направленная диффузия в кристаллах. 1-й закон Фика. Диффузия в поле механических напряжений – эффект Горского.	14
3	Движение дислокаций: скольжение и переползание. Определение плоскости скольжения. Барьер Пайерлса-Набарро. Наблюдаемые системы скольжения (ГЦК, ОЦК и ГПУ металлы, ионные кристаллы (NaCl, CsCl)).	14
4	Различные механизмы пластической деформации: скольжение дислокаций, дислокационная и диффузионная ползучесть. Карта механизмов пластической деформации. Сверхпластичность.	14
5	Теория Гриффитса хрупкого разрушения. Эффекты Иоффе и Ребендера.	14
6	Теория Орована вязкого разрушения. Механизмы образования трещины при пластической деформации.	14

7	Межфазные границы. Когерентные, полуккогерентные и некогерентные межфазные границы. Энергия, подвижность и транспортные свойства межфазных границ. Механизмы фазовых переходов. Влияние строения межфазной границы на кинетику и морфологию фазового превращения.	14
8	Сдвиговые превращения. ГЦК – ГПУ превращение в кобальте. Сверхупругость и эффект памяти формы.	14
	ВСЕГО	112

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ *(не предусмотрено рабочим планом)*

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Энергия образования точечных дефектов.
2. Оценка концентрации точечных дефектов.
3. Виды дислокаций.
4. Общее определение дислокации.
5. Контур Бюргерса и его построение.
6. Дислокации в кристаллах кубической структуры.
7. Понятие дислокационных сеток.
8. Тензоры напряжения и деформации.
9. Обобщенный закон Гука.
10. Дислокации в теории упругости.
11. Сила, которая действует на дислокацию.
12. Механизмы взаимодействия между дислокациями.
13. Простая двухдислокационной модель пластично деформированного кристалла

ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ (образец варианта и критерии оценивания)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

Направление подготовки: **28.03.03 Наноматериалы**

Профиль:

Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр

4

Учебная дисциплина

Дефекты в твердых телах

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Дислокации в кристаллах кубической структуры.
2. Контур Бюргерса и его построение.
3. Механизмы взаимодействия между дислокациями.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий,
протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой
Преподаватель

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	10
Всего	30

9. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Теоретические вопросы к зачету

1. Динамические теории размножения дислокаций.
2. Источники Франка-Рида.
3. Источники дислокаций при деформации.
4. Остаточная деформация при сдвиге.
5. Упрочнение деформированных кристаллов
6. Типы границ и оценка энергии границ.
7. Экспериментальные данные проверки.
8. Влияние температуры на дефекты в кристаллах.
9. Механические свойства, электрическое сопротивление и теплопроводность в материалах.
10. Магнитное сопротивление дислокаций, ЯМР и оптические свойства кристаллов.
11. Энергия, которая запасается в процессе деформации, облучения и закаливании
12. Фазовые переходы 1 и 2 рода.
13. Структурные фазовые переходы в реальных материалах

Зачетная работа включает три задания, за которые студент может получить max 50 баллов.

Критерии оценивания зачета

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
Всего	50 баллов

10. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Дефекты в твердых телах» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

**Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины**

Организационно учебная работа студента	СРС		Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	
max 10 баллов	max 10 баллов	max 30 баллов	100

Шкала соответствия баллов национальной шкале

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и практические занятия по учебной дисциплине «Дефекты в твердых телах» проводятся в учебной лаборатории №014 «Масс-спектрологии». Оснащена комплектом учебной мебели на 6 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, 1 Масс-спектрометр химический-MX7304, 1 Монохроматор-СМП1, 1 компьютер с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет. В учебной лаборатории №015 «Микро и нано структуры». Лаборатория оснащена комплектом учебной мебели на 12 посадочных мест, фломастерной доской, масс-спектрометр (МИ 1201АТ-01), микроскоп электронный растровый РЭМ-106 И, установка для изучения оптических свойств тонких пленок (п/п диэлектриков), 1 компьютер для снятия и обработки данных.

Самостоятельная работа студентов проходит в читальном зале № 1 (г. Донецк, пр. Гурова, 6, № 103) иностранной литературы. Помещение оснащено комплектом учебной мебели на 33 посадочных места, компьютер в комплекте (1 шт); зал электронной информации (Донецк, пр. Гурова, 6, № 104-а.). Помещение оснащено комплектом учебной мебели на 40 посадочных мест, компьютер в комплекте (14 шт).

Индивидуальные и групповые консультации студентам для проведения самостоятельной работы предоставляются в кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий, укомплектованном комплектом мебели на 12 посадочных мест, оснащенном компьютером в комплекте (1 шт.), принтером, сканером, расположенном по адресу г. Донецк, пр. Театральный 13, ауд. 256.

12. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Дислокации в кристаллах : Библиогр. указ. 1959 - 1964. Вып. 2 / Сост. С. Г. Збар, Н. В. Слесарева, Н. С. Вольфсон ; АН СССР. Сектор сети спец. б-к. ; Ин-т кристаллографии ; Ин-т физики твердого тела. - М. : Наука, 1966. - 370 с.	3	
2.	Хирт, Д. П. Теория дислокаций : Пер. с англ. / Д. П. Хирт, И. Лоте ; Под ред. Э. М. Надгорного, Ю. А. Осипьяна. - М. : Атомиздат, 1972. - 599 с.	11	
3.	Современная кристаллография : в 4 т. / редкол.: Б. К. Вайнштейн (гл. ред.) и др. ; АН СССР, Ин-т кристаллографии им. А. В. Шубникова. - Москва : Наука, 1980 - Т. 3 : Образование кристаллов / А. А. Чернов и др. - 1980. - 407 с. Т. 4 : Физические свойства кристаллов / Л. А. Шувалов и др. - 1981. - 495 с.	1	
4.	Иванов-Шиц, А. К. Ионика твердого тела : [В 2 т.]. Т. 1 / А. К. Иванов-Шиц, И. В. Мурин ; С.-Петерб. гос. ун-т ; Ин-т кристаллографии РАН. - СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2000. - 616 с.	1	
Дополнительная литература			
5.	Хирт, Д. П. Теория дислокаций : Пер. с англ. / Д. П. Хирт, И. Лоте ; Под ред. Э. М. Надгорного, Ю. А. Осипьяна. - М. : Атомиздат, 1972. - 599 с.	11	
6.	Миркин, Лев И. Рентгеноструктурный анализ : Справочное руководство / Л. И. Миркин. - М. : Наука, 1976. - 326 с.	28	
7.	Гинзбург, И. Ф. Введение в физику твердого тела. Основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твердого тела : учеб. пособие / И.Ф. Гинзбург. - СПб. : Лань ; М.; Краснодар, 2007. - 537 с.	1	

13. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.

<http://library.donnu.ru/> – сайт библиотеки

14. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, Free Pascal, Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры

теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____