

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Физическое материаловедение и биомедицинская инженерия»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.2.9 «Дислокационная физика твердых тел»

по направлению подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль 1– «Материаловедение и технология новых материалов»

Квалификация – бакалавр

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 2

часов в неделю – 4

всего часов – 72

в том числе:

лекции – 14

коллоквиумы – 4

практические занятия – 18

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 36

зачет – 7 семестр

экзамен – нет

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: В данном курсе рассматриваются основные вопросы физики реального кристалла. Обсуждаются понятия идеального и реального кристалла. Подробно изучаются все типы дефектов кристаллической структуры реальных кристаллов (точечные, линейные, поверхностные и объемные), их строение и характеристики (упругие поля, энергия), механизмы движения и взаимодействия, влияние на физические свойства (механические, электрические, магнитные и другие) и процессы, происходящие в кристаллах (диффузия, самодиффузия, упорядочение твердых растворов, пластическая и упругая деформации).

Студентами практически осваиваются различные экспериментальные методы исследования структуры кристаллов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Спецкурс «Дислокационная физика твердых тел» относится к числу основных дисциплин промежуточного цикла обучения специализации «Материаловедение и технология материалов», в которой рассматривается элементарная теория точечных, линейных и поверхностных дефектов, определяющих важнейшие свойства металлов и изменения их структуры при обработке и эксплуатации. Для успешного освоения дисциплины «Дислокационная физика твердых тел» студентам необходимо обладать знаниями в области следующих дисциплин:

- Б.1.1.16 «Общее материаловедение и технологии материалов»: классификацию материалов, свойства кристаллов;
- Б.1.1.8 «Физическая химия»: растворы, металлы, полимеры.
- Б.1.1.7 «Неорганическая и органическая химия»;
- Б.1.1.6 «Физика»: законы термодинамики; свойства кристаллов, аморфных материалов; диффузионные процессы;
- Б.1.1.5 «Математика».
- Б.1.2.5 «Физико-химические основы материаловедения и технологии получения материалов»: дислокации, дефекты кристаллов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ПК-6.

Знает: методы использования на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

Умеет: использовать на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

Владеет: методами использования на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Неде-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
7 семестр									
		1	Введение.	11	2			9	
		2	Строение твердых тел. Классификация точечных дефектов	22	4			9	
		3	Основные типы дислокаций и их движение	13	4			9	
		4	Дислокации в типичных металлических структурах. Дефекты упаковки	26	4	4		9	
Всего				72	14	4		18	

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Введение. Предмет и задачи курса. Понятие реальной структуры кристаллов. Классификация дефектов кристаллического строения в твердых телах	1-3
2	2	2	Виды дефектов. Вакансии. Атомы внедрения. Геометрия пустот в основных решетках металлов. Искажение решетки вокруг дефектов. Термодинамика дефектов. Равновесная концентрация дефектов.	1-3
2	2	3	Миграция дефектов. Источники и стоки	1-6

			дефектов. Комплексы дефектов. Поведение вакансий при закалке и отжиге. Методы определения концентрации вакансий, энергии их образования и миграции.	
3	2	4	Классификация дислокаций. Краевые дислокации. Скольжение краевых дислокаций. Переползание краевых дислокаций. Винтовые дислокации.	1-6
3	2	5	Скольжение винтовых дислокаций. Смешанные дислокации, пример их движения. Дислокационные петли. Призматические дислокационные петли, способы их образования. Вектор Бюргерса. Свойства вектора Бюргерса. Плотность дислокаций.	1-6
4	2	6	Подразделение дислокаций на полные и частичные. Энергетический критерий дислокационных реакций. Плотнейшие упаковки.	1-8
5	2	7	Виды дефектов упаковки, способы их образования. Стандартный тетраэдр Томпсона и дислокационные реакции в ГЦК решетке.	1-8

6. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего часов	№ коллоквиума	Тема коллоквиума. Вопросы, отрабатываемые на коллоквиуме	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
4	2	1	Происхождение дислокаций. Сетки дислокаций..	1-8
4	2	2	Размножение дислокаций при пластической деформации. Источник Франка-Рида	1-8

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2	9	1-6	Решение задач по теме «Точечные дефекты»	1-8
3	9	7-9	Решение задач «Основные типы дислокаций и их движение»	1-8

8. Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены.

9. Задания для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа стимулируется постановкой проблем и задач по тематике читаемых лекций.

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрены.

11. Курсовая работа

Не предусмотрены.

12. Курсовой проект

Не предусмотрены.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Фонд оценочных средств включает:

- экзаменационные билеты;
- экзаменационные вопросы;
- тестовый комплекс;
- варианты домашних заданий.

Оценка качества освоения программы включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию (по модулям), итоговую аттестацию.

Студентам предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества учебного процесса.

Сформированность компетенции ПК-6 оценивается по следующим критериям:

№ п/п	Наименование дисциплины и код по базовому учебному плану	Части компонентов	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3	4	5
1	Б.1.2.9 «Дислокационная физика твердых тел»	Знать: методы использования на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	Лекции, практические занятия	Устные опросы, тестирование, экзамен
		Уметь: использовать на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры	Лабораторные занятия, практические занятия	Устные опросы, тестирование

	на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями		
	Владеть: методами использования на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	Лабораторные занятия	Устные опросы, тестирование

Б.1.2.9 «Дислокационная физика твердых тел»

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки
Пороговый (удовлетворительный)	<p>Знать: методы использования на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов</p> <p>Уметь: использовать на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p> <p>Владеть: методами использования на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p>
Продвинутый (хорошо)	<p>Знать: методы использования на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p> <p>Уметь: использовать на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p> <p>Владеть: методами использования на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p>

Высокий (отлично)	<p>Знать: методы использования на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p> <p>Уметь: использовать на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p> <p>Владеть: методами использования на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p>
-------------------	---

Вопросы для зачета

1. Назовите основные различия между кристаллическими и аморфными твердыми телами.
2. Кристаллическая решетка, базис, вектор кристаллической решетки, вектор внутренних смещений.
3. Типы межатомных связей. Вандерваальсово взаимодействие. Ионная связь.
4. Типы межатомных связей. Ковалентная и водородная связь. Металлическая связь.
5. Операции симметрии в кристаллической решетке. Трансляционная симметрия.
6. Решетка Браве. Основные типы двумерных решеток Браве и их симметрии.
7. Решетка Браве. Основные типы трехмерных решеток Браве. Базоцентрированная, объемцентрированная, гранецентрированная.
8. Кристаллографическая плоскость и кристаллографическое направление. Индексы Миллера.
9. Колебания одноатомной линейной цепочки масс. Дисперсионное соотношение. Длинноволновый и коротковолновый пределы.
10. Колебания двухатомной линейной цепочки масс. Дисперсионное соотношение. Длинноволновый и коротковолновый пределы.
11. Теплоемкость твердых тел. Фононы. Классическая модель теплоемкости.
12. Модель теплоемкости Эйнштейна. Функция Эйнштейна. Температура Эйнштейна.
13. Модель теплоемкости Дебая. Функция Дебая. Температура Дебая.
14. Дифракция в кристаллах. Три вида излучения для изучения кристаллов. Условие Брэгга.

15. Обратное пространство. Условие Брэгга в обратном пространстве.
16. Статистика электронов в кристалле. Уравнение Шредингера. Валентная аппроксимация. Приближение самосогласованного поля.
17. Статистика электронов в кристалле. Уравнение Шредингера. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение.
18. Статистика электронов в кристалле. Уравнение Шредингера. Функции Блоха. Область определения волнового вектора и его дискретность.
19. Статистика электронов в кристалле. Основные различия между металлами диэлектриками и полупроводниками.
20. Собственные и примесные полупроводники. Донорные и акцепторные состояния. Элементарная теория примесных состояний.
21. Статистика носителей зарядов в полупроводниках. Плотность состояний. Взаимная компенсация доноров и акцепторов.
22. Потенциальный барьер. Работа выхода. Эмиссия электронов с поверхности твердого тела.
23. Контактная разность потенциалов. Контакт металл-металл. Контакт металл-полупроводник.
24. *p-n*-переход. Вольтамперная характеристика *p-n*-перехода. Полупроводниковые приборы.

Вопросы для экзамена

Не предусмотрено

Тестовые задания по дисциплине

Не предусмотрено

14. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов используется следующие образовательные технологии:

1. Дистанционные на основе информационно-образовательной среды СГТУ имени Гагарина Ю.А., основе реализации возможности самостоятельного изучения материалов по всем видам образовательной деятельности в соответствии с учебным планом, в том числе до прохождения занятий, текущего дистанционного консультирования студентов.

2. Развивающее проблемно-ориентированное обучение, направленное на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения на основе рассмотрения примеров из практической деятельности преподавателей, в области научно-практических исследований.

3. Личностно ориентированное обучение, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучающихся, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе в рамках самостоятельной работы.

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Гуртов В.А., Осауленко Р.Н. - Издание 2-е, доп. .— Электрон. текстовые данные. М. : Техносфера, 2012. – 560с.— Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363271.html>
2. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения / Г. Готтштайн ; пер. с англ.: К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина ; под ред. В. П. Зломанова = Physical Foundations of Materials Science / G.Gottstein. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 400 с. Экземпляры всего: 10.
3. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гуртов В.А., Осауленко Р.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 560 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26903>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
4. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.А. Корнилович [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.— 71 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45187>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
5. Физика и химия карбидов вольфрама [Электронный ресурс] / Курлов А.С., Гусев А.И. — Электрон. текстовые данные.— М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 272с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114776.html>

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6. Физические основы микро- и наноэлектроники : учеб. пособие / Е. Л. Парфенова, Л. А. Терентьева, М. Г. Хусаинов. - Ростов н/Д : Феникс, 2012. - 234 с. Экземпляры всего: 8
7. Физика и биофизика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В. — Электрон. текстовые данные.— М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 366 с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421468.html>
8. Физика и биофизика [Электронный ресурс] : учебник / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. - 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. текстовые данные.— М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 472 с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435267.html>
9. Физика с элементами биофизики [Электронный ресурс] : учебник / Е.Д. Эйдельман — Электрон. текстовые данные.— М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. — 512с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425244.html>
10. Физика для вузов: Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс] / Никеров В. А. — Электрон. текстовые данные.— М. : Дашков и К,

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

11. Журнал технической физики [Текст] : рАН. - СПб. : Наука, 1931 - . - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4642(2010-2012)

12. ЖЭТФ Журнал экспериментальной и теоретической физики [Текст] : рАН. - М. : Наука, 1873 - . - Выходит ежемесячно. - ISSN 0044-4510(2010-2012)

16. Материально-техническое обеспечение

Лекционная аудитория площадью 60 м², оборудованная мебелью, компьютером, проектором, экраном, доской для записей фломастером или мелом, лаборатория для проведения лабораторных работ площадью 60 м², оборудованная компьютером, проектором, экраном, доской для записей фломастером или мелом, наглядными пособиями, техническими средствами

Все лекции сопровождаются демонстрацией материалов в виде презентаций Power Point с наглядными иллюстрациями, графиками, таблицами.

Наглядные пособия

1. Плакаты.
2. Образцы сталей и чугунов.
3. Образцы цветных тяжелых и легких сплавов.
4. Образцы твердых сплавов и порошковых материалов.

Технические средства

1. Микроскопы МИМ-7, МБС-1.
2. Цифровой микротвердомер HVS-1000B
3. Машина испытательная универсальная Н75К-S
4. Атомно-силовой микроскоп СММ-2000
5. Анализатор для определения площади удельной поверхности NOVA2000e
6. Универсальный лазерный комплекс LRS-50
7. Ультразвуковой дефектоскоп УСД-50