

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.1.2.8 «Физика ионной имплантации металлов, полупроводников и диэлектриков»

по направлению подготовки

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль 1– «Материаловедение и технология новых материалов»

Квалификация – бакалавр

форма обучения – очная
курс – 3
семестр – 5, 6
зачетных единиц – 6
часов в неделю – 8
всего часов – 216
в том числе:
лекции – 36
коллоквиумы – нет
практические занятия – 54
лабораторные занятия – 18
самостоятельная работа – 08
зачет – 5 семестр
экзамен – 6 семестр
РГР – нет
курсовая работа – нет
курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Физика ионной имплантации металлов, полупроводников и диэлектриков – это раздел научного знания, посвященный свойствам веществ и их направленному изменению с целью получения материалов с заранее заданными характеристиками, опирающийся на фундаментальную базу всех разделов физики.

Цель преподавания дисциплины: Целью дисциплины «Физика ионной имплантации металлов, полупроводников и диэлектриков» является – дать основные знания о строении, физических, механических и технологических свойствах материалов; закономерностях формирования и управления структурой и свойствами материалов при радиационном воздействии на материал, оборудовании ионной имплантации.

Задачи освоения дисциплины:

- дать понимание физико-химической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатации, их влияния на свойства материалов;
- установить зависимость между химическим составом, строением и свойствами материалов;
- изучить теоретические основы и практику реализации ионно-лучевого получения и обработки материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность функционирования приборов и оборудования;
- изучить имплантационные процессы изменения структуры и свойств материалов;
- изучение и объяснение основных закономерностей, определяющих направленность процессов, происходящих при получении материалов с заданными свойствами, скорость их протекания, влияние среды, примесей, температуры, излучения и т.п.;
- изучение вопросов, связанных с расчетом химического равновесия в физико-химических системах, являющихся основой при получении новых материалов, их устойчивости, выяснением оптимальных условий режима в процессе физико-химического превращения; установление связи между строением веществ (металлов, органических и неорганических веществ) и их реакционной способностью.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для усвоения данной дисциплины: Б.1.1.8 «Физическая химия», Б.1.1.6 «Физика».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ПК-6

ПК-6: способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

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	№ Не-де-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
5 семестр									
1	1,2	1	Аспекты физического материаловедения. Контактное взаимодействие веществ	12	3	-	3	3	3
	3-5	2	Свойства металлов, полупроводников и диэлектриков. Атомная теория.	12	3	-	3	3	3
	6-8	3	Поверхности материалов. Идеальные, реальные поверхности.	12	3	-	3	3	3
	9, 10	4	Изменение свойств материалов под действием ионной имплантации.	12	3	-	3	3	3
2	11	5	Удельные потери	12	3	-	3	3	3

	- 14		энергии и пространственное распределение имплантированных ионов.						
3	15 - 17	6	Получение материалов с заданными свойствами (металлы, полупроводники, диэлектрики). Имплантация ионов в соединения (арсенид галлия).	12	3	-	3	3	3
6 семестр									
1	1- 2	7	Технология ионной имплантации металлов.	24	6	-	6	6	6
	3- 4	8	Получение метастабильных сплавов методом ионной имплантации.	24	6	-	6	6	6
2	5- 6	9	Ионная имплантация диэлектриков, сверхпроводников. Приборы контроля ионной технологии.	24	6	-	6	6	6
	7- 8	10	Оборудование ионной имплантации металлов полупроводников, диэлектриков. Ионная технология нанесения покрытий.	24	6	-	6	6	6
3	9- 10	11	Ионно-лучевой ускоритель для исследований и промышленного применения. Отжиг структурных радиационных нарушений.	24	6	-	6	6	6
	11 - 12	12	Закономерности ионно-вакуумного распыления материалов. Ионно - лучевая наноструктурная	24	6	-	6	6	6

			микрометаллургия						
Всего				216	36	-	18	54	108

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	Аспекты физического материаловедения.	1-3
		2	Контактное взаимодействие веществ	
2	6	3	Свойства металлов, полупроводников и диэлектриков. Атомная теория.	1-3
		4		
3	6	5-6	Поверхности материалов. Идеальные, реальные поверхности.	1-4
4	4	7	Изменение свойств материалов под действием ионной имплантации	1-4
		8		
5	4	9	Удельные потери энергии и пространственное распределение имплантированных ионов.	1-5
		10		
		11		
6	2	12	Получение материалов с заданными свойствами (металлы, полупроводники. диэлектрики). Имплантация ионов в соединения (арсенид галлия).	1-2
		13		
		14		

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы учебным планом не предусмотрены

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
1	2	1	Строение электронных оболочек атомов и классификация элементов по их электронным структурам	1-6
1	2	2	Последовательность заполнения электронами электронной оболочки атома	3-6
1	2	3	Периодический закон и периодическая система. Закономерности изменения свойств материалов в периодах	3-4
1	2	4	Теория химической связи. Металлическая связь. Метод молекулярных орбиталей.	1-4
1	2	5	Способ получения легированных слоев ионной имплантацией (ил).	1-5
1	2	6	Способ ил областей п.п. для создания Р-П перехода.	1-4
1	2	7	Способ изготовления структуры кремний на	1-3

			изоляторе.	
1	2	8	Способ обработки ионами циркониевых сплавов.	1-3
1	2	9	Способ ионной обработки титана азотом	1-8
2	4	10-11	Способ наноструктурирования диэлектрических плазмонапыленных покрытий.	1-5
2	4	12-13	Конструкция и принцип действия основных узлов установок ил.	1-4
2	4	14-15	Компоновка установки ионного легирования: источник ионов.	1-5
2	4	16-17	Компоновка установки ионного легирования :приемная камера.	1-5
2	4	18-19	Компоновка установки ионного легирования: массесепаратор.	1-6
2	4	20-21	Компоновка установки ионного легирования:блок фокусировки.	2-5
2	4	22-23	Спектры масс источника ионов и. установки.	1-7
2	4	24-25	Экологическая экспертиза процесса ил обработки.	1-7
2	4	26-27	Анализ вредных факторов установки ил «Везувий -5»	1-8

8. Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	20	Структура материалов. Атом. Молекула. Фазовое состояние вещества. Твердое тело. Кристаллы. Кристаллографические сингонии. Периодический закон и свойства металлов. Переходные металлы группы железа. Классификация металлов.	1,3-6
2	70	Внутренне строение кристаллов и основные типы кристаллических решеток. Молекулярная и атомная решетки. Ионная решетка. Металлическая решетка. Точечные дефекты в кристаллической решетке. Линейные дефекты. Поверхностные дефекты. Полиморфизм и изоморфизм. Металлическая связь. Ионная связь. Силы межмолекулярного взаимодействия. Водородная связь.	3-6
3	18	Новые подходы в создании наноструктурированных материалов квантово-химическими методами. Операторы квантовой механики.	3- 7

10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрена

11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена

12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен

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 по дисциплине «Материаловедение» включает:

- вопросы для зачета;
- варианты домашних заданий.
- тестовый комплекс;

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

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

№ 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.1.2.8 «Физика ионной имплантации металлов, полупроводников и диэлектриков»	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	Лекции, практические занятия	Устные опросы, тестирование, экзамен
		Умеет: использовать на практике современных представлений о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с	Лабораторные занятия, практические занятия	Устные опросы, тестирование

	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	Лабораторные занятия	Устные опросы, тестирование

Б.1.2.8 «Физика ионной имплантации металлов, полупроводников и диэлектриков»

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

Высокий (отлично)	<p>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</p> <p>Умеет: 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>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</p>
-------------------	---

Вопросы для зачета

1. Предмет материаловедения. Сведения по истории материаловедения. Проблемы и достижения современного материаловедения.
2. Электронная структура и типы связей элементов и соединений.
3. Представление о строении электронной оболочки атома. Корпускулярно-волновой дуализм.
4. Основные характеристики атомов: энергия ионизации и сродство к электрону, электроотрицательность.
5. Закономерности изменения атомных радиусов, энергии ионизации и сродства к электрону, электроотрицательности атомов элементов в периодах и группах.
6. Ковалентная связь
7. Ионная связь. Свойства ионной связи.
8. Закономерности образования различных типов химической связи в зависимости от положения взаимодействующих элементов в периодической системе.
9. Металлическая связь. Особенности металлической связи.
10. Водородная связь. Условия образования и природа водородной связи, ее особенности.
11. Твердое состояние вещества. Признаки твердого состояния.
12. Плазменное состояние вещества.
13. Внутреннее строение кристаллов и основные типы кристаллических решеток. Кристаллическое строение металлов.

Вопросы для экзамена

1. Зеренное строение металлов. Элементарная ячейка. Сингонии.

2. Структура материалов. Атом. Молекула. Химическая связь. Фазовое состояние вещества. Газ и жидкость. Твердое тело.
3. Общие сведения о металлах. Свойства и классификация. Дефекты в кристаллах. Атомно-кристаллическое строение металлов. Кристаллизация из расплавов. Полиморфные превращения.
4. Основные свойства материалов. Механические свойства. Сопротивление материалов коррозии.
5. Электрохимическая коррозия металлов и методы ее устранения.
6. Прочность металлов и сплавов. Напряжения и деформации. Деформационное упрочнение и разрушение. Механические испытания. Конструкционная прочность.
7. Материалы высокой электрической проводимости. Электрические свойства проводников. Контактные материалы. Структура и свойства (керамика, пластмассы).
8. Классификация композиционных материалов на основе межфазного взаимодействия. Общие закономерности формирования композиционных материалов.
9. Наноматериалы. Особенности получения и свойства.
10. Материалы для покрытий. Виды покрытий и способы их нанесения.
11. Компоновка установки ионного легирования: источник ионов
12. Компоновка установки ионного легирования: приемная камера.
13. Конструкция и принцип действия основных узлов установок ионного легирования.
14. Анализ вредных факторов установки ионного легирования.
15. Способ ионного легирования областей полупроводников для создания P-II перехода.
16. Технология ионной обработки титана азотом.
17. Строение и свойства полупроводниковых материалов. Сверхчистые материалы.
18. Ионная технология нанесения покрытий.
19. Ионно - лучевая наноструктурная микрометаллургия.
20. Отжиг структурных радиационных нарушений.
21. Приборы контроля ионной технологии.

Тестовые задания по дисциплине
Размещены в системе АСТ СГТУ

14. Образовательные технологии

В рамках проводимых занятий осуществляется использование таких инновационных моделей обучения как контекстное и модельное обучение, позволяющие с одной стороны уделить большее внимание практической работе студента (с акцентом на прикладную составляющую), а с другой - изменить характер учебной задачи и учебного труда (с репродуктивного на продуктивный, творческий).

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Нанокompозиты в рентгеновской технике [Электронный ресурс] / Алексеев С.В., Таубин М.Л., Ясколко А.А. — Электрон. текстовые данные.— М. : Техносфера, 2014.— 208 с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363790.html>
2. Дисперсно-наполненные полимерные нанокompозиты [Электронный ресурс] : монография / Г.В. Козлов. — Электрон. текстовые данные.— Казань : Издательство КНИТУ, 2012.- 125 с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213156.html>
3. Материаловедение специальных отраслей машиностроения [Электронный ресурс] / Солнцев Ю.П., Пирайнен В.Ю., Вологжанина С.А. . — Электрон. текстовые данные.— СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. – 784 с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082939.html>
4. Андриевский Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Электронный ресурс]/ Андриевский Р.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.— 253 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4575>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
- 5.Обработка газотермических покрытий резанием [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В. М. Ярославцев. — Электрон. текстовые данные. М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. – 89с.— Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703836545.html>

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6. 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.
7. Основы материаловедения [Электронный ресурс] : учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко ; под ред. Г. Г. Бондаренко. - 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые данные. М. : БИНОМ, 2015. – 762с.— Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323777.html>
8. Физика диэлектриков : термоактивационная и диэлектрическая спектроскопия кристаллических материалов. Протонный транспорт [Электронный ресурс] / Тимохин, В.М. — Электрон. текстовые данные. М. : МИСиС, 2013. – 259с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876236777.html>
9. Физика для вузов: Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс] / Никеров В. А. — Электрон. текстовые данные. М. : Дашков и К, 2012. – 136с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394006913.html>

10. Металловедение тугоплавких металлов и сплавов на их основе [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Осинцев О.Е. — Электрон. текстовые данные. М.: Машиностроение, 2013. — 156с. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942757205.html>

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

11. Технология металлов : произв., науч.-техн. и уч.-метод. журн. - М. : ООО "Наука и технологии", 1998 - . - Выходит ежемесячно. - ISSN 1684-2499»(2011-2016)

12. Металловедение и термическая обработка металлов [Текст] : науч.-техн. и произв. журн. - М. : ООО "Машиностроение", 1955 - . - Выходит ежемесячно. - ISSN 0026-0819(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.