

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
материаловедения и индустрии наносистем



В.М. Иевлев
23.05.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
2.1.1.3 Химия твердого тела

1. Код и наименование научной специальности: 1.4.15 Химия твердого тела
2. Профиль подготовки (при наличии): _____
3. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: материаловедения и индустрии наносистем
6. Составители программы: Кострюков В.Ф., доц., д.х.н.
7. Рекомендована: научно-методическим советом химического факультета, протокол № 4 от 25.04.2023
8. Учебный год: 2026-2027 Семестр(ы): 7

9. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение общих закономерностей протекания твердофазных химических реакций, формирование знаний о современных достижениях в области создания функциональных и конструкционных материалов, а также наноматериалов

Задачи дисциплины:

- формирование представлений об определяющей роли химии твердого тела в процессах синтеза материалов с заранее заданными свойствами;
- творческое усвоение фундаментальных концепций химии твердого тела, как устоявшихся, так и современных, которые существенны для формирования мировоззрения специалистов-материаловедов
- гармонизация теоретического и практического мышления путем сочетания научных концепций описания структуры, свойств и реакционной способности твердых тел с рассмотрением методов их исследования и практического применения;
- формирование готовности к выполнению профессиональных задач на основе умения применять оптимальные подходы и экспериментальные решения, планировать, организовывать свою деятельность, самостоятельно приобретать знания, используя различные источники информации.

10. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

дисциплина направлена подготовку к сдаче кандидатского экзамена

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы (компетенциями):

Код	Название компетенции	Планируемые результаты обучения
НК-1	владение основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего аналитической, органической, физической, коллоидной, химии высокомолекулярных соединений, химии твердого тела и электрохимии)	знать: основные понятия фундаментальных разделов химии, в том числе химии твердого тела; теорию строения твердых тел; основные причины появления дефектов и их классификацию уметь: использовать основные понятия и законы химии твердого тела, владеть: навыками описания процессов дефектообразования в зависимости от температуры, давления собственного пара, наличия примесей
НК-2	способность применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных	знать: основные понятия фундаментальных разделов химии, в том числе химии твердого тела; теорию строения твердых тел; основные причины появления дефектов и их классификацию уметь: использовать основные понятия и законы химии твердого тела, владеть: навыками использования мультимедийных технологий при обмене научной информацией
НК-4	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области химии твердого тела с использованием современных методов исследования и	знать: современные тонкопленочные материалы, перспективы их применения; тенденции развития материаловедения, химии твердого тела, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий;

	информационно-коммуникационных технологий	<p>уметь: выбирать теоретические варианты и экспериментальные методы решения физико-технологических задач; формулировать рекомендации по совершенствованию структуры и свойств тонкопленочных материалов; уметь оценивать свойства материала в зависимости от состава, атомной структуры и субструктуры; находить научную информацию, необходимую для проведения исследования с использованием современных средств коммуникации</p> <p>владеть: навыками планирования эксперимента, подготовки научно обоснованных выводов и оптимизации структуры и свойств тонкопленочных материалов;</p>
--	---	--

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации — экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		7 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия				
в том числе:				
лекции	18	18		
практические				
Самостоятельная работа	81	81		
Форма промежуточной аттестации (экзамен)	9	9		
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Онлайн-курс, ЭУК*
1. Лекции			
1.1	Основы химии твердого тела		
1.2	Керамические, стеклообразные и аморфные материалы.		
1.3	Металлические материалы		
1.4	Полупроводниковые материалы		
1.5	Материалы для преобразования энергии		
1.6	Наноматериалы		
1.7	Композиционные материалы, нанокompозиты		
1.8	Материалы для записи информации		
1.9	Материалы для хранения водорода		
2. Практические занятия			
2.1			

2.2			

* заполняется в случае использования онлайн-курса или материалов ЭК, расположенного на платформе «Электронный университет ВГУ», при реализации отдельного раздела дисциплины В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекции	Практические	Самостоятельная работа	Всего
	Итого:				

14. Методические указания по освоению дисциплины: (рекомендации по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с презентационным материалом, рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине, по подготовке к текущей аттестации и др.)

Организация изучения дисциплины предполагает:

изучение основных и дополнительных литературных источников;

15. Перечень литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Третьяков Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов. / Ю.Д. Третьяков, В.П. Путляев. Серия: Классический университетский учебник. – М. : Наука, 2006. – 400 с. Изд. «Наука»
2	Фахльман Б. Химия новых материалов и нанотехнологии / Б. Фахльман ; пер. с англ. Д.О. Чаркина и В.В. Уточниковой ; под ред. Ю.Д. Третьякова и Е.А. Гудилина.— Долгопрудный : Интеллект, 2011 .— 463 с.
2	Ярославцев А.Б. Химия твердого тела / А.Б. Ярославцев.— М. : Науч. мир, 2009. — 322 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Фистуль В.И. Физика и химия твердого тела / В.И. Фистуль. – М. : Metallurgy. 1995. Т.1 - 400 с., Т.2 - 320 с.
2	Браун М. Реакции в твердых телах / М. Браун, Д. Доллимор, А. Галвей. – М. : Мир, 1983. – 360 с.
3	Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы. / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин; под ред. Ю.Д. Третьякова. учеб. пособие. - М. : Физматлит, 2010. - 456 с.
4	Гусев А.И. Нанокристаллические материалы. / А.И. Гусев, А.А. Ремпель. – М. : Физматлит, 2000, 224 с.
5	И.П. Суздаев. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. / И.П. Суздаев. Комкнига.- М. : 2006 - 592 с.
6	Андреева А.В. Основы физикохимии и технологии композитов: учеб. пособие для вузов. / А.В. Андреева. - М.: ИПРЖР, 2001. – 192 с.
7	Оксидная керамика: спекание и ползучесть. / В.С. Бокунов В.С., А.В. Беляков и др. – М. : Изд. РХТУ, 2007. - 584 с.
8	Кнотько А.В. Химия твердого тела/ А.В. Кнотько, И.А.Пресняков, Ю.Д. Третьяков. - М. : Академия. - 2006. – 306 с.
9	Синельников Б.М. Физическая химия кристаллов с дефектами/ Б.М.Синельников – М. : Высш. шк., 2005. – 137 с.
10	Крегер Ф. Химия несовершенных кристаллов / Ф. Крегер. - М. : Мир, 1969. - 654 с.
11	Вест А. Химия твердого тела : Теория и приложения: в 2-х ч./ А. Вест. - М. : Мир, 1988. - Ч. 1. - 555 с. ; Ч. 2. – 334 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	https://www.lib.vsu.ru/ - сайт Зональной Научной Библиотеки Воронежского государственного университета
2	http://www.nanometer.ru/ - Нанотехнологическое сообщество «Нанометр»
3	http://www.nanonewsnet.ru/ - новости нанотехнологий, информационно-аналитическое издание, посвященное вопросам популяризации и развития нанотехнологий в РФ
4	http://www.rusnanonet.ru/ - информационно-аналитический портал российской национальной нанотехнологической сети

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Гончаров Е.Г. Химия полупроводников: учеб. пособие / Е.Г. Гончаров, Г.В. Семенова, Я.А. Угай. - Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1995. – 270 с.
2	Тонкие пленки и гетероструктуры : сборник задач и вопросов : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 4 к. хим.и 3-4 к. физ. факультетов направления 020300 - Химия, физика и механика материалов] / сост.: В.М. Иевлев, А.С. Прижимов .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория. Мультимедийная техника: ноутбук «Асег», мультимедийный проектор «Benq», экран

19. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестаций

19.1. Текущий контроль

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень заданий, тем рефератов, тем презентаций, докладов, требования к представлению портфолио

Описание технологии проведения

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

19.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к экзамену:

1. Понятие о твердой фазе. Совершенные несовершенные кристаллы. Тепловой беспорядок в кристалле.
2. Разупорядочение собственное и примесное. Структурные дефекты и их классификация.
3. Точечные дефекты, их характеристика. Нейтральные и заряженные дефекты.
4. Номенклатура точечных дефектов. Основные типы разупорядочения в кристаллах простых веществ.
5. Метод квазихимических реакций. Химические потенциалы точечных дефектов.
6. Термодинамическая оценка температурной зависимости концентрации точечных дефектов - разупорядочение по Шоттки
7. Термодинамическая оценка температурной зависимости концентрации точечных дефектов - разупорядочение по Френкелю
8. Дефектообразование в беспримесных кристаллах простых веществ. Полное равновесие дефектов. Метод Броуэра.
9. Использование метода Броуэра при описании дефектообразования в кристалле простого вещества (вакансии - единственный тип точечных дефектов).
10. Дефектообразование в кристаллах простых веществ, содержащих примесь - температурная зависимость концентрации дефектов в кристалле полупроводника. температурная зависимость концентрации дефектов в кристалле полупроводника
11. Механизм вхождения примеси в решетку кристалла простого вещества.
12. Теория нестехиометрии, основные понятия. Отображение отклонения от стехиометрии на фазовых диаграммах.
13. Дислокации. Контур и вектор Бюргерса.
14. Геометрические свойства дислокаций. Типы дислокаций.
15. Энергия дислокаций. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами и между собой.
16. Движение дислокаций. Образование и размножение дислокаций
17. Структурно-чувствительные и объемные свойства. Механические свойства
18. Оптическое поглощение, центры окраски
19. Влияние дефектов на электрические свойства материалов
20. Механизмы диффузии
21. Твердофазные реакции

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественные шкалы оценок.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания.

Оценка “отлично” ставится если аспирант дает полный и правильный ответ, раскрывая теоретические и практические аспекты вопроса, анализируя литературные источники по данному вопросу, аргументирует собственную позицию по данному вопросу

Оценка “хорошо” ставится если аспирант допускает несущественные ошибки, испытывает трудности при определении собственной оценочной позиции

Оценка “удовлетворительно” ставится если аспирант допускает существенные ошибки, нарушена логика изложения материала, требуются наводящие вопросы преподавателя

Оценка “неудовлетворительно” ставится при незнании или непонимании большей или наиболее существенной части содержания учебного материала