

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
25.06.2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.05 Физико-химия конденсированного состояния вещества**

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**
04.06.01 Химические науки
- 2. Профиль подготовки/специализация:** 020021 Химия твердого тела
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** аспирант
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Материаловедения и индустрии наносистем
- 6. Составители программы:** *д.ф.-м.н., проф. Даринский Борис Михайлович*
- 7. Рекомендована:** *Научно-методическим советом химического факультета, протокол № 5 от 17.06.2021*
- 8. Учебный год:** 2024-2025 **Семестр(ы):** 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения дисциплины " Физико-химия конденсированного состояния вещества " – изучение специфики квантового движения электронов, современного состояния представлений о химической связи и соотношения между структурой и свойством веществ, ознакомление с достижениями и перспективами современной физико-химии материалов.

Основные задачи изучения дисциплины:

- формирование необходимых знаний понимания основных законов, определяющих физические и химические свойства вещества;
- ознакомление с основными достижениями и перспективами в области использования материалов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Б1, вариативная часть

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	знать: тенденции развития материаловедения, твердотельной микро- и нанoeлектроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий;
		уметь: применять модели и приближения физики конденсированного состояния вещества для описания основных физических свойств фононных и электронных состояний;
		владеть: методами и средствами решения сформулированных задач синтеза конденсированных пленок; навыками и методами экспериментальных исследований свойств конденсированных пленок; методами анализа, проектирования научного исследования и прогнозирования свойств по известным условиям синтеза тонкопленочных материалов;
ПК-1	способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности)	знать: современные тонкопленочные материалы, перспективы их применения в многоуровневой твердотельной электронике; основные направления исследований физики конденсированного состояния вещества;
		уметь: выбирать теоретические варианты и экспериментальные методы решения физико-технологических задач; формулировать рекомендации по совершенствованию структуры и свойств функциональных устройств

	02.00.21 Химия твердого тела	владеть: навыками планирования эксперимента, подготовки научно обоснованных выводов и оптимизации структуры и свойств функциональных устройств; способностью предлагать и анализировать модели физических явлений и процессов конденсации металлических, полупроводниковых и диэлектрических слоев;
ПК-2	Владение основами теории фундаментальных разделов химии (Прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, коллоидной, химии высокомолекулярных соединений, химии твердого тела и электрохимии)	знать: основные направления исследований физики и химии конденсированных сред;
		уметь: анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения;
		владеть: способностью предлагать и анализировать модели физических явлений и процессов конденсации металлических, полупроводниковых и диэлектрических слоев;
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	знать: основные направления исследований физики и химии конденсированных сред;
		уметь: анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения;
		владеть: способностью предлагать и анализировать модели физических явлений и процессов конденсации металлических, полупроводниковых и диэлектрических слоев;
УК-4	готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранных языках	знать: принципы функционирования современных информационных систем обмена научной информацией;
		уметь: размещать информацию о направлениях научных исследований и полученных результатах исследований в информационных научных системах; взаимодействовать с другими пользователями посредством передачи текстовых, графических, аудио- и видеоизображений в компьютерных сетях; представлять научную информацию в виде презентаций, содержащих мультимедийное оформление
		владеть: навыками использования мультимедийных технологий при обмене научной информацией

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4/144.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		...	7

Аудиторные занятия	4		4	
в том числе:	ИЗ	4	4	
практические				
лабораторные				
Самостоятельная работа	140		140	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час./ экзамен – 36 час.)	зачет			
Итого:	144		144	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	часов
1. Лекции			0

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Определение понятия конденсированного состояния вещества. Структурная классификация конденсированных состояний вещества .				10	14
2	Химическая физика конденсированного состояния вещества. Химические связи.				20	20
3	Определение понятия фазы конденсированного состояния вещества. Термодинамика фаз. Фазовые диаграммы. Фазовые переходы.				20	20
4	Дефекты структуры				10	10
5	Энергетический спектр твердых тел				10	10
6	Механические свойства				10	10
7	Тепловые свойства				10	10
8	Электрические свойства				10	10
9	Магнитные свойства				10	10
10	Оптические свойства				10	10
11	Поверхностные явления				10	10
12	Наноструктуры				10	10
	Итого:				140	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;

15. Перечень основной и дополнительной 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	Готтштейн Г. Физико-химические основы материаловедения / Г. Готтштейн; пер. с англ.; под ред. В.П. Зломанова. - М. : Бинум. Лаборатория знаний, 2009 – 400с.: ИЛ.- (лучший зарубежный учебник).
2	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»
3	Иевлев В.М. Тонкие пленки неорганических материалов: Механизм роста и субструктура. / В.М. Иевлев. учеб. пособие. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 496 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Арзамасов Б.Н. материаловедение. / Б.Н. Арзамасов и др. – М. : Изд. МГТУ им.Баумана, 2003. – 256 с.
5	Ржевская С.В. материаловедение. / С.В. Ржевская. - М. : Логос, 2006. – 304 с.
6	Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы. / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин; под ред. Ю.Д. Третьякова. учеб. пособие. - М. : Физматлит, 2010. - 456 с.
7	Гусев А.И. Нанокристаллические материалы. / А.И. Гусев, А.А. Ремпель. – М. : Физматлит, 2000, 224 с.
8	И.П. Суздальев. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. / И.П. Суздальев. Комкнига.- М. : 2006 - 592 с.
9	Андреева А.В. Основы физикохимии и технологии композитов: учеб. пособие для вузов. / А.В. Андреева. - М.: ИПРЖР, 2001. – 192 с.
10	Оксидная керамика: спекание и ползучесть. / В.С. Бокунов В.С., А.В. Беляков и др. – М. : Изд. РХТУ, 2007. - 584 с.
11	Иевлев В.М., Косилов А.Т. и др. Методы исследования атомной структуры и субструктуры материалов. Уч.пособие. Изд.Вор.гос.техн.унив. 2003, 485 с
12	<i>В.К. Григорович. Периодический закон Менделеева и электронное строение металлов. М.: Наука, 1964, 287с</i>
13	<i>В.А. Губанов, З.З. Курмаев, А.Л. Ивановский. Квантовая химия твердого тела. – М.: Наука, 1984, -304с</i>
14	<i>М. Клеман, О.Д. Лавренович. Основы физики частично упорядоченных сред.-М.- ФИЗМАТЛИТ, 2007.-680с</i>

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

№ п/п	Ресурс
15	https://www.lib.vsu.ru/ - сайт Зональной Научной Библиотеки Воронежского государственного университета
16	http://www.nanometer.ru/ - Нанотехнологическое сообщество «Нанометр»
17	http://www.nanonewsnet.ru/ - новости нанотехнологий, информационно-аналитическое издание, посвященное вопросам популяризации и развития нано-

	<i>технологий в РФ</i>
18	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

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

№ п/п	Источник
1	Иевлев В.М. Тонкие пленки неорганических материалов: Механизм роста и субструктура. / В.М. Иевлев. учеб. пособие. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 496 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. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.	знать: тенденции развития материаловедения, твердотельной микро- и наноэлектроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий;	Определение понятия конденсированного состояния вещества. Структурная классификация конденсированных состояний вещества	
	уметь: применять модели и приближения физики конденсированного состояния вещества для описания основных физических свойств фононных и электронных состояний;	Химическая физика конденсированного состояния вещества. Химические связи.	

	<p>владеть: методами и средствами решения сформулированных задач синтеза конденсированных пленок; навыками и методами экспериментальных исследований свойств конденсированных пленок; методами анализа, проектирования научного исследования и прогнозирования свойств по известным условиям синтеза тонкопленочных материалов;</p>	Химическая физика конденсированного состояния вещества. Химические связи. Дефекты структуры	
ПК-13 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области химии твердого тела с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p>знать: современные тонкопленочные материалы, перспективы их применения в многоуровневой твердотельной электронике; основные направления исследований физики конденсированного состояния вещества;</p>	<p>Механические свойства</p> <p>Тепловые свойства</p> <p>Электрические свойства</p> <p>Магнитные свойства</p> <p>Оптические свойства</p>	
	<p>уметь: выбирать теоретические варианты и экспериментальные методы решения физико-технологических задач; формулировать рекомендации по совершенствованию структуры и свойств функциональных устройств</p>	<p>Механические свойства</p> <p>Тепловые свойства</p> <p>Электрические свойства</p> <p>Магнитные свойства</p> <p>Оптические свойства</p>	
	<p>владеть: навыками планирования эксперимента, подготовки научно обоснованных выводов и оптимизации структуры и свойств функциональных устройств; способностью предлагать и анализировать модели физических явлений и процессов конденсации металлических, полупроводниковых и диэлектрических слоев;</p>	<p>Определение понятия фазы конденсированного состояния вещества. Термодинамика фаз. Фазовые диаграммы. Фазовые переходы.</p>	
ПК-3 Владение основами теории фундаментальных разделов химии (Прежде всего неорганической, ана-	<p>знать: основные направления исследований физики и химии конденсированных сред;</p>	<p>Определение понятия фазы конденсированного состояния вещества. Термодинамика фаз. Фазовые диаграм-</p>	

литической, органической, физической, коллоидной, химии высокомолекулярных соединений, химии твердого тела и электрохимии)		мы. Фазовые переходы.	
	уметь: анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения;	Химическая физика конденсированного состояния вещества. Химические связи.	
ПК-6 способностью производить квантово-химические расчеты и использовать их данные в исследованиях	владеть: способностью предлагать и анализировать модели физических явлений и процессов конденсации металлических, полупроводниковых и диэлектрических слоев;	Определение понятия фазы конденсированного состояния вещества. Термодинамика фаз. Фазовые диаграммы. Фазовые переходы.	
	знать: основные направления исследований физики конденсированного состояния вещества;	Определение понятия конденсированного состояния вещества. Структурная классификация конденсированных состояний вещества	
	уметь: выбирать теоретические варианты и экспериментальные методы решения физико-технологических задач;	Химическая физика конденсированного состояния вещества. Химические связи.	
УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	владеть: способностью предлагать и анализировать модели физических явлений и процессов конденсации металлических, полупроводниковых и диэлектрических слоев;	Химическая физика конденсированного состояния вещества. Химические связи.	
	знать: основные направления исследований физики и химии конденсированных сред;	Определение понятия конденсированного состояния вещества. Структурная классификация конденсированных состояний вещества	
	уметь: анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения;	Химическая физика конденсированного состояния вещества. Химические связи.	
	владеть: способностью предлагать и анализировать модели физических явлений и процессов конденсации металлических, полупроводниковых и диэлектрических слоев;	Химическая физика конденсированного состояния вещества. Химические связи.	

УК-4 готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранных языках	знать: принципы функционирования современных информационных систем обмена научной информацией;	Определение понятия конденсированного состояния вещества. Структурная классификация конденсированных состояний вещества	
	уметь: размещать информацию о направлениях научных исследований и полученных результатах исследований в информационных научных системах; взаимодействовать с другими пользователями посредством передачи текстовых, графических, аудио- и видеоизображений в компьютерных сетях; представлять научную информацию в виде презентаций, содержащих мультимедийное оформление	Определение понятия конденсированного состояния вещества. Структурная классификация конденсированных состояний вещества	
	владеть: навыками использования мультимедийных технологий при обмене научной информацией	Определение понятия конденсированного состояния вещества. Структурная классификация конденсированных состояний вещества	
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Владение основным материалом курса, полные и правильные ответы на зачете.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Отсутствие знаний по вопросу билета на зачете или неверные, значительно искаженные ответы.	–	<i>Не зачтено</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. Определение понятия конденсированного состояния вещества
2. Дефекты структуры.
3. Термическое испарение и конденсация в вакууме.
4. Терморезистивный, электронный и индукционный нагрев испаряемого материала. Электроннолучевое испарение, лазерная абляция.
5. Ионно-плазменное, реактивное ионно-плазменное распыление и конденсация в вакууме.
6. Гетероструктуры: квантовые ямы; квантовые проволоки; квантовые точки; сверхрешетки; квантовые микрорезонаторы; фотонные кристаллы.
7. Катодное распыление. Магнетронные методы нанесения конденсированных слоев. ионно-лучевое распыление.
8. Химические, физико-химические методы нанесения. Золь-гель метод. Химическое осаждение из парогазовой фазы. Плазмохимическое осаждение.
9. Структурная классификация конденсированных состояний вещества
10. Механические свойства
11. Тепловые свойства
12. Электрические свойства
13. Магнитные свойства
14. Оптические свойства
15. Фазовые диаграммы. Фазовые переходы.

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.3 Тестовые задания

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса, выполнения практического задания. Критерии оценивания приведены выше.

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. Критерии оценивания приведены выше.