

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Гидрохимический синтез пленок функциональных материалов

Код модуля
1158101

Модуль
Тонкопленочные технологии и изделия

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Марков Вячеслав Филиппович	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	физической и коллоидной химии
2	Маскаева Лариса Николаевна	доктор химических наук, профессор	Профессор	физической и коллоидной химии

Согласовано:

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

Авторы:

- Маскаева Лариса Николаевна, Профессор, физической и коллоидной химии

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Гидрохимический синтез пленок функциональных материалов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	5	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Расчетная работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Гидрохимический синтез пленок функциональных материалов

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	3-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования 3-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения 3-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и	Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	<p>изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p> <p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук</p>	<p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Экзамен</p>

	У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общинженерных наук	
ОПК-5 -Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	<p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p> <p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>	Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	<p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>	
<p>ОПК-6 -Способен планировать и организовать работы по эксплуатации</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>	<p>Лабораторные занятия Лекции Экзамен</p>

<p>технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа</p>	
--	---	--

	<p>и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>	
<p>ПК-4 -Способен к совершенствованию технологического процесса - разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, выбору материалов и поиску способов утилизации отходов производства</p>	<p>З-1 - Знать тенденции развития пленочных технологий получения материалов оптоэлектроники и сенсорики</p> <p>З-2 - Различать явления, лежащие в основе различных методов, способы и приемы оптимизации процессов формирования тонких пленок и покрытий;</p> <p>З-3 - Иметь представление о современных методах исследования структуры, состава и функциональных свойств материалов в тонкопленочном состоянии</p> <p>П-1 - Освоить навык самостоятельной разработки моделей исследуемых процессов получения тонких пленок</p> <p>П-2 - Владеть методами технологических расчетов отдельных участков производства основных материалов в тонкопленочном состоянии при гидрохимическом осаждении</p> <p>У-1 - Уметь выбрать рациональную технологическую схему получения тонких пленок полупроводниковых и диэлектрических материалов</p> <p>У-2 - Определять параметры эффективной организации процесса, рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса синтеза тонких пленок</p>	<p>Лабораторные занятия</p> <p>Расчетная работа № 1</p> <p>Расчетная работа № 2</p> <p>Экзамен</p>

<p>ПК-7 -Способен проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта</p>	<p>З-1 - Знать основные принципы организации физических и химических технологий в сфере производства наноматериалов для оптоэлектроники и сенсорики П-1 - Владеть методами технологических расчетов отдельных участков производства основных материалов в тонкопленочном состоянии для изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники П-2 - Освоить методики экономических расчетов по производственному подразделению экономической оценки ущерба экологии от производственной деятельности У-1 - Уметь рассчитывать технологические параметры процессов производства тонкопленочных материалов</p>	<p>Лабораторные занятия Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Экзамен</p>
<p>ПК-8 -Способен подготовить технико-экономическое обоснование расчетов, осуществить разработку проектной и рабочей технической документации по реализации разработанных проектов</p>	<p>З-1 - Иметь представление о функциональных свойствах материалов для производства изделий оптоэлектроники и сенсорной техники; З-2 - Представлять направления развития технологий производства функциональных материалов П-1 - Владеть методиками составления организационно-технологической документации для конкретных производственных условий в электронном материаловедении; П-2 - Управлять приемами решения профессиональных производственных задач по контролю технологического процесса производства изделий оптоэлектроники, сенсорики и электроники, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход</p>	<p>Расчетная работа № 1 Расчетная работа № 2 Экзамен</p>

	материалов, заготовок, топлива и электроэнергии У-1 - Уметь выбирать рациональную технологическую схему производства материалов для изделий электронной техники и нанoeлектроники; У-2 - Уметь моделировать и адаптировать новые технологии к условиям конкретного производства с выбором рациональной технологической схемы	
--	--	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>расчетная работа</i>	3,3	50
<i>расчетная работа</i>	3,6	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.40		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>выполнение лабораторных работ</i>	3,15	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для

	продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Гидрохимическое осаждение из аммиачно-цитратной реакционной смеси пленок PbS, легированных галогеном (Cl, Br, I)
2. Изучение кинетики осаждения твердой фазы PbS в условиях контролирования площади поверхности. Определение энергии активации процесса
3. Изучение кинетики осаждения твердой фазы CdS в условиях самопроизвольного зарождения. Определение энергии активации процесса.
4. Гидрохимическое осаждение тонких пленок CdS из реакционной смеси
5. Гидрохимическое осаждение тонких пленок CuS и Cu₂S
6. Химическое осаждение селеносульфатом натрия тонких пленок PbSe
7. Химическое осаждение селеносульфатом натрия тонких пленок CdSe
8. Влияние материала подложки на гидрохимический синтез тонких пленок PbS (подложка – ситалл, стекло, кварц)
LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Расчетная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Определение условий образования твердой фазы халькогенидов металлов при гидрохимическом осаждении без учета и с учетом кристаллизационного фактора

Примерные задания

- 1) система « $\text{PbAc}_2 - \text{Na}_3\text{Cit} - \text{N}_2\text{H}_4\text{CS}$ »
- 2) система « $\text{PbAc}_2 - \text{En} - \text{N}_2\text{H}_4\text{CS}$ »
- 3) система « $\text{CdCl}_2 - \text{En} - \text{N}_2\text{H}_4\text{CS}$ »
- 4) система « $\text{CdCl}_2 - \text{En} - \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ »
- 5) система « $\text{CuCl}_2 - \text{NaAc} - \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ »
- 6) система « $\text{CuCl}_2 - \text{NH}_3 - \text{N}_2\text{H}_4\text{CS}$ »

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Расчетная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Влияние природы лиганда на граничные условия образования

2. Влияние природы халькогенизатора на граничные условия образования халькогенида металла

Примерные задания

- 1.1 PbS (лиганд – этилендиамин, цитрат натрия, триэтаноламин)
- 1.2 CdS (лиганд – водный раствор аммиака, цитрат натрия, этилендиамин)
- 1.3 CuS (лиганд – водный раствор аммиака, ацетат натрия)
- 1.4 ZnS (лиганд – водный раствор аммиака, цитрат натрия)
- 1.5 SnS (лиганд – тартрат калия-натрия, цитрат натрия)

- 2.1 PbS (халькогенизатор – тиомочевина, аллилтиомочевина, тиацетамид)
- 2.2 CdS (халькогенизатор – тиомочевина, тиосульфат натрия)
- 2.3 CuS (халькогенизатор – тиомочевина, тиосульфат натрия)
- 2.4 ZnS (халькогенизатор – тиомочевина, тиосульфат натрия)
- 2.5 SnS (халькогенизатор – тиомочевина, тиацетамид, тиосульфат натрия)

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Способы осуществления процессов гидрохимического осаждения пленок халькогенидов металлов. Реакторы идеального смешения и идеального вытеснения.
2. Кинетика гидрохимического осаждения твердой фазы халькогенида металла в условиях самопроизвольного зарождения твердой фазы в реакторе идеального смешения.
3. Основные факторы изоморфной смесимости при формировании твердых растворов халькогенидов металлов гидрохимическим осаждением
4. Автокаталитические реакции. Кинетика гидрохимического осаждения твердой фазы халькогенида при контролировании площади межфазной поверхности.
5. Кинетико-термодинамический подход к прогнозированию состава пленок твердых растворов замещения $Cd_xPb_{1-x}S$. Основные факторы изоморфной смесимости при формировании твердых растворов халькогенидов металлов.
6. Гомогенный и гетерогенный механизмы зарождения пленок $MeS(Se)$. Доказательства гетерогенного механизма.
7. Учет кристаллизационного и температурного факторов при расчете условий образования MeX
8. Кинетика гидрохимического осаждения PbS из плюмбитной системы в реакторе идеального вытеснения.
9. Оценка влияния степени пересыщения на условия образования твердой фазы $MeS(Se)$. Понятие степени пересыщения и критического радиуса зародыша. Гомогенный и гетерогенный механизмы зарождения твердой фазы $MeS(Se)$.
10. Временная стабильность пленок пересыщенных твердых растворов замещения $Cd_xPb_{1-x}S$
11. Гидрохимическое осаждение пленок пересыщенных твердых растворов на основе халькогенидов металлов. Особенности изоморфного замещения в сульфидах Al_2BV_6 , Al_2VB_6
12. Устойчивость пленок пересыщенных твердых растворов замещения $Cd_xPb_{1-x}S$ к воздействию мощного γ -излучения
13. Механизм гидролитического разложения тиомочевина, ее структурная формула
14. Пленки твердых растворов замещения $Cd_xPb_{1-x}S$, основные свойства и области применения. Влияние размерного эффекта на состав твердого раствора $Cd_xPb_{1-x}S$
15. Диаграмма состояния системы $CdS - PbS$. Условия изоморфизма в этой системе
16. Термодинамический анализ условий образования $MeS(Se)$, $Me(OH)_2$, $MeCN_2$ при осаждении тио- и селенокарбамидом. Понятие граничных условий образования $MeS(Se)$. Возможные источники ошибок при расчете областей образования халькогенидов металлов.
17. Общая характеристика механизмов осаждения MeS из водных растворов, их отличия
18. Характеристика соединений CdX ($X - S, Se, Te$): структура, свойства, применение. Спектры фоточувствительности фоторезисторов на основе CdS и $CdSe$.
19. Влияние солей металлов I-VII групп на морфологию, состав и фотоэлектрические свойства пленок PbS .

20. Полупроводниковые соединения АІВVI. Химическая связь, энергия атомизации, ширина запрещенной зоны, тип проводимости.
21. Характеристика соединений HgX (X – S, Se, Te): структура, свойства, применение.
22. Понятия произведения растворимости и ионного произведения. Комплексные соединения, их классификация. Типичные лиганды для гидрохимического осаждения тонких пленок. Халькогенизаторы
23. Влияние допантов-металлов на функциональные свойства химически осажденных пленок PbS
24. Кинетико-термодинамический подход к прогнозированию состава пленок твердых растворов замещения $Cd_xPb_{1-x}S$
25. Роль подложки при осаждении пленок. Подложечные материалы, их свойства, требования к выбору материала подложки. Методы подготовки поверхности подложек
26. Гидрохимический метод осаждения тонких пленок. Необходимые условия для его проведения. Осаждение пленок халькогенидов металлов. Халькогенизаторы. Комплексообразующие агенты.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.