

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Проректор по учебной работе

_____ А.Л.Толстик

_____ 2017 г.

_____ Регистрационный № УД-3097 /уч.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТВЁРДОФАЗНЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 05 04 Фундаментальная химия

2017 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательных стандарта для первой ступени высшего образования ОСВО 1-31 05 04-2013 и учебного плана специальности 1-31 05 04 Фундаментальная химия G 31-147/уч. - 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Паньков В.В., заведующий кафедрой физической химии Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физической химии Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 24 мая 2017 г.);

Учебно-методической комиссией химического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 06 июня 2017 г.)



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина по выбору “Физико-химические процессы получения функциональных твердофазных неорганических материалов” предназначена для студентов 5 курса.

Цель дисциплины. Формирование у студентов комплекса фундаментальных представлений по применению теоретических принципов физической химии для решения проблем создания новых материалов, а также обучение студентов методам моделирования и дизайна новых материалов, с учетом специфики исходных веществ и процессов.

Задачи дисциплины. Продемонстрировать студентам, завершающим химическое образование, общность системного подхода в области новой химической технологии материалов, единую систему знаний, диалектично объединяющую пути создания функциональных материалов неорганической природы, дать представление о современном состоянии материаловедения и о роли материалов в различных областях человеческой деятельности; показать взаимосвязь использования различных областей науки: химии, физики и технологии для решения материаловедческих проблем.

Место дисциплины в системе высшего профессионального образования. Программа составлена с учетом того, что студенты имеют подготовку в области химии материалов благодаря прослушанным общим дисциплинам: “Неорганическая химия”, “Физическая химия”, “Кристаллохимия” и дисциплинам специализации, которые в совокупности представляют достаточную основу для настоящей дисциплины.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины (приобретаемые компетенции, знания, умения, навыки). Студенты должны приобрести фундаментальные знания о возможном поведении вещества и путей его превращения в материал с необходимыми функциональными свойствами. Именно поэтому, наряду с учебными пособиями, включенными в список рекомендованной литературы, студентам предоставляется возможность регулярно знакомиться с периодическими изданиями, включая журналы "Неорганические материалы", "Материаловедение", “Физика твердого тела”, "Solid State Ionics", "Journal of Materials Chemistry". "Journal of Materials Research", "Journal of Solid State Chemistry", "Ceramics International". "Advanced Materials" и "Materials Today".

Методическая новизна дисциплины заключается в демонстрации непрерывного и неразрывного единства состава, строения и свойств материалов любой природы, приводится комплекс нетривиальных представлений о путях синтеза неорганических соединений с заданными физико-химическими свойствами.

Выпускник университета, усвоивший дисциплину “Физико-химические процессы получения функциональных твердофазных неорганических материалов”, должен

знать:

– современные способы получения твердофазных неорганических материалов, позволяющие эффективно регулировать их функциональные свойства

– основные подходы для проведения твердофазных процессов в оптимальных режимах позволяющих экономить ресурсы;

уметь:

– реализовать теоретические навыки расчётов технологических параметров процессов синтеза материалов с управляемыми свойствами

– прогнозировать эффективность различных процессов в задачах конструирования функциональных материалов;

владеть:

– навыками организации рациональных методик проверки физико-химических свойств полученных материалов

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие компетенции, предусмотренные образовательным стандартом высшего образования ОСВО 1-31 05 04 Фундаментальная химия:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, анализировать перспективы и направления развития отдельных областей химической науки.

ПК-4. Применять методы прикладной квантовой химии, молекулярной динамики и математического моделирования для предсказания свойств химических систем и их поведения в химических процессах.

ПК-8. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-9. Работать с научной, технической и патентной литературой, электронными базами данных.

ПК-10. Оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых технологий.

ПК-17. Готовить доклады, материалы к презентациям и председательствовать на них.

ПК-18. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

Дисциплина по выбору “Физико-химические процессы получения функциональных твердофазных неорганических материалов” преподаётся в 9 семестре 5 курса и рассчитана на 58 часов, из которых 30 часов отводится на аудиторные занятия (20 – лекционные, 6 – лабораторные работы, 4 – УСП). Контроль самостоятельной работы студентов может осуществляться в ходе текущего и итогового контроля знаний, например, в форме устного опроса, докладов, контрольных работ, рефератов и др.

Форма получения высшего образования – очная.

Форма текущей аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Определение функциональных материалов. Национальные и международные программы создания новых поколений материалов.

Классы и типы твердофазных неорганических материалов

Классификация функциональных материалов по свойствам и функциям. Классификация функциональных неорганических материалов по составу, структуре, свойствам и областям применения. Структурная иерархия материалов. Многофункциональные материалы. Физико-химические принципы конструирования новых материалов. Важнейшие проблемы науки о материалах на ближайшее и более отдаленное будущее. Социальные, экономические, экологические аспекты крупномасштабного производства, эксплуатации и регенерации материалов. Роль материалов в техническом прогрессе. Примеры технических прорывов, обязанных освоению технологии получения и выявлению специфических свойств материалов.

Различия способов синтеза порошкообразных материалов в зависимости от методов гомогенизации компонентов. Керамический метод синтеза. Синтез порошкообразных материалов с использованием химических методов гомогенизации исходной смеси компонентов. Новые технологии получения ультрадисперсных материалов, основанные на синергетике химического и физического воздействия.

Физико-химические особенности процессов синтеза твердофазных неорганических материалов

Аппараты смешивания и диспергирования. Критерии качества смешивания и диспергирования. Сушка, брикетирование и гранулирование порошков. Механические и физико-химические процессы диспергирования и смешения порошков. Процессы термообработки порошкообразных смесей компонентов. Методы исследования термодинамических параметров твердофазных реакций. Физико-химические особенности протекания твердофазных реакций. Топохимические и топотактические реакции. Метод ЭДС с твердым электролитом. Метод гетерогенных равновесий. Термохимические методы исследования твердофазных реакций. Процессы зародышеобразования в твердофазных реакциях

Физико-химические процессы синтеза монокристаллических и пленочных материалов.

Механизм твердофазных реакций. Диффузия реагирующих компонентов. Химическое взаимодействие на границе исходные материалы – продукт реакции. Термодинамическая теория твердофазных процессов. Метод диффузионных пар Кинетические уравнения твердофазных взаимодействий. Методы изучения кинетики твердофазных реакций. Методы активирования порошкообразных материалов. Методы формования керамических изделий. Виды спекания твердофазных материалов. Механизмы различных стадий спекания твердофазных материалов. Жидкофазное спекание. Спекание за счет пластической деформации. Спекание за счет процессов испарения-конденсации.

Процессы получения и анализ свойств монокристаллических и пленочных функциональных материалов

Методы получения монокристаллов. Способы получения пленочных материалов. Физикохимия функциональных устройств в пленочном исполнении Новое в процессах получения эпитаксиальных и поликристаллических пленок металлов и сплавов, простых и сложных оксидов. Многослойные покрытия со специальными функциями. Классы кристаллов и области их применения в технике. Основные способы выращивания кристаллов из газовой фазы, из раствора, из расплава. Методы, используемые в производстве кристаллов. Эпитаксия. Физические методы получения плёнок: вакуумное испарение, катодное напыление. Химические методы получения плёнок: золь-гель технология, спрей-пиролиз, жидкофазная эпитаксия, химическое осаждение из газовой фазы (CVD-процессы). Электронно-микроскопические методы. Зондовые методы. Спектроскопические методы. Термоаналитические и дифракционные методы. Взаимодействие кристалла с рентгеновским излучением. Сравнение аналитических методов исследования поверхности. Рентгенофазовый анализ. Принципы выбора методов анализа адекватных задачам определения реального состава материала с учетом его природы (металл, полупроводник, диэлектрик), массы (массивный кристалл, тонкая пленка, нанодисперсная система) и ожидаемого уровня химической неоднородности (гетерофазность, пространственная негомогенность). Просвечивающая, сканирующая и туннельная микроскопии.

Новые методы и подходы в разработке современных и перспективных твердофазных материалов

Физикохимия процессов получения нанотрубок, фотонных кристаллов, материалов спинтроники, квантовых точек Эволюция от молекул к материалам. Кластерные серии. Наноструктуры, нанокомпозиты и нанореакторы. Фрактальные модели дисперсных и ультрадисперсных систем. Особенности структуры и физико-химических свойств наноматериалов. Углеродные наночастицы и материалы: фуллерены — синтез структура и свойства, углеродные нанотрубки (классификация, структура, методы получения), пленочные структуры из фуллеренов и нанотруб, Синтез и свойства нанокомпозитов. Классификация нанокристаллических материалов, основанная на принципах их методов изготовления и структуры. Основные методы получения нанокристаллических материалов: порошковая технология, контролируемая кристаллизация из аморфного состояния, интенсивная пластическая деформация.

Твердофазные неорганические материалы для биомедицинских применений. Магнитные неорганические материалы в биомедицине. Керамические неорганические материалы в биомедицине. Способы синтеза наноразмерных неорганических материалов для биомедицины.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование разделов	Количество часов аудиторных			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия		
1	Введение. Классификация функциональных материалов	2				
2	Классификация способов синтеза порошкообразных материалов	2				
	Физико-химические особенности процессов синтеза твердофазных неорганических материалов				2	контрольная работа
3	Диспергирование и смешивание.	2				
4	Сушка, брикетирование и гранулирование	2				
5	Физико-химические особенности протекания твердофазных реакций.	2				
6	Методы изучения кинетики твёрдофазных реакций. Способы спекания твёрдофазных материалов	2				
7	Физико-химические процессы синтеза монокристаллических функциональных материалов.	2				устный опрос
8	Физико-химические процессы синтеза пленочных функциональных материалов.	2				устный опрос
9	Методы контроля физико-химических свойств монокристаллов и плёнок	2				
	Новые методы и подходы в разработке современных и перспективных твердофазных материалов				2	контрольная работа
10	Классификация и физико-химические свойства наноматериалов	1				
11	Нанокристаллические материалы: классификация и методы получения	1				
12	Исследование процессов плазменного травления плёнок неорганических материалов			3		устный опрос
13	Методы рентгенофазового анализа неорганических материалов			3		устный опрос
	Итого:	20		6	4	зачёт

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ОСНОВНАЯ:

1. А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д.Третьяков. «Химия твердого тела», Изд. центр «Академия». 2006.
2. Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев. «Введение в химию твердых материалов» Изд-во МГУ: Наука, 2006.
3. Т.В. Свиридова. «Кинетика твердофазных реакций». - Минск, БГУ. 2007.
4. Л.А. Башкиров, В.В. Паньков. «Механизм и кинетика образования ферритов», «Наука и техника», Минск. 1988.
5. Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

1. М.И. Гилевич, И.И. Покровский. - «Химия твердого тела». Минск. 1985.
2. Ч. Пул, Ф. Оуэнс «Нанотехнологии», Москва: Техносфера, 2004.
3. Л.М. Летюк. Технология производства материалов магнито-электроники. - Москва «Металлургия»,1994.
4. П. Харрис. «Углеродные нанотрубы и родственные структуры», Новые материалы XXI Века. М: Техносфера, 2003.
5. П.П. Будников. Реакции в смесях твердых веществ, 1971.
6. А. Вест. Химия твердого тела , Москва: Мир ,1988.
7. А.И. Пасынков. Материалы электронной техники, 1986.
8. А.В. Юхневич. Химические проблемы создания новых материалов // Минск, БГУ, 1988.
9. Л. М. Летюк, Г.И. Журавлев. Химия и технология ферритов // Ленинград, «Химия», 1983.
10. Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков Физические методы исследования в химии: М.: Мир, 2003.
11. Г.П. Швейкин, В.А. Губанов, А.А. Фотиев Электронная структура и физико-химические свойства высокотемпературных сверхпроводников. М.: Наука, 1990.
12. Ю.Д. Третьяков «Твердофазные реакции», М: Химия, 1978.

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

- Исследование процессов плазменного травления пленок неорганических материалов
- Методы рентгенофазового анализа неорганических материалов

ПРИМЕРНЫЕ ПЕРЕЧНИ ЗАДАНИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТОЙ

Тема: «Физико-химические особенности процессов синтеза твердофазных неорганических материалов»

1. Описать физические и химические процессы, сопровождающие диспергирование и смешивание.
2. Ознакомиться с применением и оборудованием процессов сушки, брикетирования и гранулирования.
3. Описать физико-химические особенности протекания твердофазных реакций.
4. Охарактеризовать методы изучения кинетики твердофазных реакций.

Тема: «Физико-химические процессы синтеза пленочных функциональных материалов»

1. Перечислите существующие классификации плёнок и особенности их строения.
2. Охарактеризуйте методы и оборудование для синтеза плёночных материалов, указав их достоинства и ограничения.
3. Каковы физико-химические основы выбора прекурсора для получения плёночного материала?
4. Предложите и обоснуйте способ синтеза многослойного материала на ваш выбор.

Тема: «Методы контроля физико-химических свойств монокристаллов и плёнок»

1. Перечислите физико-химические методы исследования поверхности и объёма вещества.
2. Какие из этих методов позволяют определить химический состав материала, его структурные особенности?

3. Приведите методы, с помощью которых можно охарактеризовать только плёнку/монокристалл?
4. Какими методами характеризуют наносистемные и наноструктурные покрытия?

Тема «Новые методы и подходы в разработке современных и перспективных твердофазных материалов»

1. Назовите известные вам наноматериалы. Какими особенностями структуры и физико-химических свойств они характеризуются по сравнению с микрообъектами?
2. Ознакомьтесь с существующими классификациями нанокристаллических материалов. Охарактеризуйте основные методы их получения, указав достоинства и недостатки.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Предполагаются следующие формы диагностики компетенций:

- устные опросы продолжительностью 10–15 мин ;
- контрольные работы по разделам 3–5; 9–11

Итоговая форма – устный зачёт.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТА

1. Правила проведения аттестации (Постановление МО Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.).
2. Положение о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине БГУ (№ 38-ОД от 04 февраля 2008 г.).
3. Критерии оценки знаний и компетенций студентов по 10-балльной шкале.

**Протокол
согласования учебной программы УВО**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Физическая химия	кафедра физической химии	Нет	согласовать № 9 от 24.05.2017
Неорганическая химия	кафедра неорганической химии	Нет	согласовать № 12 от 22.05.2017
Кристаллохимия	кафедра неорганической химии	Нет	согласовать № 12 от 22.05.2017

Дополнения и изменения к учебной программе УВО

на ____/____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физической химии (протокол № __ от _____ г.)

Заведующий кафедрой физической химии

д.х.н., профессор

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

В.В. Паньков

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета

член-корр. НАН Беларуси,

доктор хим. наук,

профессор

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Д.В. Свиридов

(И.О.Фамилия)