

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ
Зам. декана ФНМ по учебной
работе
_____/А.В. Кнотько /
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Перспективные неорганические материалы со специальными функциями

Уровень высшего образования:
магистратура

Направление подготовки:
04.04.02 Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:
Фундаментальное материаловедение

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Методической комиссией факультета наук о материалах
(протокол №_____, дата)

Москва 2016

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от _____20__ г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: Базовая часть, профессиональная подготовка, модуль «Инженерия материалов», курс предназначен для студентов магистратуры факультета наук о материалах 1-го года обучения (1-й семестр), курс является обязательным

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

Дисциплины и модули профессиональной подготовки бакалавриата

3. Результаты обучения по дисциплине:

Знать: общие представления о классификации, структуре и свойствах перспективных неорганических материалов со специальными свойствами; общие закономерности в изменении функциональных характеристик при варьировании способов получения неорганических наноматериалов

Уметь: вычленять главное при проработке соответствующего литературного материала и проводить его критический анализ; предлагать адекватные методы получения при дизайне неорганических материалов с перспективными функциональными характеристиками; давать предложения при постановке или интерпретации эксперимента по получению и исследованию материалов

Владеть: терминологией описания структуры, свойств и методов получения перспективных неорганических материалов; техникой проведения качественных и полуквантитативных оценок структуры и свойств неорганических материалов

4. Объем дисциплины составляет 5 з.е. (180 ак.ч.)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Вид работы	Семестр				Всего
	1				
Общая трудоёмкость, акад. Часов	180				180
Аудиторная работа:	36				36
Лекции, акад. Часов	36				36
Семинары, акад. Часов					
Лабораторные работы, акад. часов					
Самостоятельная работа, акад. Часов	144				144
Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)	Экз.				

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Тема 1. Предмет и структура курса

Тенденции развития современного материаловедения. Принципы классификации функциональных материалов (по составу, структуре, свойствам и областям применения, многофункциональные материалы). Основные типы функциональных материалов. Физико-химические принципы конструирования новых материалов. Структурная иерархия материалов. Наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии. Нанохимия как предмет изучения. История исследований в области “нано” (официальная история и российские научные школы). Причины и последствия нанобума. Классификация наноматериалов.

Тема 2. Процессы фазообразования и формирования ультрадисперсных систем

Методы получения наноматериалов «снизу - вверх» и «сверху - вниз».

Зародышеобразование в газовой фазе и конденсированных средах. Жидкокристаллическое состояние (нематики, смектики, холестерики). Спинодальный распад. Структурирование блоксополимеров. Причины низкой устойчивости веществ в нанокристаллическом состоянии. Способы защиты наночастиц от агрегации и внешних воздействий. Синтез в коллоидных микрореакторах. Квантовые точки. Поверхностная модификация нанокристаллов, «жирорастворимые» и «водорастворимые» квантовые точки. Синтез наночастиц металлов с плазмонным резонансом. Получение суперпарамагнитных оксидных наночастиц. Методы получения высокодисперсных порошков. Механохимические методы. Методы конденсации из газовой фазы. Химические методы синтеза – золь-гель метод, пиролиз аэрозолей, гидротермальная обработка, сверхкритическая сушка, криохимическая технология.

Тема 3. Процессы самосборки и темплатный метод синтеза в применении к сверхрешеткам и квазиодномерным материалам

Процессы самосборки и самоорганизации. Темплатный синтез наноматериалов и наноструктур. Сверхрешетки нанокристаллов. Использование биологических объектов для получения упорядоченных ансамблей наночастиц.

Нанореакторы. Использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров. Использование блоксополимеров для создания наноструктур.

Нанотрубки и нанонити. Строительные блоки для самосборки, шаблоны для самосборки, упорядоченные структуры из анизотропных нанообъектов. Самосборка наностержней, магнитные наностержни, анизотропные наноструктуры из золота, полупроводников, сопряжение с биомолекулами. Использование квазиодномерных материалов в светоизлучающих устройствах, транзисторах, сенсорах, источниках тока. Элементная база нанoeлектроники.

Раздел 2 ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МАТЕРИАЛОВ

Тема 4. Процессы создания материалов в форме планарных структур

Механизмы осаждения и роста тонких пленок. Эпитаксия. Процессы получения эпитаксиальных и поликристаллических пленок металлов и сплавов, простых и сложных оксидов, алмазных пленок. Гетероструктуры с участием пьезоэлектриков, сверхпроводящих купратов и манганитов с гигантским магнитным сопротивлением. Представления о распространенных методах получения тонких пленок: PVD (термическое, магнетронное распыление, лазерная абляция и пр.), CVD / MOCVD, ISD, жидкофазная эпитаксия, золь-гель.

Распространенные методики послойного осаждения из растворов, электростатические сверхрешетки, полиэлектролитные многослойные структуры и оболочки. Понятие о самособирающихся монослоях. Метод Лэнгмюра – Блоджетт и его использование для получения наноматериалов (белковые структуры, МЭМС).

Основные типы литографии. Оптическая литография. МЭМС. Литография с использованием ионных и электронных пучков. «Мягкая литография» и микроконтактная печать (наноимпринт). Использование СЗМ для «нанолитографии», Dip - pen нанолитография, использование биообъектов для нанолитографии. Масштабирование нанообъектов при нанолитографии.

Самосборка надмикронных форм. Графоэпитаксия, микрофлюидика и микрожидкостная сборка. Использование эффектов самосборки больших строительных блоков для создания планарных текстурированных оксидных функциональных

материалов, биологических структур, логических элементов, биочипов, микрожидкостных устройств.

Примеры гетеро- и наноструктур и их использование в оптике, медицине, электронике.

Тема 5. Инженерия монокристаллических материалов

Основные характеристики кристаллического вещества: однородность, анизотропия, способность самоограняться, симметрия. Связь процессов кристаллизации с фазовыми диаграммами. Механизмы атомно-молекулярных процессов кристаллизации. Габитус кристалла с точки зрения РВС-теории. Молекулярно-кинетическая теория Косселя-Странского, спиралевидный рост кристаллов Франка-Кабрера. Зависимости скорости роста от величины пересыщения. Дефекты кристаллов, их влияние на скорости роста граней кристаллов. Концентрационные и конвекционные потоки. Влияние примесей на скорости роста граней кристаллов. Нестабильности фронта кристаллизации. Морфологические особенности реальных кристаллов: скульптура граней, скелетные формы, дендриты, нитевидные кристаллы, сферолиты. Типы срастаний кристаллов - незакономерные и закономерные. Анизотропия роста, термодинамический и кинетический контроль.

Основные методы роста – спонтанная кристаллизация, гидротермальный рост, методы Бриджмена – Стокбакера, Киррополуса, Чохральского, Вернейля, Степанова и пр., массовая кристаллизация, рост из газовой фазы и расплава. Рост и применение нитевидных кристаллов. Новые поколения синтетических кристаллов.

Тема 6. Технология получения поликристаллических и аморфных материалов

Классификация керамических материалов. Структура керамики.

Подготовка порошков - предшественников. Стадия формования. Механизмы и стадии спекания. Методы спекания (консолидация керамики). Шликерное литье, тонкая керамическая технология. Новые процессы в формировании и спекании керамики. Пенокерамика. Трансформационное упрочнение. Процессы формирования керамических композитов и градиентных материалов. Природные модели функционально градиентных материалов.

Керамические материалы с диэлектрическими, магнитными, оптическими, химическими и ядерными функциями. Создание новых видов функциональной оксидной и бескислородной керамики.

Рентгеноаморфное и аморфное состояние веществ. Термодинамика и кинетика процессов стеклования. Полуэмпирические правила выбора стеклообразующих компонентов. Особенности структуры силикатных, боратных и фосфатных стекол. Создание стеклокерамики, аморфных металлов и металлических стекол. Стеклоуглерод. Процессы получения высокочистых стекол для световодов, натрий-кальций-фосфатно-силикатных биостекол, фотохромных стекол и аморфных полупроводников.

Тема 7. Инженерия микро-, мезо- и «нано»пористых материалов

Синтез супрамолекулярных «наноклеточных» соединений, включая термоэлектрики с клатратной структурой.

Модульная самосборка пористых материалов, хранение водорода в металл-органических каркасах.

Мицеллообразование. Жидкокристаллические матрицы как темплаты при получении нанокомпозитов. Дизайн мезопористых материалов и композитов, мезоструктура и размерность, хиральные структуры, структурированные планарные структуры, функционализация, методы получения мезопористых материалов, «гости» мезопор, использование мезопористых материалов в ИТ-технологиях, медицине, химии.

Методы формирования микропористых материалов, включая пористый кремний и продукты анодирования алюминия и титана, металлические пены, биосовместимую пенокерамику, терморасширенный графит.

Применение пористых материалов.

Тема 8. Способы получения композитных материалов

Подходы, основанные на принципе самоорганизации и самосборки, использования нанореакторов, процессах образования новой фазы, методах химической гомогенизации. Наночастицы в неорганических и органических (полимерных) матрицах.

Специфика процессов формирования гибридных и полифункциональных материалов.

Синтез и свойства гибридных материалов на основе галогенидов и халькогенидов, оксидов ванадия, диоксида кремния, полимеров, органических полиароматических структур и структур с переносом заряда, жидких кристаллов.

Тема 9. Инженерия углеродных материалов

Механизмы формирования углеродных материалов.

Методы получения и свойства соединений внедрения в графит, пенографит, графен и его производные.

Методы синтеза углеродных нанотрубок, методы очистки, разделения и химической модификации углеродных нанотрубок. Одностенные и многостенные нанотрубки. Электрофизические свойства углеродных нанотрубок.

Методы получения фуллеренов и их производных.

Методы получения и очистки наноалмазов, строение и свойства наноалмазов.

Раздел 3 ВАЖНЕЙШИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Тема 10. Особенности получения материалов с диэлектрическими свойствами

«Умные материалы» и диэлектрики с нелинейными свойствами.

Получение сегнето-, пьезо- и пироэлектриков на основе солей, оксидов и оксогалогенидов.

Методы синтеза подложек для микроэлектроники, датчиков и систем точного позиционирования. High - k материалы для наноэлектроники, устройства хранения информации.

Тема 11. Особенности получения материалов с ионной и смешанной проводимостью

Классические суперионники (AgI, глинозем, голландит и др.). Важнейшие типы анионных и катионных проводников на основе галогенидов, халькогенидов, пниктогенидов и фосфатов. Новые типы оксидных ионных проводников (со структурами дефектного флюорита, перовскита, браумиерита, пирохлора, фаз Ауривиллиуса и Радленсена-Поппера.)

Получение дисперсоидов и их использование для создания топливных элементов. Синтез электронно-ионных проводников. Дизайн катодных и анодных материалов литиевых батарей, создание металл – воздушных источников тока.

Получение электрохромных материалов. Создание мембранных и сенсорных систем на основе материалов с ионной и смешанной проводимостью.

Тема 12. Основные способы формирования материалов на основе полупроводников

Получение полупроводниковых материалов для термоэлектрических устройств, светоизлучающих элементов, лазеров, солнечных батарей. Формирование материалов для опто- и акустоэлектроники, устройств отображения информации. ОСИД.

Основные технологические процессы в полупроводниковой технике. Гетероструктуры и сверхрешетки. Полупроводниковые наноматериалы. Использование квантовых точек и пористого кремния в микроэлектронике, медицине, альтернативной энергетике. Фотокатализаторы на основе оксида цинка и диоксида титана. Наноматериалы для сенсорных систем.

Тема 13. Создание современных материалов для оптики и фотоники

Пределы развития кремниевой микроэлектроники. Создание элементной базы фотоники – устройств обработки, хранения, передачи и отображения информации на основе управления светом.

Способы получения люминесцентных материалов и фосфоров.

Технологии получения оптоволокна и нелинейно - оптических кристаллов,

Процессы формирования искусственных фотонных кристаллов, микросферы как универсальные строительные блоки (полистирол, диоксид кремния, многослойные сферы). Самосборка микросфер в коллоидные кристаллы, пленки, нити. Частицы – янусы и методы их получения. Оптические свойства фотонных кристаллов и структур (с искусственными дефектами) на их основе, термохромные фотонные кристаллы, жидкокристаллические фотонные кристаллы, фотонные чернила, электрическое и магнитное переключение фотонных кристаллов, фотоннокристаллические сенсоры, фотоннокристаллическая хроматография.

Тема 14. Инженерия магнитных материалов

Ферро-, ферри-, антиферромагнетики. Магнитные наноматериалы. Изменение коэрцитивной силы с уменьшением размера магнитной частицы. Оценка размера наночастиц из данных по магнитной восприимчивости.

Магнитодиэлектрики типа ферритов со структурой шпинели, граната, магнетоплюмбита. Способы получения и применение важнейших типов магнитомягких и магнито жестких материалов.

Синтез материалов - мультиферроиков. Низкоразмерные магнитные структуры (фазы Пиерлса, «лестничные» соединения).

Магнитокалорические материалы.

Материалы с коллосальным магнетосопротивлением (новые магнитоактивные композиты и материалы для магнитной записи, сенсорики). Дизайн материалов спинтроники.

Тема 15. Технологии получения высокотемпературных сверхпроводников

Методы получения объемных ВТСП материалов, включая твердофазный синтез, кристаллизацию из перитектического расплава $R\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ и Bi -содержащих ВТСП. Рост кристаллов, кристаллизация из перитектического расплава.

Методы получения длинномерных ВТСП-материалов: ленты и провода в серебряной оболочке, пленки на битекстурированной металлической ленте. Повышение критических характеристик ВТСП-материалов путем оптимизации катионного состава и содержания кислорода, термического и механического текстурирования, создания центров пиннинга.

Повышение пиннинга магнитного потока путем создания нано- и микронеоднородностей в матрице сверхпроводника, нанокомпозиты.

Тема 16. Методы получения биоматериалов

Требования к материалам, используемым для биомедицинских целей. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани (биоинертная, пористая, биоактивная, ресорбируемая). Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах. Кость как биологический нанокомпозит. Биомиметика.

Структура и получение керамических материалов на основе Al_2O_3 и ZrO_2 , гидроксилатапата. Биоактивная стеклокерамика. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Углерод как материал имплантантов. Получение ультрамелкозернистых металлических сплавов для медицинских целей. Материалы с эффектом памяти (нитинол). Протезирование суставов и костной ткани. Проблема «кальциевого здоровья» нации.

Молекулярные машины и нанобиотехнологии. Сопряжение и энергетический обмен между наночастицами и биологически активными молекулами. Подходы к получению

искусственных наноструктур на основе биомолекул. Использование неорганических наноматериалов для диагностики, лечения и доставки лекарственных препаратов. Строение и методы формирования наиболее распространенных типов биосенсоров.

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Задания для самоподготовки формулируются преподавателем в зависимости от уровня подготовки студентов. *Типичные примеры по разделу 1:*

1. Рассмотрите преимущества и недостатки основных классификационных схем квалификации.
2. Покажите, что основные методы получения наноматериалов не могут быть классифицированы в рамках однозначных подходов «сверху вниз» или «снизу вверх».
3. Опишите основные модели зародышеобразования в жидких, газовых средах и твердофазных системах.
4. Поясните смысл термина «радиус критического зародыша» в модели зародышеобразования по Гиббсу. Опишите различия, которые возникают в рамках данной модели при гомогенном, гетерогенном зародышеобразовании и в конденсированных системах.
5. Сравните особенности образования новой фазы по механизму гомогенного зародышеобразования и при спинодальном распаде, а также предскажите эволюцию морфологии возможных продуктов и материалов, возникающих при этих процессах в твердых растворах, аморфных веществах, пленках блоксополимеров.
6. Предложите альтернативные варианты получения гидрофильных и гидрофобных квантовых точек, плазмонных наночастиц и упорядоченных массивов из них.
7. Дайте сравнительный анализ химическим методам гомогенизации при получении современных функциональных материалов.
8. Объясните различие терминов «самосборка» и «самоорганизация».
9. Поясните возможности использования жидкокристаллических темплатов при получении материалов.

Задания для самоподготовки формулируются преподавателем в зависимости от уровня подготовки студентов. *Типичные примеры по разделу 2:*

1. Дайте сравнительный анализ химических и физических методов получения тонких пленок и гетероструктур.
2. Приведите примеры положительного и отрицательного влияния дефектов тонких пленок и гетероструктур на их функциональные свойства.
3. Приведите примеры получения нано – и микроструктур планарной геометрии с помощью приема «мягкой литографии». Сравните преимущества и недостатки, а также области применения известных Вам литографических способов получения планарных структур.
4. Приведите примеры влияния фактора анизотропии кристаллических материалов на возможности их практического использования.
5. Обсудите возможности реализации тех или иных механизмов роста граней кристаллов для неорганических, органических и биологических систем.
6. Обсудите принципиальную возможность и экономическую эффективность использования основных методов роста кристаллов для выращивания монокристаллов кварца, сверхпроводников, кремния, теллурида свинца, галлата неодима, фаз ViMeVO_x , ЦТС.
7. Обсудите области практического использования нитевидных кристаллов с различными функциональными характеристиками.

8. Опишите области применения аморфных полупроводников.
9. Проанализируйте возможные технологические приемы получения оптоволоконных материалов.
10. Обсудите возможные различия между терминами аморфный и рентгеноаморфный материал.
11. Рассмотрите способы получения, структуру, свойства и применение стеклокерамических материалов.
12. Объясните химические причины существования стеклообразующих оксидов.
13. Рассмотрите возможные инструментальные методы анализа структуры стекла.
14. Рассмотрите области применения керамических и композиционных материалов.
15. Предложите способы получения «нанокерамики» в технически важных системах.
16. Опишите способы получения и возможные области применения мезопористых оксидных материалов.
17. Рассмотрите основные типы, строение, свойства и области применения углеродных материалов.

Задания для самоподготовки формулируются преподавателем в зависимости от уровня подготовки студентов. *Типичные примеры по разделу 3:*

1. Рассмотрите общие и отличающиеся физические свойства, а также области практического использования пьезо, пиро и сегнетоэлектриков, а также мультиферроиков.
2. Поясните, является ли целесообразным получение сегнетоэлектриков в нанодисперсном состоянии.
3. Поясните, какие процедуры можно использовать и какие области применения можно найти для электрореологических жидкостей.
4. Дайте сравнительный анализ методов получения и областей применения различных ионных проводников, а также смешанных проводников.
5. Рассмотрите вопрос получения и областей практического использования пористого и нанокристаллического кремния.
6. Дайте критическую оценку использования материалов на основе диоксида титана в качестве фотокатализаторов для очистки воды и воздуха.
7. Рассмотрите вопрос получения, преимущества и недостатки «лазерной керамики».
8. Для каких целей можно использовать магнитооптические пленки и на основе каких систем их обычно получают.
9. Опишите основные структурные типы распространенных магнитных материалов.
10. В чем преимущества и недостатки применения магнитных нанокompозитов в устройствах записи информации.
11. Дайте критический анализ использования магнитных наноматериалов для медицинских целей.
12. Дайте критический анализ возможных областей применения материалов с колоссальным магнетосопротивлением в спинтронике.

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

1. Принципы классификации функциональных материалов (по составу, структуре, свойствам и областям применения, многофункциональные материалы).
2. Основные типы функциональных материалов.
3. Наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии. Классификация наноматериалов.
4. Зародышеобразование в газовой фазе и конденсированных средах. Спинодальный распад.

5. Методы получения высокодисперсных порошков.
6. Химические методы синтеза – золь-гель метод, пиролиз аэрозолей, гидротермальная обработка, сверхкритическая сушка, криохимическая технология.
7. Механизмы осаждения и роста тонких пленок. Эпитаксия. Процессы получения эпитаксиальных и поликристаллических пленок.
8. Гетероструктуры с участием пьезоэлектриков, сверхпроводящих купратов и манганитов с гиганским магнитным сопротивлением.
9. Представления о распространенных методах получения тонких пленок: PVD (термическое, магнетронное распыление, лазерная абляция и пр.), CVD / MOCVD, ISD, жидкофазная эпитаксия, золь-гель.
10. Понятие о самособирающихся монослоях. Метод Лэнгмюра – Блоджет и его использование. Примеры гетеро- и наноструктур и их использование в оптике, медицине, электронике.
11. Связь процессов кристаллизации с фазовыми диаграммами. Механизмы атомно-молекулярных процессов кристаллизации.
12. Габитус кристалла с точки зрения РВС-теории. Молекулярно-кинетическая теория Косселя-Странского, спиралевидный рост кристаллов Франка-Кабрера.
13. Зависимости скорости роста от величины пересыщения. Дефекты кристаллов, их влияние на скорости роста граней кристаллов. Анизотропия роста, термодинамический и кинетический контроль.
14. Основные методы роста кристаллов – спонтанная кристаллизация, гидротермальный рост, методы Бриджмена – Стокбакера, Киррополуса, Чохральского, Вернейля, Степанова и пр., массовая кристаллизация, рост из газовой фазы и расплава. Рост и применение нитевидных кристаллов.
15. Классификация керамических материалов.
16. Структура керамики. Стадия формования. Механизмы и стадии спекания. Методы спекания (консолидация керамики).
17. Шликерное литье, тонкая керамическая технология. Трансформационное упрочнение.
18. Процессы формирования керамических композитов и градиентных материалов.
19. Керамические материалы с диэлектрическими, магнитными, оптическими, химическими и ядерными функциями. Создание новых видов функциональной оксидной и бескислородной керамики.
20. Рентгеноаморфное и аморфное состояние веществ. Термодинамика и кинетика процессов стеклования.
21. Особенности структуры силикатных, боратных и фосфатных стекол. Создание стеклокерамики, аморфных металлов и металлических стекол.

22. Стеклоуглерод. Процессы получения высокочистых стекол для световодов, натрий-кальций-фосфатно-силикатных биостекол, фотохромных стекол и аморфных полупроводников.
23. Специфика процессов формирования гибридных и полифункциональных материалов.
24. Синтез и свойства гибридных материалов на основе галогенидов и халькогенидов, оксидов ванадия, диоксида кремния, полимеров, органических полиароматических структур и структур с переносом заряда, жидких кристаллов.
25. Методы получения и свойства соединений внедрения в графит, пенографит, графен и его производные.
26. Методы синтеза углеродных нанотрубок, методы очистки, разделения и химической модификации углеродных нанотрубок. Одностенные и многостенные нанотрубки.
27. Электрофизические свойства углеродных нанотрубок.
28. Методы получения фуллеренов и их производных.
29. Методы получения и очистки наноалмазов, строение и свойства наноалмазов.
30. Получение сегнето-, пьезо- и пирозлектриков на основе солей, оксидов и оксогалогенидов.
31. Методы синтеза подложек для микроэлектроники, датчиков и систем точного позиционирования.
32. High - k материалы для наноэлектроники, устройства хранения информации.
33. Классические суперионники (AgI, глинозем, голландит и др.).
34. Важнейшие типы анионных и катионных проводников на основе галогенидов, халькогенидов, пниктогенидов и фосфатов.
35. Получение дисперсоидов и их использование для создания топливных элементов. Синтез электронно-ионных проводников. Дизайн катодных и анодных материалов литиевых батарей.
36. Создание мембранных и сенсорных систем на основе материалов с ионной и смешанной проводимостью.
37. Получение полупроводниковых материалов для термоэлектрических устройств, светоизлучающих элементов, лазеров, солнечных батарей.
38. Формирование материалов для опто- и акустоэлектроники, устройств отображения информации. ОСИД.
39. Основные технологические процессы в полупроводниковой технике. Гетероструктуры и сверхрешетки.
40. Полупроводниковые наноматериалы. Использование квантовых точек и пористого кремния в микроэлектронике, медицине, альтернативной энергетике.
41. Фотокатализаторы на основе оксида цинка и диоксида титана. Наноматериалы для сенсорных систем.

42. Технологии получения оптоволокна и нелинейно - оптических кристаллов. Процессы формирования искусственных фотонных кристаллов.
43. Оптические свойства фотонных кристаллов и структур (с искусственными дефектами) на их основе.
44. Ферро-, ферри-, антиферромагнетики. Магнитные наноматериалы. Изменение коэрцитивной силы с уменьшением размера магнитной частицы.
45. Магнитодиэлектрики типа ферритов со структурой шпинели, граната, магнетоплюмбита.
46. Способы получения и применение важнейших типов магнитомягких и магнито жестких материалов. Материалы с коллосальным магнетосопротивлением. Дизайн материалов спинтроники.
47. Методы получения объемных и длинномерных ВТСП-материалов: ленты и провода в серебряной оболочке, пленки на битекстурированной металлической ленте.
48. Требования к материалам, используемым для биомедицинских целей. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани.
49. Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах. Структура и получение керамических материалов на основе Al_2O_3 и ZrO_2 , гидроксилapatита.
50. Биоактивная стеклокерамика. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью.
51. Получение ультрамелкозернистых металлических сплавов для медицинских целей. Материалы с эффектом памяти (нитинол).
52. Протезирование суставов и костной ткани. Использование неорганических наноматериалов для диагностики, лечения и доставки лекарственных препаратов.
53. Строение и методы формирования наиболее распространенных типов биосенсоров.

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. А.Вест. Химия твердого тела. М.: Мир, 1988, т.1,2.
2. А.А.Елисеев, А.В.Лукашин, Функциональные наноматериалы, М.:Физматлит, 2010, 456 с.

Дополнительная литература

1. Ю.А.Головин, Введение в нанотехнику, М.: Машиностроение, 2007, 496 с.
2. Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005.
3. Ю.Д.Третьяков, В.И.Путляев, введение в химию твердофазных материалов, М.: Изд-во Московского Университета, 2006, 400 с.
4. Н.Г.Рамбиди, А.В.Березкин, Физические и химические основы нанотехнологий, Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2008 г. 456 стр.

5. П.Харрис. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века. М.: Техносфера, 2005.

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется

7.3. Описание материально-технического обеспечения.

аудитория с доской, компьютерный проектор

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

8. Разработчик (разработчики) программы.

д.х.н., чл.-корр. РАН Е.А. Гудилин