

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гарабаджи Александр Васильевич
Должность: Проректор по научной работе
Дата подписания: 27.10.2022 15:37:02
Уникальный программный ключ:
2ea3ff15780b14e19baa351d5ee88f3b0fccef82



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»
(СПбГТИ(ТУ))**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

_____ А.В.Гарабаджи
« _____ » _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины

**ХИМИЧЕСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ В ТВЕРДОФАЗНОМ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ**

Направление подготовки
04.06.01 – Химические науки

Направленность программы аспирантуры
Химия твердого тела

Научная специальность
02.00.21 – Химия твердого тела

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная

Санкт-Петербург
2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент А.А. Малков

Рабочая программа дисциплины «Химические нанотехнологии в твердофазном материаловедении» обсуждена на заседании кафедры Химической нанотехнологии и материалов электронной техники
протокол от «__» _____ 2016 № __

Заведующий кафедрой
Химической нанотехнологии и
материалов электронной техники

профессор А.А. Малыгин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета Химии веществ и материалов
протокол от «__» _____ 2016 № __

Председатель

доцент С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки 04.06.01 – Химия		профессор А.А. Малыгин
Руководитель направленности подготовки «Химия твердого тела»		профессор А.А. Малыгин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник отдела аспирантуры и докторантуры		доцент О.Н. Еронько

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3. Объем дисциплины	5
4. Содержание дисциплины	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	5
4.2. Занятия лекционного типа	6
4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	7
4.4. Самостоятельная работа	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	11
6.1. Контрольные вопросы для проведения текущего контроля по освоению дисциплины	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	14
10.1. Информационные технологии	14
10.2. Программное обеспечение	14
10.3. Информационные справочные системы	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	14
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации ...	15

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы аспирантуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-6	обладает способностью и готовностью использовать в профессиональной деятельности базовые понятия физической химии твердого тела и наноразмерных систем, квантово-химические и термодинамические подходы для моделирования и прогнозирования состава, строения и свойств твердофазных материалов и процессов для их получения с привлечением современных физико-химических методов исследования.	Знает: современные и наиболее перспективные физические и химические методы получения твердофазных материалов; - способы прецизионного регулирования физико-химических свойств твердофазных материалов. Умеет: - работать с технологическим оборудованием, используемым при получении твердофазных материалов различного функционального назначения; - проводить комплексные исследования наночастиц, поверхностных наноструктур и получаемых на их основе наноматериалов с помощью современных методов испытаний и диагностики. Владеет: - современными методами анализа и исследования физических и химических свойств в области химической технологии материаловедения; - математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных; - методами проектирования нанотехнологического оборудования, процессов для решения инженерных задач в области материаловедения.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к циклу дисциплин факультатива (вариативная часть (ФТД.1)) и соответствует направленности подготовки "Химия твердого тела". Изучение дисциплины проводится на 2 курсе обучения (3 семестр) и базируется на знаниях, полученные аспирантами в ходе обучения в бакалавриате (специалитете) и магистратуре при изучении дисциплин "Математика", "Общая и неорганическая химия", "Физическая химия", "Физическая химия твердого тела", "Коллоидная химия", "Физика", "Кристаллохимия и кристаллография".

"Химические нанотехнологии в твердофазном материаловедении" является факультативной дисциплиной, лежащей в основе последующей научно-исследовательской деятельности аспиранта, которая необходима для подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук по специальности научных работников 02.00.21 – Химия твердого тела.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	2/ 72
Контактная работа с преподавателем:	44
занятия лекционного типа	22
Практические занятия	22
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	28
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (зачет)	зачет

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Практические занятия, академ. часы	Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
1	Эволюция представлений в области нанотехнологий функциональных наноматериалов	6	4	4	ПК-6
2	Классификация методов синтеза с использованием физических и химических подходов	4	4	6	
3	Роль химии и химической технологии в области современного твердофазного материаловедения.	2	4	6	
4	Химическая нанотехнология на принципах метода молекулярного наслаивания в современном материаловедении	6	6	6	
5	Применения наноматериалов в современном материаловедении	4	4	6	
	Итого за 3 семестр	22	22	28	

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	2	3	4
1	<p>Эволюция представлений в области нанотехнологий функциональных материалов</p> <p>Основные понятия и определения: наночастицы, наноструктуры, наноматериалы, функциональные наноматериалы, нанотехнология. Критерии определения наноматериалов. Нанотехнологии и наноматериалы в природе. Эмпирические подходы, использованные при получении материалов с особыми свойствами. Исторические аспекты в ходе эволюции представлений о нанотехнологии и наноматериалах.</p> <p>Особенности свойств наноматериалов. Размерные эффекты. Изменение физико-химических свойств веществ при уменьшении размера частиц. Слабые и сильные эффекты. Избыточная энергия Гиббса малых частиц. Фазовый размерный эффект. Влияние размера частиц на параметры кристаллической решётки. Нанокристаллические системы. Структурные изменения. Изменения термодинамических свойств. Фазовый размерный эффект. Изменение электронных свойств вещества. Изменение свойств вещества при переходе от молекулы к кластеру и нанокристаллу. Транспортные свойства нанокристаллов и образование дефектов. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии. Размерные эффекты, проявляемые при оценке различных свойств наночастиц, реализуемые в получаемых на их основе наноматериалах. Роль поверхности в свойствах наноразмерных систем. Критический анализ возможностей современных методов исследования веществ в наноразмерном состоянии.</p>	6	Лекция-беседа
2	<p>Классификация методов синтеза с использованием физических и химических подходов</p> <p>Методы синтеза наноматериалов с использованием двух основных технологических подходов: диспергационный («сверху–вниз»), конденсационный («снизу–вверх»). Классификация методов синтеза наноструктур с использованием физических и химических подходов. Сопоставление возможностей методов синтеза наноструктур с использованием физических и химических подходов. Методы синтеза неорганических</p>	4	Лекция-беседа

1	2	3	4
	нанотрубок. Перспективные способы получения нанопокровов. Физические методы получения пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Импульсное лазерное осаждение. Распылительное осаждение. Химическое осаждение из газовой фазы. Атомно-слоевое осаждение.		
3	Роль химии и химической технологии в области современного твердофазного материаловедения Остовно-функциональная модель твердофазных материалов. Химические основы синтеза наноструктур на поверхности твердофазных матриц методом молекулярного наслаивания.	2	Лекция-беседа
4	Химическая нанотехнология на принципах метода молекулярного наслаивания в современном материаловедении Перспективы применения химической нанотехнологии на принципах метода молекулярного наслаивания в современном материаловедении. Аппаратурное оформление процессов молекулярного наслаивания, требования к технологическому оборудованию для проточного и вакуумного вариантов технологии химической сборки материалов методом молекулярного наслаивания	6	Лекция-беседа
5	Применения наноматериалов в современном материаловедении Применение наноструктур и наноматериалов в различных областях современного твердофазного материаловедения, потенциальные возможности и перспективные области использования наноматериалов.	4	Лекция-беседа

4.3 Занятия семинарского типа (семинары и/или практические занятия)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Эволюция представлений в области нанотехнологий функциональных наноматериалов Примеры наноматериалов, созданных в условиях естественной эволюции. Вклад зарубежных и российских ученых в развитии фундаментальных основ и разработке технологий получения наноматериалов.	4	Групповая научная дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p>Классификация методов синтеза с использованием физических и химических подходов</p> <p>Хронология развития и перспективы дисперсионного и конденсационного методов применительно к синтезу наноматериалов.</p> <p>Особенности и перспективы различных видов нанотехнологических процессов: золь-гель; технология пленок Ленгмюра-Блоджетт; некоторые виды химического осаждения из газовой фазы в сочетании с физическими и физико-химическими воздействиями; туннельно-зондовая нанотехнология с применением приемов локального химического модифицирования поверхности подложки.</p>	6	Разбор конкретных ситуаций
3	<p>Роль химии и химической технологии в области современного твердофазного материаловедения.</p> <p>Химическая модель твердого вещества и использование её для описания химических превращений твердотельных матриц. Особенности гомологии твердых веществ. Принципы метода молекулярного наслаивания. Формирование многослойных и многозонных структур методом молекулярного наслаивания. Программирование состава и толщины зон с точностью в один монослой полиэдров. Релаксационные процессы в сверхтонких слоях. Перекрытие матричной и поверхностной релаксационных областей в первичном слое. Изменение координации структурообразующих атомов. Релаксационная модель в сверхтонких слоях.</p>	6	Групповая научная дискуссия
4	<p>Химическая нанотехнология на принципах метода молекулярного наслаивания в современном материаловедении</p> <p>Технологические принципы, лежащие в основе реализации молекулярного наслаивания при формировании многослойных и многозонных структур. Программирование состава и толщины отдельных зон нанопокровов. Температурный фактор в ходе синтеза методом МН. Тенденции развития технологии и оборудования в производстве материалов и изделий электронной техники.</p> <p>Реализация установленных фундаментальных эффектов при создании функциональных наноматериалов.</p>	6	Групповая научная дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<p>Применения наноматериалов в современном материаловедении</p> <p>Перспективные области применения функциональных наноструктур и наноматериалов. Структурно-размерные эффекты наноматериалов и реализация их и в твердофазном материаловедении. Наносенсоры. Нано- и молекулярная электроника. Фотоника. Устройства на квантовых точках – лазеры, светодиоды. Электронные механические системы (MEMS). Устройства для хранения информации. Каталитические систем. Нанокompозитные материалы. Причины низкой устойчивости веществ в нанокристаллическом состоянии. Способы защиты наночастиц от агрегации и внешних воздействий. Нанокompозиты полимер-неорганическая наночастица. Наночастицы в неорганических матрицах.</p>	6	Групповая научная дискуссия

4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	2	3	4
1	Понятие о нанотехнологии, ее определение, решаемые задачи. Классификация наноразмерных систем.	4	зачет
2	Методы контроля наноструктур по составу, размерам, степени упорядоченности. Размерные свойства наноматериалов: электрические, магнитные, оптические, механические, химические.	6	зачет
3	Роль химических подходов в технологии наноматериалов. Методы получения различных аллотропных модификаций углеродных наноматериалов и их производных. Наноструктурные элементы вещества. Материалы на основе наноструктурных элементов. Методы и оборудование для синтеза нанопорошков. Методы получения одно, двухмерных нанообъектов.	6	зачет
4	Структурно-размерные эффекты в продуктах МН и перспективные направления их реализации при проектировании состава, строения и свойств твердофазных материалов. Особенности различных видов нанотехнологических процессов при получении двумерных нанопокровов на поверхности твердотельных матриц. Аппаратурно-технологическое оформление метода МН в проточном и вакуумном вариантах. Основные производители оборудования для реализации технологии.	6	зачет

1	2	3	4
5	Перспективные области применения функциональных наноструктур и наноматериалов. Методы контроля наноструктур по составу, размерам, степени упорядоченности. Применение наноматериалов при создании функциональных диэлектрических и полупроводниковых нанопокровов. Применение наноматериалов в нанoeлектронике. Механические свойства наносистем	6	зачет

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

1. Ежовский, Ю.К. Технология функциональных пленочных наноматериалов и наноструктур: учебное пособие./ Ю.К. Ежовский - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 92 с.
2. Захарова, Н.В. Метрологическое обеспечение измерений наноразмерных объектов: учебное пособие./ Н.В.Захарова, Е.А.Соснов - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 92 с. (ЭБ)
3. Исследование наноструктур с применением сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие./ К.Л.Васильева [и др.]. - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2010.- 64 с. (ЭБ)
4. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: Текст лекций/ А.А. Малыгин, А.А. Малков - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 71 с.
5. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А.Малыгин- СПб: СПбГТИ(ТУ), 2012.- 74 с. (ЭБ).
6. Рентгеновские трубки: устройство применение, проблемы электрической прочности и нанотехнологические подходы ее повышения: учебное пособие./ Г.Л.Брусилковский [и др.]. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012.- 184 с. (ЭБ).
7. Соснов, Е.А. Исследование дисперсных наноматериалов методом атомно-силовой микроскопии: методические указания к лабораторной работе./ Е.А.Соснов, К.Л.Васильева, А.А.Малыгин - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2011.- 26 с.
8. Соснов, Е.А. Исследование поверхности материалов методом атомно-силовой микроскопии: методические указания к лабораторной работе./ Е.А.Соснов - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006.- 36 с.
9. Соснов, Е.А. Методы зондовой микроскопии. Сканирующая ионная микроскопия: учебное пособие./ Е.А.Соснов - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 52 с.

Аудиторная часть курса должна сопровождаться самостоятельной работой аспирантов с рекомендованной преподавателем учебной, учебно-методической, и справочной литературой и информационными ресурсами сети Internet, а также научной литературой по тематике дисциплины.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: изучение и усвоение лекционного материала; чтение рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; изучение дополнительной литературы по разделам, указанным лектором; работу с Internet-источниками; подготовку к кандидатскому экзамену.

Закрепление знаний осуществляется в ходе последующих дискуссий по освоенному материалу и при проведении практических занятий.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Аттестация по дисциплине проводится в форме зачета в устной форме в конце 3 семестра, при условии выполнения всех форм текущего контроля. Зачет включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала. Время подготовки аспиранта к устному ответу - до 30 мин.

Результаты зачета считаются достигнутыми, если превышен (достигнут) пороговый уровень освоения элементов компетенции.

6.1 Примеры вопросов для проведения текущего контроля по освоению дисциплины

1. Общие сведения о нанотехнологии, виды нанотехнологических процессов, роль химических подходов, преимущества перед традиционными технологиями.
2. Классификация наноматериалов.
3. Общая характеристика структуры наноматериалов.
4. Исторические аспекты развития нанотехнологии и наноматериалов
5. Дать общую характеристику структуры наноматериалов.
6. Основные классы наноразмерных систем (перечислить, охарактеризовать).
7. Особенности свойств наноматериалов.
8. Изменение физико-химических свойств веществ при уменьшении размера частиц.
9. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии.
10. Размерные эффекты, проявляемые при оценке различных свойств наночастиц, реализуемые в получаемых на их основе наноматериалах.
11. Роль поверхности в свойствах наноразмерных систем.
12. Критический анализ возможностей современных методов исследования веществ в наноразмерном состоянии.
13. Прецизионные химические синтезы как основа химических нанотехнологий.
14. Методы синтеза наноматериалов с использованием двух основных технологических подхода: диспергационный («сверху–вниз»), конденсационный («снизу–вверх»).
15. Классификация методов синтеза наноструктур с использованием физических и химических подходов.
16. Сопоставление возможностей методов синтеза наноструктур с использованием физических и химических подходов.
17. Методы синтеза неорганических нанотрубок.
18. Перспективные способы получения нанопокровов.
19. Физические методы получения пленок
20. Суть основной гипотезы и основные пути химических превращений твердых веществ.
21. Особенности гомологии твердых веществ.
22. Классификация реакций в процессах МН.
23. Принципы метода молекулярного наслаивания (МН).
24. Синтетические возможности метода МН.
25. Формирование многослойных и многозонных структур методом молекулярного наслаивания.
26. Программирование состава и толщины зон с точностью в один монослой полиэдров.
27. Основные термодинамические и технологические параметры процесса синтеза методом МН.
28. Технологические принципы, лежащие в основе реализации молекулярного наслаивания при формировании многослойных и многозонных структур.
29. Температурный фактор в ходе синтеза методом МН.

30. Реагенты, используемые в процессах МН при получении оксидных, нитридных, сульфидных, углеродных наноструктур.
31. Требования к аппаратурному оформлению процесса МН.
32. Химическая сборка нанопокрывтий с заданными составом и строением.
33. Структурно-размерные эффекты в продуктах МН и перспективные направления их реализации в твердофазном материаловедении.
34. Схемы и описание проточных установок МН и их особенности в зависимости от организации синтеза.
35. Вакуумные установки МН: схемы и описание.
36. Перспективы создания экологически чистых процессов установок МН.
37. Основные области применения химической нанотехнологии на принципах метода МН.
38. Привести примеры создания функциональных диэлектрических нанопокрывтий методом МН.
39. Привести примеры создания функциональных полупроводниковых нанопокрывтий методом МН.
40. Привести примеры создания функциональных проводящих нанопокрывтий методом МН.
41. Обосновать преимущества нанотехнологии МН при создании сорбционных и каталитических материалов.
42. Привести примеры основных химических реакций при синтезе методом МН двухкомпонентных ванадий-фосфор оксидных структур на поверхности пористого диоксида кремния.
43. Обосновать преимущества нанотехнологии МН при создании полимерных композиционных материалов с использованием модифицированных наполнителей.
44. Привести схему нанолегирования предкерамической шихты методом МН.
45. Перспективы создания туннельно-зондовой нанотехнологии в сочетании с процессом МН.
46. Примеры применения наноматериалов в современном материаловедении

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Захарова, Н.В. Метрологическое обеспечение измерений наноразмерных объектов: учебное пособие./ Н.В.Захарова, Е.А.Соснов - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 92 с. (ЭБ)
2. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов / А.А. Малыгин, А.А. Малков -текст лекций.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 71 с. (ЭБ)
3. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А.Малыгин- СПб: СПбГТИ(ТУ), 2012.- 74 с. (ЭБ)
4. Малыгин, А.А. Проблемно-целевое проектирование научного эксперимента в материаловедении функциональных наноматериалов: текст лекций./ А.А.Малыгин- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 40 с.
5. Рентгеновские трубки: устройство применение, проблемы электрической прочности и нанотехнологические подходы ее повышения: учебное пособие./ Г.Л.Брусиловский, Н.А.Куликов, А.А.Малков и др.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012.- 184 с. (ЭБ)
6. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы/ А.А. Елисеев, А.В. Лукашин; под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 452 с.
7. Беляков, А.Б. Химические основы нанотехнологии твердофазных материалов различного назначения: учебное пособие

б) дополнительная литература

1. Гусев, А.И. Наноматериалы. Наноструктуры. Нанотехнологии / А.И.Гусев.- М.: Физматлит, 2009.- 415 с.
2. Научные основы нанотехнологий и новые приборы: учебник – монография. Пер. с англ.: Научное издание / Р. Келсалл, А. Хэмли, М. Геогеган (ред.). - Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2011. – 528 с.
3. Нанотехнологии в электронике/ Под ред. Ю.А.Чаплыгина.- М.: Техносфера, 2005. - 446 с.
4. Неволин, В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К.Неволин - М.: Техносфера, 2006.- 159 с.
5. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий/ Н.Г. Рамбиди, А.В. Березкин. - М.: Физматлит. 2009. – 456 с.
6. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологии / В.В.Старостин.- М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2008.- 431 с.
7. Суздаев, И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов/ И.П. Суздаев.- Изд . 2-е испр. – М.: Книжный дом «ЛИБРОМ», 2009. – 592 с.
8. 7. Соснов, Е.А. Исследование дисперсных наноматериалов методом атомно-силовой микроскопии: методические указания к лабораторной работе./ Е.А.Соснов, К.Л.Васильева, А.А.Малыгин - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2011.- 26 с. (ЭБ)

в) вспомогательная литература

1. Алесковский, В.Б. Стехиометрия и синтез твердых соединений/ В.Б. Алесковский. - Л.: Наука, 1976.- 140 с.
2. Алесковский, В.Б. Химия твердых веществ: учебное пособие для вузов/ В.Б. Алесковский. - М.: Высшая школа, 1978 - 256 с.
3. Алесковский, В.Б. Курс химии надмолекулярных соединений: учебное пособие/ В.Б. Алесковский. - Л.: ЛГУ, 1990.- 284 с.
4. Алесковский, В.Б. Химия надмолекулярных соединений/ В.Б. Алесковский. - СПб.: СПбГУ, 1996.- 256 с.
5. Алесковский, В.Б. Химико-информационный синтез. Начатки теории. Методы: учебное пособие/ В.Б. Алесковский. - СПб.: Изд-во СПбУ, 1997. – 72с.
6. Алёхин, А.П. Физико-химические основы субмикронной технологии/ А.П. Алёхин – СПб: Изд-во С-Петербургского ун-та, 1999.- 200 с.
7. Алёхин, А.П. Основы субмикронной технологии/ А.П. Алёхин. - М.: МИФИ, 1996.- 245 с.
8. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию/ Н. Кабаяси.- Пер. с японск. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.- 134 с.
9. Кольцов, С.И. Состав и химическое строение твердых веществ: учебное пособие/ С.И. Кольцов. - Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1987. - 84 с.
10. Кольцов, С.И. Реакции молекулярного наслаивания: текст лекций/ С.И. Кольцов. - СПб.: СПбТИ, 1992.- 63 с.
11. Кузнецов, М.В. Современные методы исследования поверхности твердых тел/ М.В. Кузнецов.– Екатеринбург: Инст. хим. твердого тела УрО РАН, 2010.– 43 с.
12. Наноматериалы. Нанотехнология. Наносистемная техника. Мировые достижения за 2005г./ под ред. П.П. Мальцева. - М.: Техносфера, 2006.- 149 с.
13. Наноматериалы: свойства и перспективные приложения/ Отв. ред. А.Б. Ярославцев – М.: Научный мир, 2015.- 456 с.
14. Практикум по химии твердых веществ: учебное пособие; под ред. С.И. Кольцова [и др.]. - Л.: Изд. ЛГУ, 1985. - 224 с.
15. Пул, Ч. – мл. Нанотехнологии/ Ч. Пул, Ф.Оуэн. - М.: Техносфера, 2007.- 375 с.
16. Соснов, Е.А. Исследование поверхности материалов методом атомно-силовой микроскопии: методические указания к лабораторной работе./ Е.А.Соснов - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006.- 36 с.
17. Физические методы исследования наноструктур и поверхности твердого тела: учебное пособие/ В.И. Троян, М.А. Пушкин, В.Д. Борман, В.Н. Тронин.- М.: МИФИ, 2008.- 260 с.

18. Шабанова, Н.А. Химия и технология нанодисперсных оксидов. Учебное пособие./ Н.А. Шабанова, В.В. Попов, П.Д. Саркисов. - М.: Академкнига, 2007.– 309 с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - media.technolog.edu.ru
2. ЭБ "Библиотех" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки);
3. информационно-справочные поисковые системы и базы данных в сети Интернет;

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Химические нанотехнологии в твердофазном материаловедении» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 028-2016. Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2016.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 42 с.
2. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2002.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.- 7 с.
3. СТО СПбГТИ(ТУ) 018-2014. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 26.11.2014.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 14 с.
4. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2010.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 6 с.
5. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Основными условиями правильной организации учебного процесса для обучающихся является: плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль. На занятия аспирант должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций, видеоматериалов, виртуальных лабораторий и баз данных;
- моделирование физико-химических процессов в рамках практических занятий;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

Представление лекционного материала:

ОС – не ниже MS Windows XP SP3

MS PowerPoint 97 и выше

MathCAD 14, GAMESS, Gaussian, QuantumExpresso

10.3. Информационные справочные системы.

11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Реализация программы учебной дисциплины не предполагает наличия специализированного учебного кабинета при условии соответствия учебных кабинетов санитарным нормам, а его оборудования – изложенным ниже требованиям:

1. Персональный компьютер
2. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
3. Стационарный или переносной проекционный экран.
4. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине.

12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Химические нанотехнологии в твердофазном материаловедении»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-6	обладает способностью и готовностью использовать в профессиональной деятельности базовые понятия физической химии твердого тела и наноразмерных систем, квантово-химические и термодинамические подходы для моделирования и прогнозирования состава, строения и свойств твердофазных материалов и процессов для их получения с привлечением современных физико-химических методов исследования.	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
1	2	3	4
Освоение раздела № 1	Знает современные и наиболее перспективные физические и химические методы получения твердофазных материалов. Владеет математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных.	Правильные ответы на вопросы №№ 1-12	ПК-6
Освоение раздела №2	Знает способы прецизионного регулирования физико-химических свойств твердофазных материалов. Имеет представления о способах прецизионного регулирования физико-химических свойств твердофазных материалов. Владеет современными методами анализа и исследования физических и химических свойств в области химической технологии материаловедения.	Правильные ответы на вопросы №№ 13-19	ПК-6
Освоение раздела № 3	Знает современные и наиболее перспективные физические и химические методы получения твердофазных материалов. Владеет математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных..	Правильные ответы на вопросы №№ 20-27	ПК-6
Освоение раздела № 4	Знает способы прецизионного регулирования физико-химических свойств твердофазных материалов. Умеет работать с технологическим оборудованием,	Правильные ответы на вопросы №№ 28-36	ПК-6

1	2	3	4
	<p>используемым при получении твердофазных материалов различного функционального назначения.</p> <p>Владеет методами проектирования нанотехнологического оборудования, процессов для решения инженерных задач в области материаловедения.</p>		
Освоение раздела № 5	<p>Знает способы прецизионного регулирования физико-химических свойств твердофазных материалов.</p> <p>Умеет проводить комплексные исследования наночастиц, поверхностных наноструктур и получаемых на их основе наноматериалов с помощью современных методов испытаний и диагностики.</p> <p>Владеет методами проектирования нанотехнологического оборудования, процессов для решения инженерных задач в области материаловедения.</p>	Правильные ответы на вопросы 37-46	ПК-6

Оценивание проводится в соответствии с требованиями Приказа Министерства образования и науки РФ от 28.03.2014 № 247, шкала оценивания – балльная.

Качество освоения дисциплины	Уровень освоения дисциплины	Отметка в 5-балльной системе	Критерии
81-100 %	высокий	отлично	Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные рабочей программой дисциплины учебные задания выполнены.
66-80 %	средний	хорошо	Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные рабочей программой дисциплины учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
51-65 %	средний	удовлетворительно	Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
0-50 %	ниже среднего	неудовлетворительно	Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено, не может объяснить результаты лабораторных работ, при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий

3. Проведение промежуточной аттестации.

К зачету по дисциплине допускаются аспиранты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, аспирант получает два вопроса из списка
Время подготовки аспиранта к устному ответу на вопросы - до 60 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями:

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 028-2016. Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2016.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 42 с.
2. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.
3. Порядок прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечень (Утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 28.03.2014 № 247)// Российская газета.- 02.07.2014.- № 145.