

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.09.2023 17:26:28
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«_____» _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
**РЕГУЛИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ И ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**
Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология
Направленность программы магистратуры
Химическая технология материалов и изделий электронной техники

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **Химии веществ и материалов**

Кафедра **Химической нанотехнологии и материалов электронной техники**

Санкт-Петербург

2020

Б1.В.04

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		И. С. Бодалёв
Доцент		Е. О. Дроздов
Старший преподаватель		Е. А. Новожилова

Рабочая программа дисциплины «Регулирование и моделирование свойств неорганических и гибридных материалов» обсуждена на заседании кафедры химической нанотехнологии и материалов электронной техники

протокол от ____ . ____ . 2020 № ____

Заведующий кафедрой

профессор А.А. Малыгин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов

протокол от ____ . ____ . 2020 № ____

Председатель

доцент С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ООП «Химическая технология»		доцент М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины	06
4.3. Занятия лекционного типа	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	09
4.4.1. Семинары, практические занятия	09
4.4.2. Лабораторные занятия	10
4.5. Самостоятельная работа.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, 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. Базы данных и информационные справочные системы	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	15
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	16

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

Для освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-1 Способен применять знания об основных типах материалов, применяемых в электронной технике, химических технологий их получения и модификации, обеспечивающих создания материалов и изделий электронной техники с заданными характеристиками</p>	<p>ПК-1.4 Способность разрабатывать способы получения и обработки неорганических и гибридных материалов, в том числе нанокмполитов</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - области применения неорганических и гибридных материалов в электронной технике (ЗН-1). - основные способы получения и обработки неорганических и гибридных материалов, в том числе нанокмполитов (ЗН-2). - технологические особенности синтеза неорганических и гибридных материалов различного функционального назначения (ЗН-3). <p>Уметь: формулировать требования к свойствам неорганических и гибридных материалов, используемых в изделиях электронной техники (У-1).</p>
<p>ПК-3 Способен строить и использовать модели для описания и прогнозирования характеристик материалов, осуществлять их качественный и количественный анализ, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования</p>	<p>ПК-3.1 Способность использовать математические модели для описания и прогнозирования свойств неорганических и гибридных материалов различного функционального назначения, осуществлять их качественный и количественный анализ</p>	<p>Знать: современные подходы к решению задач математического моделирования технологических процессов получения неорганических и гибридных материалов различного функционального назначения (ЗН-4).</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять современные прикладные программные пакеты для моделирования различных явлений и процессов (У-2). - осуществлять количественный и качественный анализ влияния различных факторов на протекание рассматриваемых процессов (У-3).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Регулирование и моделирование свойств неорганических и гибридных материалов" относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.В.04) и изучается на первом году обучения во 2 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных в ходе обучения по программам бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 при изучении курсов "Физика", "Технология материалов электронной техники", "Технология монокристаллов и особо чистых веществ", "Функциональные наноматериалы".

Полученные в результате освоения дисциплины "Регулирование и моделирование свойств неорганических и гибридных материалов" знания, умения и навыки могут быть использованы магистрантами при выполнении магистерских диссертаций по тематике, связанной с разработкой и внедрением наукоемких процессов, материалов и технологий, созданием функциональных или конструкционных наноматериалов и разработкой нанотехнологических процессов.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц / академических часов)	4 / 144
Контактная работа с преподавателем:	55
занятия лекционного типа	17
занятия семинарского типа, в т.ч.	34
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	34 (8)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	89
Формы текущего контроля	-
Форма промежуточной аттестации	зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Геометрическое моделирование и регулирование морфологии пористых твёрдых тел	6	11		30	ПК-3
2	Регулирование свойств полимерных материалов методами химической сборки	6	11		30	ПК-1
3	Компьютерное моделирование поверхностных химических реакций на атомно-молекулярном уровне	5	12		29	ПК-3
ИТОГО		17	34		89	

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-1.4	Регулирование свойств полимерных материалов методами химической сборки
2	ПК-3.1	Геометрическое моделирование и регулирование морфологии пористых твёрдых тел Компьютерное моделирование поверхностных химических реакций на атомно-молекулярном уровне

4.3. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Виды пористой структуры</p> <p>Пористое тело. Поры. Пористость. Поверхность: ван-дер-ваальсовская, коннолиевская (по краю зонда, по центру зонда), внешняя. Макро-, мезо-, микропоры (классификация Дубинина). Неразрывная связь между пористостью и адсорбцией. Текстульные характеристики: удельная поверхность, удельный объем пор, диаметр пор, распределение объема пор по диаметрам. Корпускулярные и губчатые системы (классификация Киселева). Классификация корпускулярных систем по форме частиц: пластинки, иглы, волокна, трубки, многогранники.</p>	2	Лекция-беседа
	<p>Моделирование пористой структуры</p> <p>Модели губчатых пористых тел. Простейшая модель с продольными цилиндрическими порами (анодный оксид алюминия, кремнеземы MCM-41, SBA-16). Модели со связной сеткой цилиндрических пор (микропористое стекло), с макропорами (сферические полости, соединённые цилиндрическими каналами). Примеры расчёта текстурных характеристик. Модели корпускулярных пористых тел. Продольно упакованные цилиндры: взаимосвязь с цилиндрическими порами, вычисление распределения пор по размерам. Поперечно упакованные цилиндры, пластины: обзор. Сферические частицы: роль координационного числа при определении объема пор, роль срачивания частиц при определении удельной поверхности. Анализ топологии пор при помощи полиэдров Вороного. Решёточная модель пористого тела.</p>	4	Лекция-беседа
2	<p>Перспективы использования полимерных нанокомпозитов в современной электронной технике</p> <p>Полимерные композиционные материалы в электронной технике. Применение, свойства. Основные понятия и определения нанотехнологии: наночастицы, наноструктуры, наноматериалы, функциональные наноматериалы, нанотехнология, нанокомпозиты, полимерные нанокомпозиты. Критерии определения наноматериалов. Примеры полимерных наноматериалов. Перспективы мспользования нанотехнологий в области производства полимерных материалов для электронной техники.</p>	2	Лекция-беседа
	<p>Свойства композиционных полимерных материалов, содержащих частицы в наноразмерном состоянии</p> <p>Особенности свойств полимерных наноматериалов. Размерные эффекты. Изменение физико-химических свойств веществ при уменьшении размера частиц.</p>	2	Лекция-беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Слабые и сильные эффекты. Размерные эффекты, проявляемые при оценке различных свойств наночастиц, реализуемые в получаемых на их основе полимерных наноматериалах. Роль поверхности в свойствах полимерных нанокомпозитов. Критический анализ возможностей современных методов исследования веществ в наноразмерном состоянии. Методы исследования полимерных наноматериалов.		
	<p>Применение химической нанотехнологии на принципах метода молекулярного наслаивания (МН) при получении полимерных нанокомпозитов, имеющих перспективное применение в электронной технике</p> <p>Химические основы синтеза наноструктур на поверхности твердофазных полимерных матриц методом молекулярного наслаивания. Перспективы применения химической нанотехнологии на принципах метода молекулярного наслаивания для создания полимерных нанокомпозитов для электронной техники. Установки для проведения процесса.</p>	2	Лекция-беседа
3	<p>Общие принципы моделирования материалов и процессов</p> <p>Феноменологические модели: химическая термодинамика и химическая кинетика.</p> <p>Термодинамические базы данных. Структурные базы данных. Программное обеспечение для моделирования химических процессов.</p>	1	Лекция-беседа
	<p>Элементы химической термодинамики</p> <p>Энергетика химических реакций. Внутренняя энергия. Энтальпия. Теплота и работа. Тепловые эффекты. Методы расчета тепловых эффектов химических реакций. Влияние температуры на тепловой эффект.</p> <p>II и III законы термодинамики. Энтропия. Изменение энтропии в некоторых процессах. Применение энтропии для решения физико-химических задач.</p> <p>Термодинамика химического равновесия. Закон действующих масс. Влияние внешних факторов на смещение химического равновесия. Уравнение изотермы и изобары и их использование для определения количественных характеристик, указывающих на смещение равновесия.</p> <p>Термодинамический подход к анализу возможности протекания различных процессов. Энергетический фактор. Энтропийный фактор. Энергия Гиббса. Расчет изменения энергии Гиббса. Критерии возможности и направления протекания самопроизвольных процессов</p>	2	Лекция-беседа
	<p>Термодинамическое моделирование процессов синтеза функциональных материалов</p> <p>Термодинамическое моделирование химических превращений. Расчет и анализ термодинамических потенциалов при различной температуре и давлении в системе.</p>	2	Лекция-беседа

4.4. Занятия семинарского типа

4.4.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в т.ч. на практическую подготовку	
1	Моделирование текстурных характеристик пористых материалов Расчёт текстурных характеристик пористых тел различной морфологии исходя из соответствующих моделей их строения.	4	1	Разбор конкретных ситуаций
	Регулирование текстурных характеристик пористых материалов Методы регулирования пористой структуры твердого вещества в процессе его синтеза и после его завершения. Расчёт изменения текстурных характеристик пористых тел в процессе молекулярного наслаивания тонких слоёв на их поверхности.	7	2	Разбор конкретных ситуаций
2	Химические и физические подходы при получении полимерных нанокомпозитов Химические и физические способы создания полимерных нанокомпозитов	3	1	Разбор конкретных ситуаций
	Применение химической нанотехнологии на принципах метода молекулярного наслаивания (МН) при получении функциональных наноматериалов Реализация установленных фундаментальных эффектов при создании функциональных полимерных наноматериалов	4	1	Разбор конкретных ситуаций
	Свойства композиционных полимерных материалов, содержащих частицы в наноразмерном состоянии Электретные свойства пленок политетрафторэтилена, содержащих на поверхности наноразмерные кластеры оксида титана	4	1	Разбор конкретных ситуаций
3	Использование термодинамических баз данных для прогнозирования превращения веществ и материалов в равновесных гетерофазных системах Термодинамические базы данных. Оценка величин термодинамических потенциалов и их зависимости от температуры на основе данных моделирования. Численный прогноз равновесного состава и его устойчивость.	2		Разбор конкретных ситуаций

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в т.ч. на практическую подготовку	
	Расчетная оценка влияния условий синтеза на равновесный состав в закрытых системах Метод минимума характеристических функций (МЭХФ). Расчет влияния температуры и давления в системе на равновесный состав.	5	1	Разбор конкретных ситуаций
	Выбор оптимальных условий синтеза материалов электронной техники на основе термодинамического моделирования Моделирование различных процессов синтеза материалов электронной техники с использованием баз данных FACT и CEA. Подбор оптимальной температуры и давления в системе для обеспечения полноты протекания требуемых химических превращений.	5	1	Групповая научная дискуссия

4.4.2. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Расчёт текстурных характеристик пористых тел различной морфологии исходя из соответствующих моделей их строения	10	Устный опрос
	Расчёт изменения текстурных характеристик пористых тел в процессе молекулярного наслаивания тонких слоёв на их поверхности.	20	Устный опрос
2	Эволюция представлений в области нанотехнологии и функциональных полимерных наноматериалов, классификация полимерных наноматериалов и физико-химические методы их исследования	10	Устный опрос
	Методы и оборудование для получения полимерных нанокомпозитов и наноразмерных наполнителей. Методы получения 2D- и 3D-полимерных нанокомпозитов	20	Устный опрос
3	Современные принципы моделирования материалов и процессов	10	Устный опрос
	Методы моделирования процессов синтеза функциональных материалов	19	Устный опрос

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

1. Беляков, А.Б. Химические основы нанотехнологии твердофазных материалов различного назначения: Учебное пособие/ А.Б. Беляков, Е.В. Жариков, А.А. Малыгин. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006.- 102 с.
2. Дубровенский, С.Д. Квантово-химический анализ продуктов химического модифицирования поверхности кремнезема : Методические указания к лабораторной работе / С.Д. Дубровенский. — СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 57 с.
3. Ежовский, Ю.К. Физико-химические основы технологии материалов электронной техники / Ю.К. Ежовский — СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2007 — 127 с.
4. Кольцов, С.И. Химическое конструирование пористой структуры твердых веществ / С.И.Кольцов. - СПб.: СПбТИ, 1992. – 30 с.
5. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А.Малыгин. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 74 с.
6. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: текст лекций / А.А.Малыгин, А.А.Малков. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 71 с.
7. Химическая диагностика материалов/ В.Г. Корсаков, М.М. Сычев, С.В. Мякин, Л.Б. Сватовская. - СПб.: Изд-во ПГУПС, 2010. - 224 с.

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: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («зачтено») освоения предусмотренных элементов компетенций. Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце 2 семестра в виде зачета в устной форме. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала. Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Результаты зачета включаются в приложение к диплому.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Примеры вопросов, предлагаемых на зачете:

1. Модели пористой структуры корпускулярных систем различной морфологии: глобулярных, игольчатых, пластинчатых.
2. Этапы процесса разработки нового полимерного нанокompозита.
3. Основные параметры термодинамических систем.

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Беляков, А.Б. Химические основы нанотехнологии твердофазных материалов различного назначения: учебное пособие / А.Б.Беляков, Е.В.Жариков, А.А.Малыгин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2006. - 102 с.
2. Дубровенский, С.Д. Квантово-химический анализ продуктов химического модифицирования поверхности кремнезема: методические указания к лабораторным работам / С.Д.Дубровенский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 57 с.
3. Ежовский, Ю.К. Физико-химические основы технологии материалов электронной техники: учебное пособие / Ю.К.Ежовский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2007. – 127 с.
4. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А.Малыгин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 74 с.
5. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: текст лекций / А.А.Малыгин, А.А.Малков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 71 с.
6. Морачевский, А.Г. Физическая химия. Термодинамика химических реакций: учебное пособие для вузов / А.Г.Морачевский, Е.Г.Фирсова. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 112 с.- ISBN978-5-8114-1858-9
7. Наноструктурированные полимерные материалы и покрытия: Учебное пособие / В.К. Крыжановский [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии пластмасс, Кафедра химической технологии органических покрытий. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 101 с.
8. Фенелонов, В.Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов / В. Б. Фенелонов ; отв. ред. В. Н. Пармон. — 2-е изд., испр. и доп. — Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2004. — 440 с. - ISBN 5-7692-0647-0

б) электронные издания:

1. Бажин, Н.М. Термодинамика для химиков: учебник / Н.М.Бажин, В.Н.Пармон. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2019. - 612 с. - ISBN978-5-8114-3917-1 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Гамбург, Ю.Д. Химическая термодинамика: учебное пособие / Ю.Д.Гамбург. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 240 с. – ISBN 978-5-00101-920-6 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Дубровенский, С.Д. Квантово-химический анализ продуктов химического модифицирования поверхности кремнезема: методические указания к лабораторным работам / С.Д.Дубровенский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-

Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 57 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

4. Ежовский, Ю.К. Физико-химические основы технологии материалов электронной техники: учебное пособие / Ю.К.Ежовский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2007. – 127 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
5. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А.Малыгин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 74 с. / СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
6. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: текст лекций / А.А.Малыгин, А.А.Малков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 71 с. / СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
7. Морачевский, А.Г. Физическая химия. Термодинамика химических реакций: учебное пособие для вузов / А.Г.Морачевский, Е.Г.Фирсова. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 112 с. – ISBN 978-5-8114-1858-9 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: по подписке.
8. Нано- и биоконпозиты/ Под ред. А.К.-Т.Лау и др. - 2-е изд.- Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 393 с. - ISBN 978-5-00101-727-1 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: по подписке.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, 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 БД в сети Интернет; ЭБС «Лань»

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 039-2013. Магистратура. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2013.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 25 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 01.01.2014.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 16 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.

В ходе лекционных занятий магистранту необходимо готовить конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Провести проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Аудиторная часть курса должна сопровождаться интенсивной самостоятельной работой магистрантов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины. Планирование времени для изучения дисциплины необходимо осуществлять на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо в рамках внеаудиторной самостоятельной работы регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в разделе 7 настоящей программы. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения следующих разделов учебной дисциплины. Для расширения и углубления знаний по учебной дисциплине необходимо активно использовать информационные ресурсы сети Интернет.

Для работы на практических занятиях необходимы: проработка рабочей программы, уделив особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины, и конспектирование источников, а также изучение конспекта лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и просмотр рекомендуемой литературы.

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце 4 семестра в виде зачета в устной форме (включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала). Результаты зачета включаются в приложение к диплому.

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;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Представление лекционного материала и проведение практических занятий:

ОС – не ниже MS Windows XP SP3

MS PowerPoint 97 и выше

MathCAD 14, СЕА

10.3. Базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБ "Библиотех" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки);
2. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет; ЭБС «Лань»
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <http://elibrary.ru>

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. Учебная аудитория на 10 и более мест
2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.
5. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине.

Практические занятия проводятся в учебном кабинете, отвечающем санитарным нормам, а его оборудование – следующим требованиям:

1. Учебная аудитория на 10 и более мест
2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.

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

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допущенные по медицинским показаниям к обучению по направлениям подготовки 18.04.01 Химическая технология, изучают дисциплину в полном объеме. Учебный процесс осуществляется в соответствии с "Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ФГБОУ ВПО СПбГТИ(ТУ)", утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
"Регулирование и моделирование свойств неорганических и гибридных материалов"**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен применять знания об основных типах материалов, применяемых в электронной технике, химических технологий их получения и модификации, обеспечивающих создания материалов и изделий электронной техники с заданными характеристиками	промежуточный
ПК-3	Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской, проектной и расчетно-аналитической деятельности в области технологии материалов электронной техники	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«зачтено»	«не зачтено»
ПК-1.4 Способность разрабатывать способы получения и обработки неорганических и гибридных материалов, в том числе нанокompозитов	Знает области применения неорганических и гибридных материалов в электронной технике (ЗН-1).	Ответ на вопросы №№ 1-2 к зачету	Знает области применения неорганических и гибридных материалов в электронной технике	Не знает области применения неорганических и гибридных материалов в электронной технике
	Знает основные способы получения и обработки неорганических и гибридных материалов, в том числе нанокompозитов (ЗН-2).	Ответ на вопросы №№ 3-4 к зачету	Знает основные способы получения и обработки неорганических и гибридных материалов, в том числе нанокompозитов	Не знает основные способы получения и обработки неорганических и гибридных материалов, в том числе нанокompозитов
	Знает технологические особенности синтеза неорганических и гибридных материалов различного функционального назначения (ЗН-3).	Ответ на вопросы №№ 5-7 к зачету	Знает технологические особенности синтеза неорганических и гибридных материалов различного функционального назначения	Не знает технологические особенности синтеза неорганических и гибридных материалов различного функционального назначения
	Умеет формулировать требования к свойствам неорганических и гибридных материалов, используемых в изделиях электронной техники (У-1)	Ответ на вопросы №№ 8-11 к зачету	Умеет формулировать требования к свойствам неорганических и гибридных материалов, используемых в изделиях электронной техники	Не умеет формулировать требования к свойствам неорганических и гибридных материалов, используемых в изделиях электронной техники

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«зачтено»	«не зачтено»
ПК-3.1 Способность использовать математические модели для описания и прогнозирования свойств неорганических и гибридных материалов различного функционального назначения, осуществлять их качественный и количественный анализ	Знает современные подходы к решению задач математического моделирования технологий получения неорганических и гибридных материалов различного функционального назначения (ЗН-4). Умеет применять современные прикладные пакеты для моделирования различных явлений и процессов (У-2). Умеет осуществлять количественный и качественный анализ влияния различных факторов на протекание рассматриваемых процессов (У-3).	Ответ на вопросы №№ 12-17 к зачету Ответ на вопросы №№ 18-23 к зачету Ответ на вопросы №№ 24–29 к зачету	Знает современные подходы к решению задач математического моделирования технологий получения неорганических и гибридных материалов различного функционального назначения Умеет применять современные прикладные пакеты для моделирования различных явлений и процессов	Не знает современные подходы к решению задач математического моделирования технологий получения неорганических и гибридных материалов различного функционального назначения Не умеет применять современные прикладные программные пакеты для моделирования различных явлений и процессов Не умеет осуществлять количественный и качественный анализ влияния различных факторов на протекание рассматриваемых процессов

Шкала оценивания соответствует СТО СПБГТИ (ТУ): промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Критерии оценивания – «зачтено», «не зачтено» приведены в таблице 2.

Оценка «зачтено» выставляется, если ответ студента отличается последовательностью, логикой изложения, учащийся демонстрирует глубину владения представленным материалом, ответы формулируются аргументировано, обосновывается собственная позиция в проблемных ситуациях.

Оценка «не зачтено» ставится, если ответ студента не передает содержание проблемы, не демонстрирует умение выделять главное, существенное, ответ носит краткий, неглубокий, поверхностный характер.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

1. Что называют наноматериалами? Полимерными наноматериалами?
2. Классификация полимерных наноматериалов. Примеры.
3. Оборудование для получения полимерных нанокомпозитов.
4. Роль поверхности наполнителя в свойствах полимерного нанокомпозита.
5. Примеры регулирования функциональных свойств полимерного материала путем введения нанодобавок в объем полимерного материала.
6. Примеры регулирования функциональных свойств полимерного материала путем синтеза наноструктур на поверхности полимерного материала.
7. Применение метода молекулярного наслаивания для получения 2D- полимерных нанокомпозитов с заданными свойствами (электретный эффект, адгезия, паропроницаемость и др.)
8. Методы исследования полимерных нанокомпозитов. Возможности и ограничения
9. Исследование механических свойств полимерных наноматериалов
10. Почему для объяснения особых свойств вещества в наноразмерном состоянии мы вспоминаем о свойствах поверхности? Чем поверхность отличается от объема вещества?
11. Применение полимерных нанокомпозитов в различных областях современного твердофазного материаловедения.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

12. Понятие пористого тела. Классификации пористых тел по морфологии и размеру пор, их физическое обоснование.
13. Текстурные характеристики пористых тел.
14. Модели пористой структуры корпускулярных систем различной морфологии: глобулярных, игольчатых, пластинчатых.
15. Феноменологические модели: химическая термодинамика, химическая кинетика.
16. Изобарно-изотермический потенциал как критерий самопроизвольности процесса.
17. Качественная и количественная характеристики смещения равновесия. Степень равновесного превращения.
18. Регулирование структуры пористых тел методом молекулярного наслаивания.
19. Термодинамические и структурные базы данных. Примеры.
20. Термодинамический прогноз превращений веществ и материалов в равновесных гетерофазных системах.
21. Оценка величин термодинамических потенциалов и их зависимости от температуры
22. Термодинамическое прогнозирование превращений веществ и материалов в равновесных гетерофазных системах.
23. Оценка степени равновесного превращения.
24. Корпускулярные и губчатые пористые тела. Сравнение, примеры, методы получения.
25. Понятие о численных методах решения уравнений.
26. Принципы моделирования химико-технологических процессов.
27. Методика выбора оптимальных условий синтеза материалов электронной техники.
28. Задача расчета равновесного состава и ее математическая формулировка.
29. Прогноз равновесного состава в закрытых химических системах методом экстремумов характеристических функций (МЭХФ).

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает билет с двумя вопросами из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

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

1. Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в СПбГТИ(ТУ) (Утв. Приказом ректора СПбГТИ(ТУ) от 12.12.2014 № 463).

2. СТО СПбГТИ 039-2013. Магистратура. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2013.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 25 с.

3. 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.