

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.09.2023 17:26:25
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
**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВА,
СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология
Программа 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.08

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		И.С. Бодалёв

Рабочая программа дисциплины «Методологические основы проектирования состава, структуры и свойств функциональных 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	06
3. Объем дисциплины.....	06
4. Содержание дисциплины	07
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины	07
4.3. Занятия лекционного типа.....	08
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.....	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.

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-1.7 Способность использовать технологии получения наноструктур на поверхности различных твердофазных матриц с целью достижения необходимых функциональных свойств у материалов на их основе</p>	<p>Знать: - научные основы получения наноструктур на поверхности различных твердофазных матриц и особенности свойств материалов на их основе (ЗН-1). - структурно-размерные эффекты и их практическое применение при создании наноматериалов в системе «ядро – нанопокртытие» (ЗН-2). - разновидности и области применения материалов с нанопокртытиями различного функционального назначения (ЗН-3). Уметь: управлять процессами получения наноразмерных систем (У-1). Владеть: способами получения материалов «ядро-оболочка» (Н-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-3.4 Способность к анализу взаимосвязей технологических условий получения материалов, их химического состава, строения и свойств</p>	<p>Знать: основы системного подхода к проектированию материалов (ЗН-4). Уметь - анализировать взаимосвязь технологических условий получения, химического состава, строения и свойств материалов (У-2). - выбирать перспективные для применения нанотехнологии (У-3). Владеть: методами системного анализа (Н-2).</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-4 Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской, проектной и расчетно-аналитической деятельности в области технологии материалов электронной техники</p>	<p>ПК-4.2 Способность к применению автоматизированной обработки информации при оценке характеристик наноматериалов</p>	<p>Уметь: применять современные методы автоматизированной обработки информации для анализа экспериментальных данных при изучении характеристик наноматериалов и оценки данных контроля качества нанопродукции (У-4).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Методологические основы проектирования состава, структуры и свойств функциональных материалов" относится дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.В.08) и изучается на втором году обучения в 4 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 "Методологические основы проектирования состава, структуры и свойств функциональных 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:	76
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	54 (13)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	32
Формы текущего контроля	-
Форма промежуточной аттестации	экзамен (36)

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Основные понятия	2				ПК-1
2	Методы синтеза наноструктурированных материалов и контроля его проведения	4	6		5	ПК-1
3	Метод молекулярного наслаивания: примеры практических приложений	4	40		27	ПК-1
4	Системный подход к проектированию функциональных материалов	4	4			ПК-3
5	Хемоинформатика	4	4			ПК-4
ИТОГО		18	54		32	

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-1.7	Основные понятия Методы синтеза наноструктурированных материалов и контроля его проведения Метод молекулярного наслаивания: примеры практических приложений
2	ПК-3.4	Системный подход к проектированию функциональных материалов
3	ПК-4.2	Хемоинформатика

4.3. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Основные понятия</p> <p>Определения функционального материала: широкое, узкое («умный» материал). Примеры. Подходы к созданию изделий из традиционных и функциональных материалов. Композиционные материалы: широкое и узкое определения, межфазная граница, эмерджентные свойства, полиструктурность. Примеры. Наноструктурированные материалы: размерные эффекты, частицы типа «ядро — оболочка». Проектирование материалов и материаловедение: взаимосвязь «состав (процесс) — структура — свойства», прямая и обратная задачи технологических расчётов.</p>	2	Лекция-беседа
2	<p>Методы синтеза наноструктурированных материалов и контроля его проведения</p> <p>Принципы получения наноструктуры: высокая скорость зародышеобразования, низкая скорость роста новой фазы. Приёмы: создание высокого пересыщения (неравновесные процессы), подавление диффузии (низкая температура, крупные молекулы реагентов, введение инертного разбавителя). Пример: вакуумное испарение как метод синтеза эпитаксиальных плёнок и наночастиц. Газофазные методы синтеза наночастиц: создание неравновесных условий с использованием плазмы, лазера, взрыва, химической реакции. Жидкофазные методы: оствальдовское созревание в растворе, пространственная неоднородность, метод Печини. Твердофазные методы: механосинтез. Методы получения компактных материалов: прессование, спекание, кристаллизация аморфных сплавов, интенсивная пластическая деформация.</p>	4	Лекция-беседа
3	<p>Метод молекулярного наслаивания: примеры практических приложений</p> <p>Молекулярное наслаивание: реализация принципов быстрого зародышеобразования, медленного роста, неравновесности, подавления диффузии. Достоинства и недостатки метода с точки зрения прочности, конформности, контроля толщины, расхода реагента, необходимости использовать подложку, производительности. Структурно-размерные эффекты и примеры их использования в практических приложениях.</p>	4	Лекция-беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в т.ч. на практическую подготовку	
4	Системный подход к проектированию функциональных материалов Понятие системы. Характерные свойства: наличие структуры, целостность, наличие связей, превосходящих по силе связи с окружающей средой. Материалы как системы. Взаимосвязь между сложностью системы и эффективностью применения системного подхода. Дедуктивный и индуктивный подходы к проектированию, их применение на разных этапах.	4		Лекция-беседа
5	Хемоинформатика Понятие хемоинформатики, её место среди экспериментальных и теоретических отраслей химии. Химические вещества как точки химического пространства. Анализ зависимостей свойств веществ от их положения в химическом пространстве. Примеры: таблица Менделеева, таблица бинарных соединений. Использование дескрипторов для определения положения веществ в химическом пространстве: физико-химические и квантовохимические дескрипторы, топологические индексы, фрагментарные дескрипторы, фармакофоры, отпечатки пальцев как пример использования методов информатики. Меры молекулярного подобию.	4		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	
2	Методы синтеза наноструктурированных материалов и контроля его проведения			
	Рентгенофазовый анализ материала типа «ядро — оболочка»	6	2	Разбор конкретных ситуаций
3	Метод молекулярного наслаивания: примеры практических приложений			
	Составление схем основных и побочных реакций, протекающих в ходе синтеза функционального материала методом молекулярного наслаивания, на основании данных об изменении химического состава материала.	22	6	Разбор конкретных ситуаций

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в т.ч. на практическую подготовку	
	Гравиметрический контроль синтеза функциональных материалов методом молекулярного наслаивания.	12	3	Разбор конкретных ситуаций
	Рентгенофазовый анализ как метод контроля синтеза функциональных материалов методом молекулярного наслаивания.	6	2	Разбор конкретных ситуаций
4	Системный подход к проектированию функциональных материалов			
	Примеры проектирования материалов с использованием системного подхода	4		Разбор конкретных ситуаций
5	Хемоинформатика			
	Примеры применения методов хемоинформатики в теоретической и прикладной химии	4		Разбор конкретных ситуаций

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
2	Методы синтеза наноструктурированных материалов и контроля его проведения		
	Рентгенофазовый анализ материала типа «ядро — оболочка»	5	Устный опрос
3	Метод молекулярного наслаивания: примеры практических приложений		
	Составление схем основных и побочных реакций, протекающих в ходе синтеза функционального материала методом молекулярного наслаивания, на основании данных об изменении химического состава материала.	12	Устный опрос
	Гравиметрический контроль синтеза функциональных материалов методом молекулярного наслаивания.	10	Устный опрос
	Рентгенофазовый анализ как метод контроля синтеза функциональных материалов методом молекулярного наслаивания.	5	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.Мальгин. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2006. - 102 с.
2. Мальгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А.Мальгин. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 74 с. (ЭБ)
3. Мальгин, А.А. Проблемно-целевое проектирование научного эксперимента в материаловедении функциональных наноматериалов: текст лекций / А.А.Мальгин. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 40 с. (ЭБ)
4. Мальгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: текст лекций / А.А.Мальгин, А.А.Малков. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 71 с. (ЭБ)

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 4 семестра в виде экзамена в устной форме. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен 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 экзамена включаются в приложение к диплому.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Примеры вопросов, предлагаемых на экзамене:

1. Понятие проектирования. Взаимосвязь между процессом синтеза, составом, структурой и свойствами материала. Прямая и обратная задачи технологических расчётов. Различия между материаловедением и проектированием материалов.

2. Расчёт функциональности элементоксидных групп, синтезированных методом молекулярного наслаивания на поверхности гидроксидированной матрицы, исходя из содержания гидроксиллов и элемента-модификатора на единицу массы остова до и после проведения одного цикла наслаивания.

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы/ А.А.Елисеев, А.В.Лукашин; под ред. Ю.Д.Третьякова. – Москва: Физматлит, 2010. – 456 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1
2. 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.
3. Малыгин, А.А. Проблемно-целевое проектирование научного эксперимента в материаловедении функциональных наноматериалов: текст 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), 2013. - 40 с.
4. 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.
5. Научные основы нанотехнологий и новые приборы: учебник – монография / Р.Келсалл, А.Хэмли, М.Геогеган (ред.). - Долгопрудный: ИД Интеллект, 2011. – 528 с. - ISBN 978-5-91559-048-8
6. Гусев, А.И. Наноматериалы. Наноструктуры. Нанотехнологии / А.И.Гусев. - Москва: Физматлит, 2007. - 415 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8

б) электронные издания:

1. 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.
2. Малыгин, А.А. Проблемно-целевое проектирование научного эксперимента в материаловедении функциональных наноматериалов: текст 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), 2013. - 40 с. / СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
3. 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.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - media.technolog.edu.ru
2. ЭБ "Библиотека" 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 экзамена в устной форме (включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала). Результаты экзамена 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

10.3. Базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБ "Библиотек" 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
"Методологические основы проектирования состава, структуры и свойств
функциональных 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-2	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	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)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.7 Способность использовать технологии получения наноструктур на поверхности различных твердофазных матриц с целью достижения необходимых функциональных свойств у материалов на их основе	Знает научные основы получения наноструктур на поверхности различных твердофазных матриц и особенности свойств материалов на их основе (ЗН-1). Знает структурно-размерные эффекты и их практическое применение при создании наноматериалов в системе «ядро – нанопокрытие» (ЗН-2).	Ответ на вопрос № 4 к экзамену Ответы на вопросы №№ 7-10 к экзамену	Может перечислить основные принципы получения наноструктур конкретными примерами Имеет представление о структурно-размерных эффектах в системе «ядро – нанопокрытие»	Может проиллюстрировать основные принципы получения наноструктур конкретными примерами Имеет представление об областях практического применения структурно-размерных эффектов при создании наноматериалов в системе «ядро – нанопокрытие»	Может пояснить физический смысл принципов получения наноструктур Может объяснить причины проявления структурно-размерных эффектов
	Знает разнородности и области применения материалов с нанопокрытиями различного функционального назначения (ЗН-3).	Ответы на вопросы №№ 2-3 к экзамену	Имеет представление о функциональных и композиционных материалах	Может привести примеры решения технических задач с применением функциональных материалов с нанопокрытиями	Способен объяснить причины проявления размерных эффектов
	Умеет управлять процессами получения наноразмерных систем (У-1).	Ответ на вопрос № 1 к экзамену	Имеет представление о взаимосвязи между процессом синтеза, составом, структурой и свойствами наноразмерной системы	Способен привести конкретные примеры управления свойством конечного продукта через параметры процесса	Способен привести пример решения обратной задачи при расчёте технологического процесса

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-3.4 Способность к анализу взаимосвязей технологических условий получения материалов, их химического состава, строения и свойств	Владеет способами получения материалов «ядро-оболочка» (Н-1).	Ответы на вопросы №№ 5-6 к экзамену	Может перечислить и кратко описать методы получения нанокристаллических материалов и наночастиц	Знает основы аппаратного оформления методов получения нанокристаллических материалов и наночастиц	Знает достоинства и недостатки методов получения нанокристаллических материалов и наночастиц
	Знает основы системного подхода к проектированию материалов (ЗН-8).	Ответ на вопрос № 11 к экзамену	Знает основные определения	Может привести пример рассмотрения материала как системы	Может проиллюстрировать применение системного подхода к проектированию материала
	Умеет анализировать взаимосвязь технологических условий получения, химического состава, строения и свойств материалов (У-2).	Ответы на вопросы №№ 15-23 к экзамену	Знает основы методов исследования состава и структуры материалов	Способен применить методы исследования состава при решении типовых задач	Способен применить методы исследования состава к реальным экспериментальным данным
	Умеет выбирать перспективные для применения нанотехнологии (У-3).	Ответы на вопросы №№ 13-14 к экзамену	Знает основные перспективные нанотехнологии	Может выбрать технологии, оптимальные для создания функционального материала	Может обосновать выбор оптимальной технологии
	Владеет методами системного анализа (Н-2).	Ответы на вопрос № 12 к экзамену	Имеет общее представление об индуктивном и дедуктивном подходе при системном анализе в проектировании материалов	Может на конкретном примере проиллюстрировать применение методов системного анализа	Может на конкретном примере показать преимущества системного подхода к проектированию материалов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-4.2 Способность к применению автоматизированной обработки информации для анализа экспериментальных данных при изучении характеристик наноматериалов и оценки данных контроля качества нанопродукции (У-4).	Умеет применять современные методы автоматизированной обработки информации для анализа экспериментальных данных при изучении характеристик наноматериалов и оценки данных контроля качества нанопродукции (У-4).	Ответы на вопросы №№ 24-25 к экзамену	Знает основные определения в области хемоинформатики	Умеет использовать дескрипторы при описании химического пространства	Умеет использовать концепцию химического пространства для прогнозирования свойств материалов

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ (ТУ): промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Критерии оценивания – «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично» приведены в таблице 2.

Оценка «не удовлетворительно» 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. Понятие проектирования. Взаимосвязь между процессом синтеза, составом, структурой и свойствами материала. Прямая и обратная задачи технологических расчётов. Различия между материаловедением и проектированием материалов.
2. Функциональные материалы: определения, примеры. Различие подходов к проектированию изделий на основе традиционных и функциональных материалов.
3. Композиционные материалы: определения, примеры. Влияние межфазной границы на их свойства. Наноструктурные материалы. Размерные эффекты.
4. Методы синтеза наноструктурных материалов. Основные принципы: удаление от равновесия, ускорение зародышеобразования, замедление роста частиц. Влияние условий синтеза на размер зерна на примере вакуумного испарения.
5. Методы синтеза нанокристаллических порошков: вакуумное испарение, плазмохимический метод, химическое осаждение из газовой фазы, осаждение из растворов, механическое истирание, детонационный синтез.
6. Методы синтеза компактных нанокристаллических материалов: компактирование порошков (статическое и импульсное прессование, спекание, влияние температуры на размер зерна), осаждение на подложку, кристаллизация аморфных сплавов, интенсивная пластическая деформация.
7. Структурно-размерные эффекты в продуктах молекулярного наслаивания. Эффект монослоя. Примеры, области применения.
8. Структурно-размерные эффекты в продуктах молекулярного наслаивания. Эффект перекрытия подложки. Примеры, области применения.
9. Структурно-размерные эффекты в продуктах молекулярного наслаивания. Эффект взаимного согласования структур матрицы и синтезированного слоя. Примеры, области применения.
10. Структурно-размерные эффекты в продуктах молекулярного наслаивания. Эффект многокомпонентной системы. Примеры, области применения.

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

11. Системный подход к проектированию материалов. Понятие системы, её атрибуты: целостность, наличие структуры и устойчивых связей. Целесообразность применения системного подхода в проектировании традиционных и композиционных материалов.
12. Проектирование функционального материала с использованием системного подхода на примере сферопластика с соединениями титана, хрома и фосфора на поверхности наполнителя.
13. Проектирование функционального материала с использованием системного подхода на примере двухслойной непористой мембраны на пористой подложке.
14. Проектирование функционального материала с использованием системного подхода на примере многокомпонентного жертвенного покрытия для защиты материалов от горения в мощном газовом потоке.
15. Расчёт функциональности элементоксидных групп, синтезированных методом молекулярного наслаивания на поверхности гидроксильной матрицы, исходя из содержания гидроксильных и элемента-модификатора на единицу массы остова до и после проведения одного цикла наслаивания.
16. Расчёт степени использования функциональных групп гидроксильной матрицы при молекулярном наслаивании элементоксидных групп на её поверхности исходя из содержания гидроксильных и элемента-модификатора на единицу массы остова до и после проведения одного цикла наслаивания.

17. Определение массовой доли остова в образце после нескольких циклов попеременной обработки парами тетрахлорида титана и воды и заключительной обработки парами тетрахлорида титана исходя из экспериментально определённых количеств титана, хлора и гидроксильных групп на единицу массы модифицированного образца.
18. Определение массовой доли остова в образце после нескольких циклов обработки попеременной парами оксохлорида хрома (VI) и этанола и заключительной последовательной обработки парами оксохлорида хрома (VI) и воды исходя из экспериментально определённых количеств хрома (III), хрома (VI) и гидроксильных групп на единицу массы модифицированного образца.
19. Определение толщины слоя оксида известной кристаллической модификации, синтезированного на поверхности дисперсной матрицы методом молекулярного наслаивания, исходя из экспериментально определённого содержания элемента-модификатора на единицу массы модифицированного образца, массовой доли остова в исходном и модифицированном образцах и удельной поверхности исходного образца.
20. Использование гравиметрического контроля *in situ* для анализа химических процессов, протекающих в ходе синтеза элементоксидных структур методом молекулярного наслаивания: определение степени дегидроксилирования элементоксидных структур путём сопоставления количества хлора, выделившегося на стадии гидролиза элементхлоридных структур, с изменением массы на стадиях гидролиза и высушивания.
21. Использование гравиметрического контроля *in situ* для определения содержания элемента-модификатора и хлора в продукте хемосорбции при синтезе элементоксидных структур на поверхности подложки методом молекулярного наслаивания из хлорида элемента-модификатора и воды.
22. Определение массовой доли рутила и анатаза в образце кремнезёма с титаноксидными структурами на поверхности исходя из интенсивности характеристических рефлексов этих фаз в исследуемом и эталонных образцах.
23. Определение массовой доли рутила, анатаза и рентгеноаморфного оксида титана в образце кремнезёма с гидроксильными титаноксидными структурами на поверхности исходя из интенсивности характеристических рефлексов этих фаз в исследуемом и эталонных образцах, а также экспериментально определённого содержания титана и массовой доли кремнекислородного остова в исследуемом образце.

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4

24. Хемоинформатика: определение, отличия от других областей вычислительной химии: квантовой химии и молекулярного моделирования. Химическое пространство: понятие, примеры, использование для прогнозирования свойств веществ.
25. Хемоинформатика. Описание химического пространства с помощью дескрипторов. Фрагментные и физико-химические дескрипторы. Меры молекулярного подобия.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, 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.