

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.09.2023 17:26:26
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
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ
И ГИБРИДНЫХ 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.О.06

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Зав. кафедрой		Профессор А.А. Малыгин

Рабочая программа дисциплины «Перспективные химические технологии неорганических и гибридных материалов» обсуждена на заседании кафедры химической нанотехнологии и материалов электронной техники

протокол от ____ . ____ . 2020 № ____

Заведующий кафедрой ХНиМЭТ

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.....	10
4.4.1. Семинары, практические занятия	10
4.4.2. Лабораторные занятия	10
4.5. Самостоятельная работа.....	11
4.5.1. Тематика рефератов	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	16
10.1. Информационные технологии	16
10.2. Программное обеспечение.....	16
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	16
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	17
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	18

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)
ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности	ОПК-4.1 Проведение поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по технологиям получения неорганических и гибридных материалов, выбор методик и средств решения задачи	Знать: источники информации по перспективному неорганическому и гибридным материалам. (ЗН-1) Уметь: осуществлять самостоятельный поиск и критический анализ литературных данных о химических технологиях неорганических и гибридных материалов. (У-1) Владеть: методами и критериями оценки свойств неорганических и гибридных материалов по отраслям. (Н-1)
жизнедеятельности и экологической чистоты	ОПК-4.2 Способность оценить эффективность новых технологий получения неорганических и гибридных материалов и внедрить их в производство	Знать: назначение и области применения неорганических и гибридных материалов по отраслям и их современное состояние. (ЗН-2) Уметь: проводить экспериментальные исследования по получению и исследованию свойств неорганических и гибридных материалов применительно к соответствующим отраслям. (У-2) Владеть: методологией оценки свойств новых материалов и путей их практического применения. (Н-2)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Перспективные химические технологии неорганических и гибридных материалов" относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.О.06) и изучается на втором году обучения в 3 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных в ходе обучения по программам бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 при изучении курсов физики, физической химии твердого тела, методов исследования наносистем и наноматериалов, химической технологии наноматериалов и наносистем, метрологии, стандартизации и сертификации, а также дисциплины "Теоретические и экспериментальные методы исследования в химической технологии", читаемой в 1 семестре магистратуры.

Полученные в процессе освоения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта, а также при выполнении магистерских диссертаций по тематике, связанной с разработкой и инновационным внедрением наукоемких процессов, материалов и технологий, созданием 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:	40
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	18
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	18
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	104
Формы текущего контроля	реферат
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	Вводная лекция	2			4	ОПК-4
2	Перспективные неорганические и гибридные материалы	2			20	ОПК-4
3	Нанотехнологии и их вклад в создание неорганических и гибридных материалов	2	2		10	ОПК-4
4	Тонкопленочные технологии в микроэлектронике	2	4		10	ОПК-4
5	Жидкофазные нанотехнологии	2	2		10	ОПК-4
6	Химическая нанотехнология молекулярного наслаивания	2	4		20	ОПК-4
7	Аппаратурно-технологическое оформление процесса молекулярного наслаивания	2	2		10	ОПК-4
8	Перспективы применения химической нанотехнологии молекулярного наслаивания в высокотехнологичных отраслях промышленности	2	2		10	ОПК-4
9	Тенденции в развитии технологии неорганических и гибридных материалов	2	2		10	ОПК-4
ИТОГО		18	18		104	

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ОПК-4.1	Вводная лекция Тонкопленочные технологии в микроэлектронике Жидкофазные нанотехнологии Химическая нанотехнология молекулярного наслаивания Аппаратурно-технологическое оформление процесса молекулярного наслаивания
2	ОПК-4.2	Перспективные неорганические и гибридные материалы Нанотехнологии и их вклад в создание неорганических и гибридных материалов Перспективы применения химической нанотехнологии молекулярного наслаивания в высокотехнологичных отраслях промышленности Тенденции в развитии технологии неорганических и гибридных материалов

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Вводная лекция. Содержание курса, его необходимость. Вклад химии и химических подходов в создание неорганических и гибридных материалов. Основные направления в материаловедении при создании неорганических и гибридных материалов. Фундаментальные основы, на которых базируется создание и развитие химических технологий неорганических и гибридных материалов: неорганическая, коллоидная, физическая химия, процессы и аппараты химической технологии, физическая химия твердого тела.	2	Лекция-беседа
2	Перспективные неорганические и гибридные материалы. Основные научные направления и критические технологии, их влияние на формирование НИР и ОКР в различных отраслях материаловедения. Перспективные неорганические и гибридные материалы в электрохимических производствах, в каталитических и сорбционных процессах, в изделиях электронной техники, в производстве высокотемпературных продуктов. Виды неорганических и гибридных материалов, наиболее важные области применения. Материалы вида «ядро – оболочка» и области их применения: каталитические и сорбционные материалы, альтернативные источники энергии, суперконденсаторы, композиты медицинского назначения, люминесцентные структуры и покрытия, электреты и др.	2	Лекция-беседа
3	Нанотехнологии и их вклад в создание неорганических и гибридных материалов. Основные понятия нанотехнологии, классификация нанотехнологических процессов и наноматериалов, вклад химических подходов в их создание. Виды наноматериалов: наночастицы, нанотрубки, нановолокна, пористые системы, нанокомпозиты, нанопленки. Нанотехнологии «снизу – вверх» и «сверху – вниз». Этапы развития нанотехнологии и их вклада в создание материалов различного функционального назначения. Особенности подходов при проектировании нанотехнологий и наноматериалов.	2	Лекция-беседа
4	Тонкопленочные технологии в микроэлектронике Вакуумные физические и физико-химические технологии испарения и катодного распыления. Термическое окисление кремния. Химическое осаждение из газовой фазы. Суть процессов и их	2	Лекция-беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>аппаратурное оформление. Получение гибридных структур методом диффузии: физико-химические основы процесса, диффузенты, способы, оборудование, расчет.</p> <p>Получение гибридных структур методом ионной имплантации: физико-химические основы.</p> <p>Нанотехнологии, основанные на традиционных микротехнологиях: молекулярно-лучевая эпитаксия, МОС-гидридная технология, МЛЭ-МОС процесс. Особенности технологических установок для реализации процессов получения пленочных структур. Диагностика наноструктур.</p>		
5	<p>Жидкофазные нанотехнологии.</p> <p>Золь-гель процессы: принципы синтеза, синтетические возможности, области применения. Технология пленок Ленгмюра-Блоджетт: исходные реагенты, условия синтеза, схема установки и ее описание, перспективные области применения.</p> <p>Твердофазный синтез по Меррифилдуду: условия проведения процесса, применение. Темплатный синтез: суть процесса, примеры реализации и области применения.</p>	2	Лекция-беседа
6	<p>Химическая нанотехнология молекулярного наслаивания.</p> <p>Теоретические основы процесса молекулярного наслаивания: «остовная» гипотеза В.Б. Алесковского, химическая модель твердого тела по В.Б. Алесковскому. Классификация твердых веществ с позиций «остовной» гипотезы и пути их превращений. Метод деструкционно-эпитаксиальных превращений и метод молекулярного наслаивания. Принципы метода молекулярного наслаивания и его синтетические возможности при формировании композиций вида «ядро – оболочка». Примеры синтеза оксидных, нитридных, халькогенидных, металлических, углеродных моно-, поли- и гетероструктур на поверхности твердотельных матриц различного химического состава, строения и геометрической формы.</p>	2	Лекция-беседа
7	<p>Аппаратурно-технологическое оформление процесса молекулярного наслаивания.</p> <p>Основные требования к технологическому оборудованию процесса молекулярного наслаивания. Обоснование режимов проведения процесса при атмосферном и пониженном давлениях: проточная, вакуумная и проточно-вакуумные системы.</p> <p>Схемы и конструктивные особенности установок молекулярного наслаивания для модифицирования дисперсных и пористых материалов, полу-</p>	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	проводниковых пластин и др. Макрокинетика процесса молекулярного наслаивания, контроль in situ процесса молекулярного наслаивания		
8	Перспективы применения химической нанотехнологии молекулярного наслаивания в высокотехнологичных отраслях промышленности Структурно-размерные эффекты в продуктах, синтезированных методом молекулярного наслаивания и возможные области их практического применения. Методология проектирования материалов вида «ядро – оболочка» с учетом синтетических возможностей процесса и выявленных структурно-размерных эффектов. Перспективы и примеры применения нанотехнологии молекулярного наслаивания при создании сорбционных и каталитических материалов, в том числе с использованием мембранных систем; альтернативных источников энергии, включая электроды литий-ионных батарей, суперконденсаторов, элементов устройств солнечной энергетики; композиционных материалов различного назначения; гибридных органо-неорганических композиций с пониженной горючестью и повышенной термоокислительной стойкостью; диэлектрических и полупроводниковых покрытий с заданными электрофизическими свойствами; «умных» пленок и покрытий; керамических материалов с повышенными эксплуатационными свойствами и улучшенными режимами термокомпактирования; сенсорных датчиков на основе керамических матриц, оптических волокон; полимерных электретных материалов.	2	
9	Тенденции в развитии технологии неорганических и гибридных материалов. Конвергентные технологии. Прогноз научно-технологического развития в области создания неорганических и гибридных материалов в России. Современные проблемы химической технологии катализаторов и неорганических веществ. Роль хемоинформатики, квантово-химического и других видов моделирования при создании и прогнозировании свойств материалов. Туннельно-зондовая нанотехнология: возможные пути синтеза гибридных и неорганических материалов. Роль образовательного процесса в подготовке кадров с учетом требований промышленности в перспективных высокотехнологичных направлениях.	2	

4.4. Занятия семинарского типа

4.4.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Нанотехнологии и их вклад в создание неорганических и гибридных материалов. Этапы развития нанотехнологии и их вклада в создание материалов различного функционального назначения.	2	Групповая научная дискуссия
4	Тонкопленочные технологии в микроэлектронике Диффузионные структуры. Процесс ионной имплантации. Получение тонких пленок в установках катодного распыления и вакуумного испарения.	4	Расчетные задания
5	Жидкофазные нанотехнологии Анализ основных направлений в материаловедении при создании неорганических и гибридных материалов с применением жидкофазных нанотехнологий.	2	Разбор конкретных ситуаций
6	Химическая нанотехнология молекулярного наслаивания Стехиометрии реакций в процессах молекулярного наслаивания.	4	Расчетные задания
7	Аппаратурно-технологическое оформление процесса молекулярного наслаивания Реактор проточного типа для реализации нанотехнологии молекулярного наслаивания.	2	Расчетные задания
8	Перспективы применения химической нанотехнологии молекулярного наслаивания в высокотехнологичных отраслях промышленности Гибридные материалы на примере создания органо-неорганических композитов с пониженной горючестью. Гибридные материалы на примере создания сферопластиков. Гибридные материалы на примере создания керамических композиций с повышенной термоокислительной стойкостью и пониженной температурой спекания.	2	Разбор конкретных ситуаций
9	Тенденции в развитии технологии неорганических и гибридных материалов Перспективные материалы для различных отраслей промышленности с учетом критических технологий и приоритетных направлений науки и техники.	2	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
1	Анализ основных тенденций развития неорганического материаловедения и вклад в него создания гибридных материалов. Роль фундаментальных и общеобразовательных дисциплин в создании базовых подходов при рассмотрении направления развития твердофазного неорганического и гибридного материаловедения. Вклад химических подходов в современные высокотехнологичные отрасли промышленности.	4	зачет
2	Области применения критических технологий. Основные перспективные направления НИОКР. Основные направления развития альтернативных источников энергии (солнечные батареи, суперконденсаторы, различные виды топливных элементов). Перспективных сорбционно-каталитические процессы и материалы для их реализации. Анализ перспективных направлений создания высокотемпературных материалов.	20	зачет
3	Наноматериалы: их виды и области применения. Механохимические процессы и их применение для создания неорганических и гибридных материалов.	10	зачет
4	МОС-гидридные процессы и установки при создании тонкопленочных неорганических и орано-неорганических структур. Современные методы диагностики низкоразмерных материалов.	10	зачет
5	Области и примеры применения темплатного синтеза при создании гибридных материалов. Золь – гель процессы и созданные с их использованием неорганические и гибридные материалы различного функционального назначения. Твердофазный синтез полипептидов по Меррифилду.	10	зачет
6	Особенности синтеза методом молекулярного наслаивания многокомпонентных моно- и полислоев. Преимущества метода молекулярного наслаивания перед традиционными технологиями получения гибридных наноматериалов.	20	
7	Различные конструктивные особенности нанотехнологических установок молекулярного наслаивания проточного, вакуумного и проточно-вакуумного типов.	10	
8	Применение нанотехнологии молекулярного наслаивания в создании сенсорных датчиков. Применение нанотехнологии молекулярного наслаивания в создании гибридных неорганоганических электретных материалов.	10	
9	Прогноз научно-технологического развития неорганических и гибридных материалов до 2030 года.	10	

4.5.1. Тематика рефератов

1. Вклад химии и химических подходов в создание неорганических и гибридных материалов.
2. Роль гибридных материалов в развитии высокотехнологичных отраслей промышленности.
3. Композиционные материалы – перспективные гибридные системы.
4. Наноконструкции «ядро – (нано)оболочка» как перспективный вид гибридных материалов.
5. Пленки Ленгмюра-Блоджетт: основы процесса их получения.
6. Золь-гель процессы в технологии неорганических и гибридных материалов.
7. Синтетические возможности метода молекулярного наслаивания и их использование при синтезе материалов.
8. Туннельно-зондовая нанотехнология: возможные пути синтеза гибридных и неорганических материалов.
9. Перспективные неорганические и гибридные высокотемпературные материалы.
10. Гибридные сорбционные материалы.

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. Ежовский, Ю.К. Физико-химические основы технологии материалов электронной техники / Ю.К. Ежовский —СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2007 — 127 с.

3. Ежовский, Ю.К. Технология функциональных пленочных наноматериалов и наноструктур: учебное пособие./ Ю.К.Ежовский - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 92 с.

4. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов / А.А. Малыгин, А.А. Малков -текст лекций.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 71 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 4 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 и задачу по интерпретации СЗМ-изображений. 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. Роль гибридных материалов в развитии высокотехнологичных отраслей промышленности.
2. Пленки Ленгмюра-Блоджетт: основы процесса их получения.
3. Современные проблемы химической технологии катализаторов и неорганических веществ.
4. Понятие конвергентных технологий и гибридные материалы как их перспективный продукт.
5. Перспективные неорганические и гибридные материалы в электрохимических производствах.
6. Примеры применения нанотехнологии молекулярного наслаивания при создании альтернативных источников энергии.

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. Гусев, А.И. Наноматериалы. Наноструктуры. Нанотехнологии / А.И.Гусев. - Москва: Физматлит, 2007. - 415 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8
3. Ежовский, Ю.К. Физико-химические основы технологии материалов электронной техники / 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. - 124 с.
4. Ежовский, Ю.К. Технология функциональных пленочных наноматериалов и наноструктур: учебное пособие./ Ю.К.Ежовский; 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. - 92 с.
5. 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
6. Исследование наноструктур с применением сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие / К.Л.Васильева, О.М.Ищенко, Е.А.Соснов, 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), 2010. - 64 с.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В.Л.Миронов. - Москва: Техносфера, 2005. - 144 с. - ISBN 5-94836-034-2
11. 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
12. Неволин, В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К.Неволин. - Москва: Техносфера, 2006. - 159 с. - ISBN 5-94836-098-9
13. Пул, Ч. Нанотехнологии/ Ч.Пул, Ф.Оуэнс - М.: Техносфера, 2007.- 375 с. - ISBN 978-5-94836-150-5
14. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий/ Н.Г.Рамбиди, А.В.Березкин. - М.: Физматлит. 2009. – 454 с. - ISBN 978-5-9221-0988-8 :

15. 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.; 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. - 183 с.
16. Соснов, Е.А. Методы зондовой микроскопии. Сканирующая ионная микроскопия: учебное пособие / Е.А.Соснов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2015. - 52 с.
17. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологии: Учебное пособие / В.В. Старостин; Под ред. Л.Н.Патрикеева. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.- 431 с. - ISBN 978-5-94774-727-0
18. Суздаев, И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П.Суздаев. – Изд. 2-е испр. – Москва: Книжный дом «ЛИБРОМ», 2009. – 592 с. - ISBN 978-5-397-00217-2
19. Экономика инновационной деятельности наукоемких предприятий: Учебник./ Под ред. А.А.Колобова, И.Н.Омельченко. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007. - 384 с. - ISBN 978-5-7038-3077-2

б) электронные издания:

1. Ежовский, Ю.К. Физико-химические основы технологии материалов электронной техники / 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. - 124 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
2. Ежовский, Ю.К. Технология функциональных пленочных наноматериалов и наноструктур: учебное пособие./ Ю.К.Ежовский; 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. - 92 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
3. Исследование наноструктур с применением сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие / К.Л.Васильева, О.М.Ищенко, Е.А.Соснов, 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), 2010. - 64 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
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. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
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. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
6. 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.
 7. Рентгеновские трубки: устройство применение, проблемы электрической прочности и нанотехнологические подходы ее повышения: учебное пособие / Г.Л.Брусилковский, Н.А.Куликов, А.А.Малков и др.; 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. - 183 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
 8. Соснов, Е.А. Методы зондовой микроскопии. Сканирующая ионная микроскопия: учебное пособие / Е.А.Соснов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2015. - 52 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 "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; помечать 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 2-3 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

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. Страница поддержки пользователей оборудования НТ-МДТ <http://www.ntmdt.ru/spm-methodologies>

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 направлению 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
"Перспективные химические технологии неорганических и гибридных материалов"**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-4.1	Проведение поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по технологиям получения неорганических и гибридных материалов, выбор методик и средств решения задачи	промежуточный
ОПК-4.2	Способность оценить эффективность новых технологий получения неорганических и гибридных материалов и внедрить их в производство	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)	
			«не зачтено»	«зачтено»
ОПК-4.1 Проведение поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по технологиям получения неорганических и гибридных материалов, выбор методик и средств решения задачи	Знать: источники информации по перспективному неорганическому и гибридным материалам. (ЗН-1) Уметь: осуществлять самостоятельный поиск и критический анализ литературных данных о химических технологиях неорганических и гибридных материалов. (У-1)	Ответы на вопросы №№ 1-5 к зачету Ответы на вопросы №№ 6-11 к зачету	Не знает источники информации по перспективному неорганическому и гибридным материалам.	Знает источники информации по перспективному неорганическому и гибридным материалам.
			Не умеет осуществлять самостоятельный поиск и критический анализ литературных данных о химических технологиях неорганических и гибридных материалов	Умеет осуществлять самостоятельный поиск и критический анализ литературных данных о химических технологиях неорганических и гибридных материалов
ОПК-4.2 Способность оценить эффективность новых технологий получения неорганических и гибридных материалов и внедрить их в производство	Знать: назначение и области применения неорганических и гибридных материалов по отраслям и их современное состояние. (ЗН-2)	Ответы на вопросы №№ 12-18 к зачету Ответы на вопросы №№ 19-35 к зачету	Не владеет методами и критериями оценки свойств неорганических и гибридных материалов по отраслям	Владеет методами и критериями оценки свойств неорганических и гибридных материалов по отраслям
			Не знает назначение и области применения неорганических и гибридных материалов по отраслям и их современное состояние.	Знает назначение и области применения неорганических и гибридных материалов по отраслям и их современное состояние.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«не зачтено»	«зачтено»
	<p>Уметь: проводить экспериментальные исследования по получению и исследованию свойств неорганических и гибридных материалов применительно к соответствующим отраслям. (У-2)</p> <p>Владеть: методологией оценки свойств новых материалов и путей их практического применения. (Н-2)</p>	<p>Ответы на вопросы №№ 36-44 к зачету</p> <p>Ответы на вопросы №№ 45-50 к зачету</p>	<p>Не умеет проводить экспериментальные исследования по получению и исследованию свойств неорганических и гибридных материалов применительно к соответствующим отраслям.</p> <p>Не владеет методологией оценки свойств новых материалов и путей их практического применения.</p>	<p>Умеет проводить экспериментальные исследования по получению и исследованию свойств неорганических и гибридных материалов применительно к соответствующим отраслям.</p> <p>Владеет методологией оценки свойств новых материалов и путей их практического применения.</p>

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 ОПК-4.1:

1. Вклад химии и химических подходов в создание неорганических и гибридных материалов.
2. Основные направления в материаловедении при создании неорганических и гибридных материалов
3. Основные научные направления и критические технологии, их влияние на формирование НИР и ОКР в различных отраслях материаловедения.
4. Что такое гибридные материалы, их преимущества, привести примеры.
5. Роль гибридных материалов в развитии высокотехнологичных отраслей промышленности.
6. Композиционные материалы – перспективные гибридные системы, их преимущества (привести примеры).
7. Наноконпозиции «ядро – (нано)оболочка» как перспективный вид гибридных материалов.
8. Химическое осаждение из газовой фазы: суть процесса и способы его проведения в режиме тонких пленок, в т.ч. в сочетании с физическими воздействиями.
9. Пленки Ленгмюра-Блоджетт: основы процесса их получения.
10. Золь-гель процессы в технологии неорганических и гибридных материалов.
11. Суть темплатного синтеза и создание неорганических и гибридных материалов с его использованием (привести примеры).
12. Привести примеры получения оксидных, нитридных, сульфидных и др. моно- и многокомпонентных поверхностных структур.
13. Получение структур методом диффузии: физико-химические основы процесса, диффузанты, способы, оборудование, расчет.
14. Получение структур методом ионной имплантации: физико-химические основы
15. Триодная и магнетронная схемы катодного распыления, основные узлы установок и их назначение.
16. Получение тонких пленок термическим испарением в вакууме: суть метода, исходные данные для расчета
17. Методы и оборудование для получения тонких пленок катодным распылением: суть метода, распыление металлов и диэлектриков, расчет коэффициента катодного распыления.
18. Схема установки для получения пленок Ленгмюра-Блоджетт и ее технологические характеристики

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-4.2:

19. Понятие и классификация нанотехнологий.
20. Классификация и виды наноматериалов привести примеры)
21. Классификация методов получения материалов вида «ядро – оболочка» (тонкопленочные химические и физико-химические технологии).
22. Основная гипотеза и принципы метода молекулярного наслаивания.
23. Синтетические возможности метода молекулярного наслаивания и их использование при синтезе материалов.
24. Роль хемоинформатики, квантово-химического и других видов моделирования при создании и прогнозировании свойств материалов.
25. Туннельно-зондовая нанотехнология: возможные пути синтеза гибридных и неорганических материалов.
26. Современные проблемы химической технологии катализаторов и неорганических веществ.
27. Понятие конвергентных технологий и гибридные материалы как их перспективный продукт.
28. Перспективные неорганические и гибридные материалы в электрохимических производствах.
29. Перспективные неорганические и гибридные высокотемпературные материалы.
30. Перспективные неорганические и гибридные материалы в каталитических и сорбционных процессах.

31. Перспективные неорганические и гибридные материалы при создании изделий электронной техники.
32. Гибридные сорбционные материалы.
33. Каталитические материалы при создании мембранно-каталитических реакторов.
34. Мембранные каталитические реакторы и их применение в процессах окислительного дегидрирования углеводородов.
35. Молекулярно-пучковая эпитаксия: схема установки и ее особенности.
36. Регулирование режимов спекания неорганических материалов путем модифицирования их поверхности.
37. Примеры синтеза оксидных, нитридных, халькогенидных, металлических, углеродных моно-, поли- и гетероструктур методом молекулярного наслаивания
38. Классификация твердых веществ с позиций «остовой» гипотезы и пути их превращений за счет функциональных групп (молекулярное наслаивание) и за счет структурных единиц остова (деструкционно-эпитаксиальные превращения).
39. Технологическое оборудование для реализации процесса молекулярного наслаивания
40. Обоснование режимов проведения процесса при атмосферном и пониженном давлениях: проточная, вакуумная и проточно-вакуумные системы.
41. Схемы и конструктивные особенности установок молекулярного наслаивания для модифицирования дисперсных и пористых материалов
42. Макрокинетика процесса молекулярного наслаивания. контроль *in situ* процесса молекулярного наслаивания
43. Структурно-размерные эффекты в продуктах МН и их учет при создании функциональных материалов.
44. Методология проектирования материалов вида «ядро – оболочка» с учетом синтетических возможностей процесса и выявленных структурно-размерных эффектов
45. Примеры применения нанотехнологии молекулярного наслаивания при создании сорбционных и каталитических материалов,
46. Примеры применения нанотехнологии молекулярного наслаивания при создании альтернативных источников энергии, включая электроды литийионных батарей, суперконденсаторов, элементов устройств солнечной энергетики;
47. Примеры применения нанотехнологии молекулярного наслаивания при создании композиционных материалов различного назначения;
48. Примеры применения нанотехнологии молекулярного наслаивания при создании гибридных органо-неорганических композиций с пониженной горючестью и повышенной термоокислительной стойкостью;
49. Примеры применения нанотехнологии молекулярного наслаивания при создании керамических материалов с повышенными эксплуатационными свойствами и улучшенными режимами термокомпактирования;
50. Примеры применения нанотехнологии молекулярного наслаивания при создании сенсорных датчиков на основе керамических матриц, оптических волокон; полимерных электретных материалов.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает 2 вопроса из перечня, приведенного выше, и задачу по интерпретации СЗМ-изображений

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.