

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.09.2023 17:26:31
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
«_____» _____ 2020 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКАЯ СБОРКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

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.ДВ.01.01

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Химическая сборка функциональных материалов и покрытий»
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	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	13
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	14
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	16
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	16
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	17
10.1. Информационные технологии	17
10.2. Программное обеспечение	17
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	17
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	17
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	18
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	19

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-1.8 Способность к разработке технологий создания наноматериалов различного вида, электровакуумных и полупроводниковых материалов различного назначения, методик исследования физических и химических свойств наночастиц, поверхностных наноструктур и получаемых материалов</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможности современных перспективных физических и химических методов получения наноматериалов и нанопокртый (ЗН-1). - возможности основных физико-химических методов исследования для оценки свойств функциональных свойств наноматериалов и нанопокртый (ЗН-2). - способы прецизионного регулирования физико-химических свойств наноматериалов и нанопокртый (ЗН-3). - области применения наночастиц и поверхностных наноструктур в наноматериалах различного функционального назначения (ЗН-4). <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устанавливать корреляции между физическими и химическими свойствами наночастиц и поверхностных наноструктур со свойствами получаемых на их основе материалов (У-1). - формулировать требования к свойствам наноматериалов, используемых для решения определенных практических задач с помощью варьирования технологии наноматериалов (У-2). <p>Владеть: навыками разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов на атомно-молекулярном уровне (Н-1).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химическая сборка функциональных материалов и покрытий» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры Б1.В.ДВ.01.01) 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 "Физика", "Физическая химия твердого тела", "Методы исследования наносистем и наноматериалов", "Химическая технология наноматериалов и наносистем", "Метрология, стандартизация и сертификация", "Химические основы нанотехнологий", "Функциональные наноматериалы", а также дисциплины "Дополнительные главы физической химии твердого тела", "Дополнительные главы технологии материалов и изделий электронной техники", "Техника ИК-спектроскопии", "Разработка и проектирование технологических процессов микроэлектроники", читаемые в первом и втором семестрах 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 нанотехнологических процессов при создании функциональных наноматериалов и покрытий, при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности и (или) для успешного обучения в аспирантуре.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц / академических часов)	5 / 180
Контактная работа с преподавателем:	76
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (36)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	77
Формы текущего контроля	-
Форма промежуточной аттестации	экзамен (27)

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	Введение. Предмет и задачи курса	2				ПК-1
2	Основные типы и методы получения наноразмерных систем, их классификация	4	4		10	ПК-1
3	Особенности состава и химического строения вещества в твердотельном состоянии	4	2		12	ПК-1
4	Роль химии и химической технологии при получении материалов и нанопокровтий	6	4		10	ПК-1
5	Химические основы синтеза наноструктур на поверхности твердофазных матриц методом молекулярного наслаивания	4	8		12	ПК-1
6	Создание наноматериалов различного функционального назначения методом МН	6	6		8	ПК-1
7	Химическая нанотехнология на принципах метода молекулярного наслаивания	4	6		12	ПК-1
8	Применение химической нанотехнологии на принципах метода молекулярного наслаивания в современном материаловедении	6	6		13	ПК-1
ИТОГО		36	36		77	

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-1.8	Введение. Предмет и задачи курса Основные типы и методы получения наноразмерных систем, их классификация Особенности состава и химического строения вещества в твердотельном состоянии Роль химии и химической технологии при получении материалов и нанопокровтий Химические основы синтеза наноструктур на поверхности твердофазных матриц методом молекулярного наслаивания Создание наноматериалов различного функционального назначения методом МН Химическая нанотехнология на принципах метода молекулярного наслаивания Применение химической нанотехнологии на принципах метода молекулярного наслаивания в современном материаловедении

4.3 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение. Предмет и задачи курса Предмет и задачи курса. Специфика твердого тела. Соотношения состав – структура - свойства. Обзор основных вопросов лекционных и практических занятий. Рекомендуемая литература.	2	
2	Основные типы и методы получения наноразмерных систем, их классификация Определение нанотехнологии, наноматериала, их принципиальные отличия от макрообъектов, классификация наноразмерных систем. Классификация методов синтеза наноструктур с использованием физических и химических подходов, анализ и сопоставление их возможностей.	4	Лекция-беседа
3	Особенности состава и химического строения вещества в твердотельном состоянии Структурная организация вещества. Два вида надмолекул. «Нестехиометрические соединения». Полиатомность твердых веществ. Проблемы индивидуализации полиатомных веществ. Факторы, провоцирующие представления о несоблюдении стехиометрии для твердых веществ.	4	Лекция-беседа
4	Роль химии и химической технологии при получении материалов и нанопокровов Остовно-функциональная модель твердого тела. Анализ с позиций «остовой» гипотезы В. Б. Алесковского возможных путей превращений надмолекулярных соединений. Функциональные и остовные превращения твердых веществ.	6	Лекция-беседа
5	Химические основы синтеза наноструктур на поверхности твердофазных матриц методом молекулярного наслаивания Принципы метода молекулярного наслаивания (МН). Формирование монослоя на поверхности твердых тел. Синтез нанослоев заданной толщины. Синтез многокомпонентных поверхностных наноструктур.	4	Лекция-беседа
6	Создание наноматериалов различного функционального назначения методом МН Специфические свойства сверхтонких слоев. Получение функциональной поверхности с заданной реакционной способностью. Регулирование физико-химических свойств поверхностных структур. Регулирование параметров пористой структуры твердого тела и его приповерхностного слоя	6	
7	Химическая нанотехнология на принципах	4	Лекция-беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>метода молекулярного наслаивания Технологические особенности реализации реакций молекулярного наслаивания. Технологические схемы и аппаратное оформление при реализации химической нанотехнологии на принципах молекулярного наслаивания. Проточная технология МН Вакуумная технология МН. Аппаратурное оформление процессов молекулярного наслаивания, требования к технологическому оборудованию для проточного и вакуумного вариантов технологии химической сборки материалов методом МН.</p>		
8	<p>Применение химической нанотехнологии на принципах метода молекулярного наслаивания в современном материаловедении Программирование состава и толщины зон с точностью в один монослой полиэдров. Особенности различных видов нанотехнологических процессов при получении двумерных нанопокровов на поверхности твердотельных матриц. Междисциплинарный характер и гибкость нанотехнологии на принципах метода МН.</p>	6	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	Основные типы и методы получения наноразмерных систем, их классификация. Анализ хронологии развития методов синтеза наноматериалов с использованием двух основных технологических подхода: диспергационного («сверху–вниз»), конденсационного («снизу–вверх»).	2	2	Групповая научная дискуссия
	Методы, объединенные по характеру среды, в которой происходит формирование наноструктур. Методы, группирующиеся по форме образующихся продуктов.	2	2	
3	Особенности состава и химического строения вещества в твердотельном состоянии Особенности химических превращений твердых веществ и пути получения твердых веществ. Структурно-химические последствия перехода вещества в твердое состояние.	2	2	Групповая научная дискуссия
4	Роль химии и химической технологии при получении материалов и нанопокровтий Гравиметрический метод определения содержания гидроксильных групп в твёрдом теле.	2	2	
	Определение содержания гидроксильных групп на поверхности твёрдого тела методом титрования	2	2	
5	Химические основы синтеза наноструктур на поверхности твердофазных матриц методом молекулярного наслаивания Определение поверхностной плотности гидроксильных групп на грани кристалла исходя из его структуры	2	2	
	Оценка поверхностной плотности функциональных групп в полимере исходя из его брутто-формулы и плотности	2	2	
	Размерно-структурные эффекты в продуктах молекулярного наслаивания. Эффект монослоя. Эффект перекрывания подложки.	2	2	Групповая научная дискуссия
	Эффект взаимного согласования структуры поверхности подложки и наращиваемого слоя. Эффект многокомпонентной системы.	2	2	Групповая научная дискуссия
6	Создание наноматериалов различного функционального назначения методом МН Регулирование физико-химических свойств поверхностных структур.	2	2	Групповая научная дискуссия

	Специфические свойства сверхтонких слоев. Получение функциональной поверхности с заданной реакционной способностью.	2	2	Групповая научная дискуссия
	Регулирование параметров пористой структуры твердого тела и его приповерхностного слоя.	2	2	
7	Химическая нанотехнология на принципах метода молекулярного наслаивания Гравиметрическое исследование процесса дегидроксилирования нанотрубки хризотила	2	2	
	Определение стехиометрии взаимодействия летучего галогенида с гидроксильной поверхностью твёрдого тела	2	2	
	Изучение стехиометрии процесса молекулярного наслаивания оксида из оксогалогенида и воды	2	2	
8	Применение химической нанотехнологии на принципах метода молекулярного наслаивания в современном материаловедении Создание с применением нанотехнологии МН диэлектрических материалов. Создание с применением нанотехнологии МН каталитически-активных материалов. Создание с применением нанотехнологии МН материалов адгезионных свойств.	2	2	Групповая научная дискуссия
	Создание с применением нанотехнологии МН материалов с оптическими свойствами. Создание с применением нанотехнологии МН материалов с магнитными свойствами. Создание с применением нанотехнологии МН орбционно-активных материалов.	2	2	Групповая научная дискуссия
	Создание с применением нанотехнологии МН материалов огнегасящего действия. Создание с применением нанотехнологии МН материалов для регулирования прочностных свойств. Нанесение и свойства функциональных нанопокровов на поверхности пленок ПВХ	2	2	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
2	Основные типы и методы получения наноразмерных систем, их классификация. Некоторые исторические аспекты развития электронной и вакуумной техники. Основные тенденции в развитии технологии и оборудования в электронике и других областях материаловедения, роль химии поверхности, предпосылки появления нанoeлектроники, наноматериалов, химической нанотехнологии.	10	устный опрос
3	Особенности состава и химического строения вещества в твердотельном состоянии Вклад советских и российских ученых-химиков и технологов в создании научных основ и разработке новых технологий в области создания функциональных тонкопленочных и других видов материалов и изделий электронной техники. Структурно-химические последствия перехода вещества в твердое состояние.	12	устный опрос
4	Роль химии и химической технологии при получении материалов и нанопокровтий Особенности различных видов нанотехнологических процессов: туннельно-зондовая нанотехнология с применением приемов локального химического модифицирования поверхности подложки; золь-гель процессы; метод молекулярного наслаивания, атомно-слоевая эпитаксия; технология пленок Ленгмюра-Блоджетт; некоторые виды химического осаждения из газовой фазы в сочетании с физическими и физико-химическими воздействиями.	10	устный опрос
5	Химические основы синтеза наноструктур на поверхности твердофазных матриц методом молекулярного наслаивания Формирование осовно-функционального строения химической модели твердого вещества и полинаправленность его химических превращений. Процессы самосборки в наносистемах. Принципы метода молекулярного наслаивания (МН), важность реализации процесса в условиях максимального удаления от равновесия. Химические основы нанотехнологии на принципах метода МН. Синтетические возможности метода МН: синтез мономолекулярных слоев, нанопокровтий заданной толщины, многокомпонентных монослоев, многозонных нанослоев.	12	устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
6	<p>Создание наноматериалов различного функционального назначения методом МН Структурно-размерные эффекты в продуктах МН и перспективные направления их реализации в твердофазном материаловедении. Эффект монослоя – проявление на основе конкретных примеров. Эффект перекрывания подложки – проявление на основе конкретных примеров. Эффект взаимного согласования структуры поверхности подложки и нараставаемого слоя – проявление на основе конкретных примеров. Эффект многокомпонентной системы – проявление на основе конкретных примеров. Формирование материалов ядро-наноболочка</p>	8	
7	<p>Химическая нанотехнология на принципах метода молекулярного наслаивания Перспективы применения химической нанотехнологии на принципах метода МН при создании функциональных наноматериалов и покрытий. Аппаратурное оформление процессов молекулярного наслаивания, требования к технологическому оборудованию для проточного и вакуумного вариантов технологии химической сборки материалов методом МН.</p>	12	устный опрос
8	<p>Применение химической нанотехнологии на принципах метода молекулярного наслаивания в современном материаловедении Создание с применением нанотехнологии МН диэлектрических материалов. Создание с применением нанотехнологии МН каталитически-активных материалов. Создание с применением нанотехнологии МН материалов адгезионных свойств. Создание с применением нанотехнологии МН материалов с оптическими свойствами. Создание с применением нанотехнологии МН материалов с магнитными свойствами. Создание с применением нанотехнологии МН сорбционно-активных материалов. Создание с применением нанотехнологии МН материалов огнегасящего действия. Создание с применением нанотехнологии МН материалов для регулирования прочностных свойств. Нанесение и свойства функциональных нанопокровов на поверхности пленок ПВХ.</p>	13	устный опрос

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

1. Бодалёв, И.С. Термогравиметрический контроль физико-химических процессов на поверхности твердых веществ: Практикум / И.С.Бодалёв, А.А.Малков, Е.А.Соснов. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 62 с.
2. Ежовский, Ю.К. Физико-химические основы технологии материалов электронной техники: учебное пособие / Ю.К.Ежовский. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2007. – 127 с.
3. Ежовский, Ю.К. Введение в технологию материалов электронной техники: Учебное пособие / Ю.К. Ежовский. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 106 с.
4. Ежовский, Ю.К. Технология функциональных пленочных наноматериалов и наноструктур: Учебное пособие / Ю.К. Ежовский – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 92 с.
5. Захарова, Н.В. Метрологическое обеспечение измерений наноразмерных объектов: Учебное пособие / Н.В.Захарова, Е.А.Соснов. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 92 с.
6. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А. Малыгин. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 74 с.
7. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: Текст лекций / А.А. Малыгин, А.А. Малков – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 71 с.
8. Рентгеновские трубки: устройство применение, проблемы электрической прочности и нанотехнологические подходы ее повышения: Учебное пособие / Г.Л.Брусилковский [и др.]. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 184 с.
9. Химическая диагностика материалов / В.Г.Корсаков, М.М.Сычев, С.В.Мякин, Л.Б. Сватовская. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2010. – 224 с. ISBN 978-5-7641-0254-2

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 3 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 в экзаменационном билете:

1. Роль химических подходов в технологии наноматериалов.
2. Химическая нанотехнология на принципах метода МН.
3. Эффект перекрытия подложки – проявление на основе конкретных примеров.
4. Методы и оборудование для синтеза нанопорошков.
5. Роль поверхности в свойствах наноразмерных систем.

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Беляков, А.В. Химические основы нанотехнологии твердофазных материалов различного назначения: учебное пособие / А.В. Беляков, Е.В. Жариков, А.А. Малыгин; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2006.- 102 с.
2. Бодалёв, И.С. Термогравиметрический контроль физико-химических процессов на поверхности твердых веществ: Практикум/ И.С.Бодалёв, А.А.Малков, Е.А.Соснов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 62 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. Ежовский, Ю.К. Введение в технологию материалов электронной техники: Учебное пособие / Ю.К. Ежовский; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 106 с.
5. Ежовский, Ю.К. Технология функциональных пленочных наноматериалов и наноструктур: Учебное пособие / Ю.К. Ежовский; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 92 с.
6. Ежовский, Ю.К. Технология и свойства тонкопленочных структур: Практикум / Ю.К. Ежовский, Н.В. Захарова; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 99 с.
7. Захарова, Н.В. Метрологическое обеспечение измерений наноразмерных объектов: Учебное пособие / Н.В.Захарова, Е.А.Соснов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 92 с.
8. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А. Малыгин; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 74 с.
9. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: Текст лекций / А.А. Малыгин, А.А. Малков; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 71 с.
10. Рентгеновские трубки: устройство применение, проблемы электрической прочности и нанотехнологические подходы ее повышения: Учебное пособие / Г.Л.Брусилловский [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),

Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 184 с.

11. 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
12. Третьяков, Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов / Ю.Д. Третьяков, В.И.Путляев. - Москва: Изд-во МГУ, Наука, 2006. - 400 с. - ISBN 5-211-06045-8
13. Химическая диагностика материалов / В.Г.Корсаков, М.М.Сычев, С.В.Мякин, Л.Б. Сватовская. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2010. - 224 с. - ISBN 978-5-7641-0254-2

б) электронные издания:

1. Бодалёв, И.С. Термогравиметрический контроль физико-химических процессов на поверхности твердых веществ: Практикум / И.С.Бодалёв, А.А.Малков, Е.А.Соснов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 62 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. 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.
3. Ежовский, Ю.К. Введение в технологию материалов электронной техники: 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), 2012. – 106 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
4. Ежовский, Ю.К. Технология функциональных пленочных наноматериалов и наноструктур: Учебное пособие / Ю.К. Ежовский; Министерство науки и высшего образования 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.
5. Захарова, Н.В. Метрологическое обеспечение измерений наноразмерных объектов: Учебное пособие / Н.В.Захарова, Е.А.Соснов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 92 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
6. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А.Малыгин; Министерство науки и высшего образования 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.
7. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: Текст лекций / А.А. Малыгин, А.А. Малков; Министерство науки и высшего образования 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. Нано- и биокompозиты/ 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.
 9. Рентгеновские трубки: устройство применение, проблемы электрической прочности и нанотехнологические подходы ее повышения: Учебное пособие / Г.Л.Брусиловский [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 184 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 студенту 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 3 семестра в виде экзамена в устной форме. Экзамен предусматривает 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.

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»

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 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
«Химическая сборка функциональных материалов и покрытий»**

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

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-1.8 Способность к разработке технологий создания наноматериалов различного вида, электровакуумных и полупроводниковых материалов различного назначения, методик исследования физических и химических свойств наночастиц, поверхностных наноструктур и полупроводящих материалов	Знает возможности современных перспективных физических и химических методов получения наноматериалов и нанопокрытий (ЗН-1). Знает возможности основных физико-химических исследований для оценки свойств функциональных свойств наноматериалов и нанопокрытий (ЗН-2).	Ответы на вопросы №№ 1-6 к экзамену	Имеет представление о возможностях современных перспективных физических и химических методов получения наноматериалов и нанопокрытий	Знает возможности основных современных перспективных физических и химических методов получения наноматериалов и нанопокрытий	Знает и может применять на практике возможности современных перспективных физических и химических методов получения наноматериалов и нанопокрытий
	Знает способы прецизионного регулирования физических свойств наноматериалов и нанопокрытий (ЗН-3).	Ответы на вопросы №№ 11-19 к экзамену	Имеет представление о способах прецизионного регулирования физико-химических свойств наноматериалов и нанопокрытий	Знает основные способы прецизионного регулирования физических свойств наноматериалов и нанопокрытий	Знает особенности основных способов прецизионного регулирования физико-химических свойств наноматериалов и нанопокрытий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Знает области применения наночастиц и поверхностных наноструктур в наноматериалах различного функционального назначения (ЗН-4).	Ответы на вопросы №№ 20-24 к экзамену	Имеет понятия об областях применения наночастиц и поверхностных наноструктур в наноматериалах различного функционального назначения	Знает области применения наночастиц и поверхностных наноструктур в наноматериалах различного функционального назначения	Знает и умеет использовать области применения наночастиц и поверхностных наноструктур в наноматериалах различного функционального назначения
	Умеет устанавливать корреляции между физическими и химическими свойствами наночастиц и поверхностных наноструктур со свойствами получаемых на их основе материалов (У-1)	Ответы на вопросы №№ 25-28 к экзамену	Имеет представление об установлении корреляции между физическими и химическими свойствами наночастиц и поверхностных наноструктур со свойствами получаемых на их основе материалов	Умеет устанавливать корреляции между физическими и химическими свойствами наночастиц и поверхностных наноструктур со свойствами получаемых на их основе материалов	Владеет навыками устанавливать корреляции между физическими и химическими свойствами наночастиц и поверхностных наноструктур со свойствами получаемых на их основе материалов
	Умеет формулировать требования к свойствам наноматериалов, используемых для решения определенных практических задач с помощью варьирования технологии наноматериалов (У-2)	Ответы на вопросы №№ 29-34 к экзамену	Имеет представление о формулировании требований к свойствам наноматериалов, используемых для решения определенных практических задач с помощью варьирования технологии наноматериалов	Умеет формулировать требования к свойствам наноматериалов, используемых для решения определенных практических задач с помощью варьирования технологии наноматериалов	Владеет навыками формулирования требований к свойствам наноматериалов, используемых для решения определенных практических задач с помощью варьирования технологии наноматериалов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет навыками разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов на атомно-молекулярном уровне (Н-1)	Ответы на вопросы №№ 35-40	Имеет представление о разработке и использовании новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов на атомно-молекулярном уровне	Владеет навыками разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов на атомно-молекулярном уровне	Применяет на практике навыками разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов на атомно-молекулярном уровне

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

Оценка «неудовлетворительно» 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. Два основных технологических подхода, используемых для получения наноразмерных структур? Чем это обусловлено?
2. Установки и оборудование для проточного варианта технологии химической сборки материалов методом МН.
3. Установки и оборудование для вакуумного варианта технологии химической сборки материалов методом МН.
4. Технологические особенности реализации реакций молекулярного наслаивания.
5. Технологические схемы и аппаратное оформление при реализации химической нанотехнологии на принципах молекулярного наслаивания.
6. Перспективные способы получения нанопокровов.
7. Ограничения и возможности различных методов исследования наноматериалов, принципы их комбинирования.
8. Какие возможности и какие ограничения имеют спектроскопические методы исследования наноструктурированных объектов?
9. Насколько точную информацию о размерах частиц нанопорошка позволяет получить метод газовой адсорбции? В чем сущность данного метода?
10. Что такое поверхностная энергия? Какие методы используют для определения поверхностных энергий твердых тел?
11. Почему особые свойства вещества в наноразмерном состоянии связывают со свойствами поверхности? Чем поверхность отличается от объема вещества?
12. Классификация методов синтеза наноматериалов.
13. Роль химических подходов в технологии наноматериалов.
14. Перспективные способы получения нанопокровов.
15. Формирование основно-функционального строения химической модели твердого вещества и полинаправленность его химических превращений.
16. Принципы метода молекулярного наслаивания (МН), важность реализации процесса в условиях максимального удаления от равновесия.
17. Структурно-химические особенности формирования монослоя.
18. Концентрационный фактор и его значения при описании процессов МН.
19. Синтетические возможности метода МН: синтез мономолекулярных слоев, нанопокровов заданной толщины, многокомпонентных монослоев, многозонных нанослоев.
20. Структурно-размерные эффекты в продуктах МН и перспективные направления их реализации в твердофазном материаловедении.
21. Эффект монослоя – проявление на основе конкретных примеров.
22. Эффект перекрытия подложки – проявление на основе конкретных примеров.
23. Эффект взаимного согласования структуры поверхности подложки и наращиваемого слоя – проявление на основе конкретных примеров.
24. Эффект многокомпонентной системы – проявление на основе конкретных примеров.
25. Требования к исходным реагентам при осуществлении процесса МН.
26. Температурные границы осуществления процесса МН.
27. Химические основы нанотехнологии на принципах метода МН.
28. Структурно-размерные эффекты в продуктах МН и перспективные направления их реализации.
29. Перспективы применения химической нанотехнологии на принципах метода молекулярного наслаивания в современном материаловедении.
30. Междисциплинарный характер и гибкость нанотехнологии на принципах метода МН.
31. Нанотехнология в производстве сенсорных датчиков.

32. Применение наноматериалов в электронике при создании функциональных диэлектрических нанопокровтий.
33. Применение наноматериалов в электронике при создании функциональных полупроводниковых нанопокровтий
34. Применение наноматериалов в электронике при создании функциональных проводящих нанопокровтий
35. Требования к технологическому оборудованию МН.
36. Проточная технология МН - особенности.
37. Вакуумная и проточно-вакуумная технология МН – особенности.
38. Аппаратурное оформление процессов молекулярного наслаивания, требования к технологическому оборудованию для проточного варианта технологии химической сборки материалов методом МН.
39. Установки и оборудование для проточного варианта технологии химической сборки материалов методом МН.
- 40 Установки и оборудование для вакуумного варианта технологии химической сборки материалов методом МН.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзаменационный билет содержит два вопроса 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.