

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.09.2023 17:26:27
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
ПРОЦЕССЫ МАССОПЕРЕНОСА В СИСТЕМАХ С УЧАСТИЕМ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ

Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология
Программа магистратуры
Химическая технология материалов и изделий электронной техники

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **Химии веществ и материалов**

Кафедра **Химической нанотехнологии и материалов электронной техники**

Санкт-Петербург

2020

Б1.В.01

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы» 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	08
4.4.1. Семинары, практические занятия	08
4.4.2. Лабораторные занятия.....	08
4.5. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
10.1. Информационные технологии	13
10.2. Программное обеспечение	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	13
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	14

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:

<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-1.1 Способность использовать процессы массопереноса в технологии производства материалов электронной техники</p>	<p>Знать: - физические и химические принципы, лежащие в основе процессов массопереноса с использованием твердых тел (ЗН-1) - виды технологий, использующих процессы массопереноса в производстве материалов электронной техники (ЗН-2). Уметь: формулировать круг практических задач, которые можно решить с помощью процессов массопереноса (У-1).</p>
<p>ПК-2 Способен применять навыки экспериментальных исследований и диагностики материалов электронной техники, анализа процессов их производства, обработки и модификации</p>	<p>ПК-2.1 Способность использовать современные приборы, оборудование и методики для реализации различных технологий при создании наноматериалов</p>	<p>Знать: методические особенности и оборудование для реализации различных технологий при создании наноматериалов (ЗН-3). Уметь: проводить экспериментальные исследования с использованием технологического оборудования, обрабатывать, анализировать и корректно интерпретировать полученные результаты (У-2). Владеть: - оборудованием технологий поверхностных структур различного функционального назначения (Н-1). - методическими приемами реализации процессов массопереноса (Н-2). - математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных (Н-3).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы" относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.В.01) и изучается на первом году обучения в 1 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" и "Физическая химия твердого тела".

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

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц / академических часов)	5 / 180
Контактная работа с преподавателем:	76
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	54 (24)
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: основное содержание дополнительных глав и их необходимость	2			1	ПК-1
2	Массоперенос в процессах легирования и диффузии	2	14		10	ПК-1
3	Процессы и оборудование для физического и химического осаждения пленок из газовой фазы	2	14		18	ПК-1, ПК 2
4	Нанотехнология молекулярного наслаивания	4	12		16	ПК-1, ПК 2
5	Золь–гель процессы и темплатный синтез	2	4		12	ПК-1
6	Технология пленок Ленгмюра-Блоджетт	2			10	ПК-1, ПК-2
7	Массоперенос в газопоглощающих вакуумных насосах	4	10		10	ПК-1
ИТОГО		18	54		77	

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-1.1	Введение: основное содержание дополнительных глав и их необходимость Массоперенос в процессах легирования и диффузии Процессы и оборудование для физического и химического осаждения пленок из газовой фазы Нанотехнология молекулярного наслаивания Золь–гель процессы и темплатный синтез Технология пленок Ленгмюра-Блоджетт Массоперенос в газопоглощающих вакуумных насосах
2	ПК-2.1	Процессы и оборудование для физического и химического осаждения пленок из газовой фазы Нанотехнология молекулярного наслаивания Технология пленок Ленгмюра-Блоджетт

4.3. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение: основное содержание дополнительных глав и их необходимость Предмет курса и его задачи. Основные области применения процессов массопереноса в электронной технике и их значение для технологии интегральных схем и наноматериалов.	2	Лекция-беседа
2	Массоперенос в процессах легирования и диффузии Физические принципы процессов легирования в электронике, их особенности, оборудование и описание его работы	2	Лекция-беседа
3	Процессы и оборудование для физического и химического осаждения пленок из газовой фазы Вакуумные технологии тонких пленок: испарение и катодное распыление. Физико-химические основы процессов осаждения из газовой фазы. Процессы и оборудование при атмосферном и пониженном давлении. Осаждение из газовой фазы в сочетании с физическими воздействиями.	2	Лекция-беседа
4	Нанотехнология молекулярного наслаивания Принципы молекулярного наслаивания, примеры получения оксидных, нитридных, сульфидных и других видов поверхностных наноструктур. Научные основы технологии молекулярного наслаивания и оборудование для ее реализации. Материалы, полученные с применением метода молекулярного наслаивания.	4	Лекция-беседа
5	Золь-гель процессы и темплатный синтез Суть процессов золь-гель и темплатного синтеза, примеры получения наноматериалов, области применения.	2	Лекция-беседа
6	Технология пленок Ленгмюра-Блоджетт Основы процесса переноса органических пленок на поверхность твердофазных матриц, основные параметры процесса. Состояния органической пленки на поверхности субфазы. Установка Ленгмюра-Блоджетт и ее работа. Применение органических пленок, полученных по технологии Ленгмюра-Блоджетт.	2	Лекция-беседа
7	Массоперенос в газопоглощающих вакуумных насосах Постулаты в физике вакуума. Основное уравнение вакуумной системы, основные характеристики и классификация вакуумных насосов. Газопоглощающие насосы, действующие на принципах массопереноса газовой фазы на твердое тело: адсорбционные, геттерные и криоконденсационные вакуумные насосы, их основные виды и характеристики.	4	Лекция-беседа

4.4. Занятия семинарского типа

4.4.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в т.ч. на практическую подготовку	
2	Массоперенос в процессах легирования и диффузии	14	8	Групповая научная дискуссия
3	Процессы и оборудование для физического и химического осаждения пленок из газовой фазы	14	8	Групповая научная дискуссия
4	Нанотехнология молекулярного наслаивания	12	4	Групповая научная дискуссия
5	Золь–гель процессы и темплатный синтез	4		Групповая научная дискуссия
7	Массоперенос в газопоглощающих вакуумных насосах	10	4	Групповая научная дискуссия

4.4.2. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Введение: основное содержание дополнительных глав и их необходимость Основные процессы планарной технологии и их основные характеристики	1	устный опрос
2	Массоперенос в процессах легирования и диффузии Современные подходы в проектировании технологических процессов в микро- и наноэлектронике Вопросы экологии в микро- и наноэлектронике	10	устный опрос
3	Процессы и оборудование для физического и химического осаждения пленок из газовой фазы Физические методы получения тонких пленок: катодное распыление, вакуумное испарение, молекулярно-пучковая эпитаксия, МОС-гидридная нанотехнология, туннельно-зондовая нанотехнология	18	устный опрос
4	Нанотехнология молекулярного наслаивания Кинетические особенности процессов в системе газ-слой сыпучего материала Структурно-размерные эффекты в продуктах молекулярного наслаивания и области их применения	16	устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
5	Золь–гель процессы и темплатный синтез Темплатный синтез высокопористых материалов Темплатный синтез полимерных мембранных материалов	12	устный опрос
6	Технология пленок Ленгмюра-Блоджетт Получение гибридных органонеорганических пленок Ленгмюра-Блоджетт	10	устный опрос
7	Массоперенос в газопоглощающих вакуумных насосах Классификация вакуумных насосов, основные схемы и принципы работы	10	устный опрос

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

1. Беляков, А.Б. Химические основы нанотехнологии твердофазных материалов различного назначения: учебное пособие / А.Б.Беляков, Е.В.Жариков, А.А.Малыгин. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2006. - 102 с.
2. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А.Малыгин. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 74 с. (ЭБ)
3. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: текст лекций / А.А.Малыгин, А.А.Малков. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 71 с. (ЭБ)
4. 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. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 188 с. (ЭБ)
5. Химическая диагностика материалов/ В.Г.Корсаков, М.М.Сычев, С.В.Мякин, Л.Б.Сватовская. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2010. - 224 с.

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

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце 1 семестра в виде экзамена в устной форме. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала. Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Результаты экзамена включаются в приложение к диплому.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Примеры вопросов, предлагаемых на экзамене:

1. Получение структур методом диффузии: физико-химические основы процесса, диффузанты, способы, оборудование, расчет.
2. Получение структур методом ионной имплантации: физико-химические основы процесса, основные узлы установки и их назначение, виды установок с разным взаимным расположением узлов, методы расчета.
3. Классификация методов получения тонких пленок (механические, физические, физико-химические, химические).

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Альмяшева, О.В. Основы физической химии наноразмерных систем: Конспект лекций / О.В.Альмяшева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра физической химии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 41 с.
2. 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.
3. Гусев, А.И. Наноматериалы. Наноструктуры. Нанотехнологии / А.И.Гусев. - Москва: Физматлит, 2007. - 415 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8
4. 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
5. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А.Малыгин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 74 с.
6. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: текст лекций / А.А.Малыгин, А.А.Малков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 71 с.
7. Неволин, В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К.Неволин. - Москва: Техносфера, 2006. - 159 с. - ISBN 5-94836-098-9
8. 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.
9. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы: Учебное пособие./ Д.И.Рыжонков, В.В.Лёвина, Э.Л.Дзидзигури. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 365 с. - ISBN 978-5-94774-724-9
10. 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
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. 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

13. Цао, Гочжун. Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение / Г.Цао, Ин Ван; Пер. с англ. – Москва : Научный мир, 2012. - 520 с. - ISBN 978-5-91522-224-2

б) электронные издания:

1. Альмяшева, О.В. Основы физической химии наноразмерных систем: Конспект лекций / О.В.Альмяшева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра физической химии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 41 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. Дьячков, П.Н. Электронные свойства и применение нанотрубок / П.Н.Дьячков. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 491 с. - ISBN 978-5-00101-842-1 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. 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.
4. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: текст лекций / А.А.Малыгин, А.А.Малков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 71 с. / СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
5. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие / Е.Д.Мишина и др.; под ред. А.С.Сигова. - 5-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. – ISBN 978-5-00101-473-7 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: по подписке.
6. Раков, Э.Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие / Э.Г.Раков. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 480 с. – ISBN 978-5-00101-741-7 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: по подписке.
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. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы: Учебное пособие./ Д.И.Рыжонков, В.В.Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. - 5-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 368 с. - ISBN 978-5-00101-474-4 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: по подписке.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - media.technolog.edu.ru
2. ЭБ "Библиотека" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки);
3. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет; ЭБС «Лань»

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 039-2013. Магистратура. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2013.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 25 с.
2. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2002.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.- 7 с.
3. СТО СПбГТИ(ТУ) 018-2014. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2014.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 16 с.
4. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2010.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 6 с.
5. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.

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

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце 1 семестра в виде экзамена в устной форме (включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала). Результаты экзамена включаются в приложение к диплому.

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

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций, видеоматериалов;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Представление лекционного материала и проведение практических занятий:

ОС – не ниже MS Windows XP SP3

MS PowerPoint 97 и выше

10.3. Базы данных и информационные справочные системы

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

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

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

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

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

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

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

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

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
"Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы"**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен применять знания об основных типах материалов, применяемых в электронной технике, химических технологий их получения и модификации, обеспечивающих создания материалов и изделий электронной техники с заданными характеристиками	промежуточный
ПК-2	Способен применять навыки экспериментальных исследований и диагностики материалов электронной техники, анализа процессов их производства, обработки и модификации	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-1.1 Способность использовать процессы массопереноса в технологии производства материалов электронной техники	Знает физические и химические принципы, лежащие в основе процессов массопереноса с использованием твердых тел (ЗН-1)	Ответы на вопросы №№ 1-7 к экзамену	Имеет представления о физических и химических принципах, лежащих в основе процессов массопереноса с использованием твердых тел	Знает физические и химические принципы, лежащие в основе процессов массопереноса с использованием твердых тел	Знает и применяет физические и химические принципы, лежащие в основе процессов массопереноса с использованием твердых тел
	Знает виды технологий, используемых в процессах массопереноса в производстве материалов электронной техники (ЗН-2).	Ответы на вопросы №№ 8-14 к экзамену	Имеет представления об основных видах технологий, используемых в процессах массопереноса в производстве материалов электронной техники	Знает основные виды технологий, используемых в процессах массопереноса в производстве материалов электронной техники	Знает и применяет на практике основные виды технологий, используемых в процессах массопереноса в производстве материалов электронной техники
	Умеет оценивать и формулировать круг практических задач, которые можно решить с помощью процессов массопереноса (У-1).	Ответы на вопросы №№ 15-24 к экзамену	Имеет представление о методах оценки практических задач, которые можно решить с помощью процессов массопереноса	Умеет оценивать и формулировать круг практических задач, которые можно решить с помощью процессов массопереноса	Знает причины изменения, умеет оценивать и формулировать круг практических задач, которые можно решить с помощью процессов массопереноса

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-2.1 Способность использовать современные приборы, оборудование и методики для реализации различных технологий при создании наноматериалов	Знает методические особенности и оборудование для реализации различных технологий при создании наноматериалов (ЗН-3). Умеет проводить экспериментальные исследования с использованием технологического оборудования, обрабатывать, анализировать и корректно интерпретировать полученные результаты (У-2).	Ответы на вопросы №25-27 к экзамену	Имеет представления о методических особенностях и оборудовании для реализации различных технологий при создании наноматериалов Имеет представление о том, как проводить экспериментальные исследования с использованием технологического оборудования, обрабатывать, анализировать и корректно интерпретировать полученные результаты	Знает методические особенности и оборудование для реализации различных технологий при создании наноматериалов и способен давать конкретные рекомендации Умеет проводить экспериментальные исследования с использованием технологий различного оборудования, обрабатывать, анализировать и корректно интерпретировать полученные результаты	Знает методические особенности и оборудование для реализации различных технологий при создании наноматериалов и способен давать конкретные рекомендации Знает причины изменений и умеет оценивать результаты проведенных экспериментальных исследований с использованием технологического оборудования, обрабатывать, анализировать и корректно интерпретировать полученные результаты
	Владеет представлениями о путях управления оборудованием технологий поверхностных структур различного функционального назначения	Ответы на вопросы №31-32 к экзамену	Имеет представления о путях управления оборудованием технологий поверхностных структур различного функционального назначения	Владеет методами управления оборудованием технологий поверхностных структур различного функционального назначения	Владеет и применяет на практике методы управления оборудованием технологий поверхностных структур различного функционального назначения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет методическими приемами реализации процессов массопереноса	Ответы на вопросы №№-33-35 к экзамену	Имеет представление о путях управления методическими приемами реализации процессов массопереноса (Н-2).	Владеет методами управления методическими приемами реализации процессов массопереноса (Н-2).	Владеет и применяет на практике методы управления методическими приемами реализации процессов массопереноса (Н-2).
	Владеет математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных	Ответы на вопросы №№ 36-38 к экзамену	Имеет представление о путях управления математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных	Владеет методами управления математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных	Владеет и применяет на практике методы управления математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных

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

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

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

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

1. Общие сведения о материалах электронной техники. Виды полупроводниковых материалов, подложек и основные требования к ним.
2. Современные проблемы химической технологии полупроводников и неорганических веществ.
3. Основные источники информации для развития интеллектуального уровня.
4. Возможные области применения процессов массопереноса в различных отраслях.
5. Перспективы применения процессов массопереноса в технологии полупроводников и неорганических веществ.
6. Получение структур методом диффузии: диффузанты, способы, оборудование.
7. Получение структур методом ионной имплантации: физико-химические основы процесса, основные узлы установки и их назначение, виды установок с разным взаимным расположением узлов, методы расчета.
8. Получение тонких пленок термическим испарением в вакууме: суть метода, состав оборудования, виды установок, основные характеристики, исходные данные для расчета.
9. Методы и оборудование для получения тонких пленок катодным распылением: суть метода, диодная схема (на постоянном токе и высокочастотная), распыление металлов и диэлектриков, расчет коэффициента катодного распыления.
10. Химические методы получения тонких пленок: основные способы и оборудование для химического осаждения пленок из газовой фазы.
11. Перспективные процессы и оборудование тонкопленочной технологии.
12. Оборудование для получения материалов методом молекулярного наслаивания.
13. Области применения метода молекулярного наслаивания.
14. Пленки Ленгмюра-Блоджетт в электронной технике: основы процесса их получения.
15. Адсорбционные насосы: некоторые виды и параметры адсорбентов, принцип действия адсорбционных насосов, основные характеристики.
16. Геттеры, основные понятия, виды, требования к ним. Геттерные насосы: схемы, принцип действия, виды испарителей, основные характеристики насосов.
17. Основные задачи, которые необходимо решать с использованием процессов массопереноса в твердофазном материаловедении.
18. Физико-химические принципы, заложенные в процессах массопереноса.
19. Основные виды научно-технической литературы по процессам массопереноса.
20. Сравнительный анализ процессов диффузионного легирования и ионной имплантации
21. Классификация методов получения тонких пленок (механические, физические, физико-химические, химические).
22. Химические методы получения тонких пленок осаждением из газовой фазы.
23. Принципы метода молекулярного наслаивания и его синтетические возможности.
24. Структурно-размерные эффекты в продуктах, полученных методом молекулярного наслаивания.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-2:

25. Особенности технологического оборудования для легирования полупроводниковых подложек.
26. Суть процессов получения материалов золь-гель методом и темплатным синтезом.
27. Пленки Ленгмюра-Блоджетт в электронной технике: основы процесса их получения.
28. Трехфазная и магнетронная схемы, схема с автономным источником ионизации, основные узлы установок и их назначение, технологические характеристики установок,
29. Установка молекулярно-лучевой эпитаксии: модульная схема и основные характеристики.
30. Оборудование для получения материалов ускоренным методом молекулярного наслаивания.

31. Схема установки Ленгмюра-Блоджетт и ее технологические характеристики.
32. Основные методы контроля процессов массопереноса.
33. Методы обработки результатов при исследовании процессов массопереноса.
34. Химическое осаждение тонких пленок с применением иницирующих воздействий.
35. Сравнительный анализ методов получения тонких пленок.
36. Методы расчета процессов диффузионного легирования.
37. Методы расчета процессов катодного рапыления.
38. Методы расчета процессов вакуумного испарения.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает билет с 2 вопросами из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

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

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

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

3. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.