

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 26.09.2023 17:14:13  
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  
«24» мая 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЗМ**  
**В ТЕХНОЛОГИИ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки

**22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**

Направленность программы магистратуры

**Функциональные наноматериалы и покрытия для твердотельной электроники**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **Химии веществ и материалов**

Кафедра **Химической нанотехнологии и материалов электронной техники**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		А.С. Ципанова

Рабочая программа дисциплины «Перспективы использования СЗМ в технологии наноматериалов»  
обсуждена на заседании кафедры химической нанотехнологии и материалов электронной  
техники

протокол от 15.04.2021 № 9

Заведующий кафедрой

профессор А.А. Малыгин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов

протокол от 20.05. 2021 №8

Председатель

доцент С.Г. Изотова

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель ООП «Материаловедение и технологии материалов»		доцент Н.В. Захарова
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.....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	12
10.1. Информационные технологии .....	12
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 .....	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:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-6</b> Способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики.</p>	<p><b>ПК-6.1</b> Проведение физико-химических исследований наноструктурированных материалов и функциональных покрытий</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные физические принципы, на которых базируются методики сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) (ЗН-1);</li> <li>- устройство современных сканирующих зондовых микроскопов (ЗН-2);</li> <li>- области применения соответствующих методик и режимов СЗМ (ЗН-3);</li> <li>- возможности и ограничения различных методик СЗМ при исследовании и создании функциональных наноматериалов (ЗН-4).</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с современными сканирующими зондовыми микроскопами (У-1);</li> <li>- формулировать требования к проведению СЗМ-исследований поверхности наноматериалов (У-2);</li> <li>- адаптировать имеющиеся методики СЗМ для исследования наноматериалов и нанопокровов различного функционального назначения в соответствии с поставленными задачами (У-3).</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения исследований наноматериалов с применением соответствующей методики СЗМ (Н-1);</li> <li>- навыками обработки и анализа полученных СЗМ-изображений (Н-2).</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Перспективы использования СЗМ в технологии наноматериалов" относится к факультативным дисциплинам образовательной программы магистратуры (ФТД.02) и изучается на первом году обучения во 2 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных в ходе обучения по программам бакалавриата по направлению подготовки 22.03.01 при изучении курсов "Физика", "Математика", "Прикладная механика", "Общее материаловедение и технологии материалов", "Функциональные наноматериалы" и "Основы научных исследований", а также дисциплины "Физико-химические методы исследования твердых веществ в наноразмерном состоянии", читаемой на 1 курсе магистратуры.

Полученные в результате освоения дисциплины "Перспективы использования СЗМ в технологии наноматериалов" знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении магистерских диссертаций по тематике, связанной с разработкой и внедрением инновационных наукоемких процессов, материалов и технологий, созданием и исследованием поверхности функциональных или конструкционных наноматериалов, разработкой нанотехнологических процессов.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц / академических часов)	<b>1 / 36</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>32</b>
занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа, в т.ч.	16
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	16 (16)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>
<b>Формы текущего контроля</b>	<b>-</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>

#### 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	Эволюция инструментальной и методологической базы СЗМ	2				ПК-6.1
2	Возможности различных методик СЗМ для создания и исследования наноматериалов	6	8		1	ПК-6.1
3	Использование СЗМ для исследования полимерных материалов	4	4		1	ПК-6.1
4	Использование СЗМ для исследования сверхтонких покрытий на поверхности твердотельных матриц	2	2		1	ПК-6.1
5	Новейшие разработки в сфере применения СЗМ в нанотехнологии	2	2		1	ПК-6.1
<b>ИТОГО</b>		16	16	-	4	

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-6.1	Эволюция инструментальной и методологической базы СЗМ Возможности различных методик СЗМ для создания и исследования наноматериалов Использование СЗМ для исследования полимерных материалов Использование СЗМ для исследования сверхтонких покрытий на поверхности твердотельных матриц Новейшие разработки в сфере применения СЗМ в нанотехнологии

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><b>Эволюция инструментальной и методологической базы СЗМ</b></p> <p>Исторический аспект конструкционных особенностей и методологического обеспечения сканирующих зондовых микроскопов с момента изобретения до современных приборов. Конструкция и возможности современных СЗМ на примере линейки микроскопов компании NT-MDT: специализированных СЗМ «НАНО-ЭДЮКАТОР», автоматизированных АСМ «NEXT», «TITANIUM», «LIFE» и СЗМ «Open», модульных СЗМ линейки «ИНТЕГРА»</p>	2	Лекция-беседа
2	<p><b>Возможности различных методик СЗМ для создания и исследования наноматериалов</b></p> <p>Разнообразие методик сканирующей зондовой микроскопии: сканирующая туннельная микроскопия (СТМ), атомно-силовая микроскопия (АСМ), сканирующая ионная микроскопия (СИМ) и сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия (СБОМ). Основы каждой из методик.</p>	2	Лекция-беседа
	<p>Возможности и ограничения различных методик СЗМ в исследовании характеристик и создании наноструктур и наноматериалов.</p>	2	Лекция-беседа
	<p>Многопроходные методики СЗМ: сканирующая емкостная микроскопия (СЕМ), метод зонда Кельвина (МЗК), метод модуляции сил, отображение сопротивления растекания, электрическая силовая микроскопия (ЭСМ), магнитно-силовая микроскопия (МСМ).</p>	2	Лекция-беседа
3	<p><b>Использование СЗМ для исследования полимерных материалов</b></p> <p>Полимерные композиционные наноматериалы. Классификация. Особенности создания и строения.</p>	2	Лекция-беседа
	<p>Особенности исследования поверхности полимерных материалов методами СЗМ. Исследования распределения наноразмерного наполнителя в полимерной матрице с помощью атомно-силовой микроскопии. Режим фазового контраста.</p>	2	Лекция-беседа
4	<p><b>Использование СЗМ для исследования сверхтонких покрытий на поверхности твердотельных матриц.</b></p> <p>Особенности формирования сверхтонких пленок на поверхности твердотельных матриц. Исследование морфологии поверхности, фазового состава и свойств наноструктурированных покрытий с применением СЗМ. Качественная оценка силы адгезии нанопокрывтия к поверхности подложки с применением атомно-силового микроскопа.</p>	2	Лекция-беседа
5	<p><b>Новейшие разработки в сфере применения СЗМ в нанотехнологии</b></p> <p>Обзор новейших разработок и перспектив применения СЗМ в современном материаловедении и химической нанотехнологии.</p>	2	Лекция-беседа

#### 4.4. Занятия семинарского типа

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в т.ч. на практическую подготовку	
2	<b>Возможности различных методик СЗМ для создания и исследования наноматериалов</b> Разбор возможностей однопроходных методик СЗМ в исследовании характеристик и создании наноструктур и наноматериалов на примере конкретных СЗМ-изображений.	2	2	Деловые игры
	Разбор возможностей многопроходных методик СЗМ: сканирующей емкостной микроскопии (СЕМ), метода зонда Кельвина (МЗК), метода модуляции сил на примере конкретных СЗМ-изображений.	2	2	Деловые игры
	Разбор возможностей многопроходных методик СЗМ: отображения сопротивления растекания, электрической силовой микроскопии (ЭСМ) и магнитно-силовой микроскопии (МСМ) на примере конкретных СЗМ-изображений.	2	2	Деловые игры
	Разбор возможностей различных методик СЗМ для создания наноматериалов	2	2	Групповая научная дискуссия
3	<b>Использование СЗМ для исследования полимерных материалов</b> Разбор возможностей СЗМ в исследовании поверхностно модифицированных полимеров и распределения наноразмерного наполнителя в полимерной матрице.	2	2	Групповая научная дискуссия
	Расчет эффективного коэффициента диффузии газообразных продуктов через полимерный композиционный наноматериал на базе данных атомно-силовой микроскопии.	2	2	Деловые игры
4	<b>Использование СЗМ для исследования сверхтонких покрытий на поверхности твердотельных матриц</b> Качественная оценка силы адгезии нанопокртытия к поверхности подложки с применением атомно-силового микроскопа. Расчет силы воздействия зонда АСМ на поверхность исследуемого образца.	2	2	Групповая научная дискуссия
5	<b>Новейшие разработки в сфере применения СЗМ в нанотехнологии</b> Подробный разбор новейших подходов использования СЗМ в современном материаловедении и химической нанотехнологии. Обзор современных СЗМ-комплексов.	2	2	Групповая научная дискуссия

##### 4.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены.



#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	<b>Возможности различных методик СЗМ для создания и исследования наноматериалов</b> Методология и возможности однопроходных методик СЗМ в исследовании характеристик и создании наноструктур и наноматериалов. Методология и возможности многопроходных методики СЗМ.	1	зачет
3	<b>Использование СЗМ для исследования полимерных материалов</b> Особенности исследования поверхности полимерных материалов методами СЗМ. Полимерные композиционные наноматериалы.	1	зачет
4	<b>Использование СЗМ для исследования сверхтонких покрытий на поверхности твердотельных матриц.</b> Исследование морфологии поверхности, фазового состава и свойств наноструктурированных покрытий с применением СЗМ.	1	зачет
5	<b>Новейшие разработки в сфере применения СЗМ в нанотехнологии</b> Самостоятельное ознакомление с новейшими разработками и перспективами применения СЗМ в современном материаловедении и химической нанотехнологии.	1	зачет

#### 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. Исследование наноструктур с применением сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие./ К.Л.Васильева, О.М.Ищенко, Е.А.Соснов, А.А.Малыгин.- СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2010.- 64 с. (ЭБ)
3. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: текст лекций / А.А. Малыгин, А.А. Малков.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 71 с. (ЭБ)
4. Соснов, Е.А. Основы научных исследований: Текст лекций в 2 ч./ Е.А.Соснов - Ч.1.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 128 с. (ЭБ)
5. Соснов, Е.А. Основы научных исследований: Текст лекций в 2 ч./ Е.А.Соснов - Ч.2.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 88 с. (ЭБ)
6. Соснов, Е.А. Методы зондовой микроскопии. Сканирующая ионная микроскопия: учебное пособие./ Е.А. Соснов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 52 с. (ЭБ)

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

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

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

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце 2 семестра в виде зачета в устной форме. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала и 1 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. Основные этапы развития СЗМ.
2. Основы атомно-силовой микроскопии.
3. Многопроходные методики. Электрическая силовая микроскопия (ЭСМ), магнитно-силовая микроскопия (МСМ), метод зонда Кельвина.
4. Особенности исследования поверхности полимерных материалов методами СЗМ.
5. Методология качественной оценки силы адгезии нанопокртия к поверхности подложки с применением атомно-силового микроскопа.

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

1. Бекман, И.Н. Математический аппарат диффузии. Ч.1. Методы решений диффузионных уравнений: учебное пособие / И.Н. Бекман. - М.: МГУ, 1990. – 64 с.
2. 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.
3. Гусев, А.И. Наноматериалы. Наноструктуры. Нанотехнологии / А.И.Гусев.- М.: Физматлит, 2009.- 415 с.
4. Дедков, Г.В. Нанотрибология: экспериментальные факты и теоретические модели / Г.В.Дедков.// Успехи физических наук.- 2000.- Т.170, № 6.- С.585-618.
5. Измерение силы удара зонда атомно-силового микроскопа, работающего в режиме амплитудной модуляции / Б.О.Щербинин, А.В.Анкудинов, А.В. Киюц, О.С.Лобода// Физика твердого тела.- 2014.- Т.56, № 3.- С.516-521.
6. Исследование наноструктур с применением сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие./ К.Л.Васильева, О.М.Ищенко, Е.А.Соснов, А.А.Малыгин.- СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2010.- 64 с. (ЭБ)
7. Кербер, М.Л. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин; под ред. А.А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2009. – 556 с.
8. Кобаяси, Н. Введение в нанотехнологию/ Н. Кабаяси.- Пер. с японск. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.- 134 с.
9. Красовский, А.М. Получение тонких пленок распылением полимеров в вакууме/ А.М. Красовский, Е.М. Толстопятов. - Минск: Наука и техника, 1989. - 181с.
10. Кузнецов, М.В. Современные методы исследования поверхности твердых тел/ М.В. Кузнецов.– Екатеринбург: Инст. хим. твердого тела УрО РАН, 2010.– 43 с.
11. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: текст лекций / А.А. Малыгин, А.А. Малков.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 71 с. (ЭБ)

12. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие/ Е.Д.Мишина [и др.]; под ред. А.С. Сигова.- Изд. 5-е (электронное).- М.: Лаборатория знаний, 2017.- 187 с. (ЭБС)
13. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В.Л. Миронов.- М.: Техносфера, 2005.- 144 с.
14. Научные основы нанотехнологий и новые приборы: учебник – монография / Р.Келсалл, А.Хэмли, М.Геогеган (ред.).- Долгопрудный: Интеллект, 2011.- 528 с.
15. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий/ Н.Г. Рамбиди, А.В. Березкин. - М.: Физматлит. 2009. – 454 с.
16. Соснов, Е.А. Основы научных исследований: Текст лекций в 2 ч./ Е.А.Соснов - Ч.1.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 128 с. (ЭБ)
17. Соснов, Е.А. Основы научных исследований: Текст лекций в 2 ч./ Е.А.Соснов - Ч.2.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 88 с. (ЭБ)
18. Соснов, Е.А. Методы зондовой микроскопии. Сканирующая ионная микроскопия: учебное пособие./ Е.А. Соснов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 52 с. (ЭБ)
19. Суздальев, И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П.Суздальев. - М.: Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2009. - 592 с.
20. Фахльман, Б. Химия новых материалов и нанотехнологии / Б.Фахльман; под ред. Ю.Д.Третьякова, Е.А.Гудилина.- Пер. с англ.- Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 463 с.
21. Физические методы исследования наноструктур и поверхности твердого тела: учебное пособие/ В.И. Троян, М.А. Пушкин, В.Д. Борман, В.Н. Тронин.- М.: МИФИ, 2008.- 260 с.
22. Чалых, А.Е. Диффузия в полимерных системах./ А.Е. Чалых. - М.: Химия, 1987- 312 с.
23. Шевченко, В.Г. Основы физики полимерных композиционных материалов: учебное пособие/ В.Г. Шевченко, В.В. Авдеев. – М.: МГУ, 2010. – 98с.
24. Carpick, R.W. Scratching the Surface: Fundamental Investigations of Tribology with Atomic Force Microscopy/ R.W. Carpick // Chem. Rev. – 1997.- V.97.- P.1163-1194.

#### **б) электронные издания:**

1. Исследование наноструктур с применением сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие./ К.Л.Васильева, О.М.Ищенко, Е.А.Соснов, А.А.Малыгин.- СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2010.- 64 с. (ЭБ)
2. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: текст лекций / А.А. Малыгин, А.А. Малков.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 71 с. (ЭБ)
3. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие/ Е.Д.Мишина [и др.]; под ред. А.С. Сигова.- Изд. 5-е (электронное).- М.: Лаборатория знаний, 2017.- 187 с. (ЭБС)
4. Соснов, Е.А. Основы научных исследований: Текст лекций в 2 ч./ Е.А.Соснов - Ч.1.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 128 с. (ЭБ)
5. Соснов, Е.А. Основы научных исследований: Текст лекций в 2 ч./ Е.А.Соснов - Ч.2.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 88 с. (ЭБ)
6. Соснов, Е.А. Методы зондовой микроскопии. Сканирующая ионная микроскопия: учебное пособие./ Е.А. Соснов. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 52 с. (ЭБ)

#### **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины**

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - [media.technolog.edu.ru](http://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»
4. [www.ntmdt.ru](http://www.ntmdt.ru)
5. Галлямов, М.О. Сканирующая зондовая микроскопия: основные принципы, анализ искажающих эффектов / М.О.Галлямов, И.В.Яминский // [http://spm.genebee.msu.ru/members/gallyamov/gal\\_yam/gal\\_yam1.html](http://spm.genebee.msu.ru/members/gallyamov/gal_yam/gal_yam1.html)

## **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 2 семестра в виде зачета в устной форме (включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала и 1 задачу по интерпретации СЗМ-изображений). 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. [www.ntmdt.ru](http://www.ntmdt.ru)

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

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

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

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

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

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

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допущенные по медицинским показаниям к обучению по направлениям подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 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  
"Перспективы использования СЗМ в технологии наноматериалов"**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Индекс компетенции</b>	<b>Содержание</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-6</b>	Способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики.	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»
<b>ПК-6.1</b> Проведение физико-химических исследований наноструктурированных материалов и функциональных покрытий	Знает основные физические принципы, на которых базируются методики сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) (ЗН-1)	Ответы на вопросы №№ 1-4 к зачету	Не знает основные физические принципы, на которых базируются методики сканирующей зондовой микроскопии	Знает основные физические принципы, на которых базируются методики сканирующей зондовой микроскопии
	Знает устройство современных сканирующих зондовых микроскопов (ЗН-2)	Ответы на вопрос № 5 к зачету	Не знает устройство современных сканирующих зондовых микроскопов	Знает устройство современных сканирующих зондовых микроскопов
	Знает области применения соответствующих методик и режимов СЗМ (ЗН-3)	Ответы на вопросы №№ 6-10 к зачету	Не знает области применения соответствующих методик и режимов СЗМ	Знает области применения соответствующих методик и режимов СЗМ
	Знает возможности и ограничения различных методик СЗМ при исследовании и создании функциональных наноматериалов (ЗН-4)	Ответы на вопросы №№ 11-13 к зачету	Не знает возможности и ограничения различных методик СЗМ при исследовании и создании функциональных наноматериалов	Знает возможности и ограничения различных методик СЗМ при исследовании и создании функциональных наноматериалов
	Умеет работать с современными сканирующими зондовыми микроскопами (У-1)	Ответы на вопрос № 14 к зачету	Не умеет работать с современными сканирующими зондовыми микроскопами	Умеет работать с современными сканирующими зондовыми микроскопами
	Умеет формулировать требования к проведению СЗМ-исследований поверхности наноматериалов (У-2)	Ответы на вопрос № 15 к зачету	Не умеет формулировать требования к проведению СЗМ-исследований поверхности наноматериалов	Умеет формулировать требования к проведению СЗМ-исследований поверхности наноматериалов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«не зачтено»	«зачтено»
	Умеет адаптировать имеющиеся методики СЗМ для исследования наноматериалов и нанопокрывтий различного функционального назначения в соответствии с поставленными задачами (У-3)	Ответы на вопрос № 16 к зачету	Не умеет адаптировать имеющиеся методики СЗМ для исследования наноматериалов и нанопокрывтий различного функционального назначения в соответствии с поставленными задачами	Умеет адаптировать имеющиеся методики СЗМ для исследования наноматериалов и нанопокрывтий различного функционального назначения в соответствии с поставленными задачами
	Владеет теоретическими навыками проведения исследований наноматериалов с применением соответствующей методики СЗМ (Н-1)	Ответы на вопрос № 17 к зачету	Не владеет навыками проведения исследований наноматериалов с применением соответствующей методики СЗМ	Владеет навыками проведения исследований наноматериалов с применением соответствующей методики СЗМ
	Владеет навыками обработки и анализа полученных СЗМ-изображений (Н-2).	Ответы на вопросы №№ 18-19 к зачету	Не владеет навыками обработки и анализа полученных СЗМ-изображений	Владеет навыками обработки и анализа полученных СЗМ-изображений

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

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

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



### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-6**

1. Классификация методик СЗМ. Однопроходные и многопроходные методики. Физические основы каждой из методик.
2. Основы атомно-силовой микроскопии. Режимы отображения фазового контраста и латеральных сил.
3. Основы сканирующей туннельной микроскопии. Режимы постоянного тока и постоянной высоты.
4. Многопроходные методики. Электрическая силовая микроскопия (ЭСМ), магнитно-силовая микроскопия (МСМ), метод зонда Кельвина.
5. Развитие приборной базы и перспективы применения СЗМ в современном материаловедении и химической нанотехнологии.
6. Перспективные способы получения композиционных наноматериалов.
7. Особенности исследования поверхности полимерных материалов методами СЗМ.
8. Перспективные способы получения нанопокровов.
9. Особенности формирования сверхтонких пленок на поверхности твердотельных матриц по данным СЗМ.
10. Возможности и ограничения различных методик СЗМ в исследовании характеристик и создании наноструктур и наноматериалов.
11. Возможности атомно-силовой микроскопии для исследования и создания наноматериалов.
12. Возможности и ограничения сканирующей туннельной микроскопии в исследовании и создании наноматериалов.
13. СЗМ-наноитография в технологии наноматериалов.
14. Основные этапы проведения исследования методом атомно-силовой микроскопии.
15. Обоснование выбора режимов работы микроскопа при проведении АСМ-исследований различных образцов.
16. Особенности пробоподготовки образцов для проведения АСМ-исследования.
17. Методология расчета эффективного коэффициента диффузии газообразных продуктов через полимерный композиционный наноматериал на базе данных АСМ.
18. Методология качественной оценки силы адгезии нанопокровов к поверхности подложки с применением атомно-силового микроскопа.
19. Методология расчета силы воздействия зонда АСМ на поверхность исследуемого образца.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше и 1 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.