

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 15.09.2023 17:44:15  
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  
«25» июня 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки

**28.04.03 Наноматериалы**

Направленность программы магистратуры  
**Наноматериалы для Промышленности 4.0**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра **теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Мякин С.В.

Рабочая программа дисциплины «Модифицирование поверхности материалов» обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения протокол от «06» июня 2019 № 8  
Заведующий кафедрой

М.М.Сычев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета протокол от «21» июня 2019 № 11

Председатель

А.Н.Луцко

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Наноматериалы»		М.М. Сычев
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
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 обучающихся .....	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	
10.1. Информационные технологии .....	12
10.2. Программное обеспечение .....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	12
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	13

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

**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-1</b> Способен использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением.</p>	<p><b>ПК-1.2</b> Исследование поверхности материалов, опираясь на фундаментальные знания о микро- и нано- материалах.</p>	<p><b>Знать:</b> Важнейшие свойства и характеристики поверхности материалов (ЗН-1); Особенности влияния поверхностного слоя на свойства наноматериалов (ЗН-2);</p> <p><b>Уметь:</b> формулировать требования к свойствам поверхности материалов для конкретных применений (У-1)</p>
<p><b>ПК-2</b> Способен участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов, изучения структуры новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики</p>	<p><b>ПК-2.1</b> Использование знания о свойствах поверхности материалов для выбора оптимального метода её модификации.</p> <p><b>ПК-2.5</b> Разработка новых методов модифицирования поверхности материалов</p>	<p><b>Владеть:</b> Навыками исследования и модифицирования поверхности материалов с использованием современных методов (Н-1)</p> <p><b>Знать:</b> Основные способы и перспективные подходы к модифицированию поверхности материалов, а также методы ее исследования и (ЗН-3)</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры. (Б1.В.01.02) и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов», «Структура и свойства наноматериалов», «Наноразмерное состояние вещества», «Особочистые вещества и материалы», «Наноструктурированные керамические материалы». Полученные в процессе изучения дисциплины «Модифицирование поверхности материалов» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>5/180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>91</b>
занятия лекционного типа	34
занятия семинарского типа, в т.ч.	51
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	51
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>62</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	Коллоквиум
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Экзамен (27)

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского о типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Свойства и характеристики поверхности материалов	12			10	ПК-1
2	Методы исследования поверхности	12		39	36	ПК-2
3	Методы модифицирования поверхности	10		12	16	ПК-2

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

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК 1.2	Свойства и характеристики поверхности материалов
2	ПК 2.1	Методы исследования поверхности
3	ПК 2.5	Методы модифицирования поверхности

### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>1. Введение. Цели и задачи дисциплины</p> <p>2. Основные отличия поверхности и поверхностного слоя материалов от объемных слоев. Влияние поверхностного слоя на особые свойства наноматериалов</p> <p>3. Основные характеристики поверхности материалов. Удельная поверхность. Гидрофильно-гидрофобные свойства. Поверхностная энергия.</p> <p>4. Функциональные группы на поверхности. Виды функциональных групп. Распределение функциональных групп по кислотно-основным и донорно-акцепторным свойствам.</p> <p>5. Неоднородность поверхности. Виды неоднородности и их влияние на свойства материалов</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>4</p> <p>2</p> <p>3</p>	Интерактивные лекции
2	<p>1. Методы измерения удельной поверхности материалов.</p> <p>2. Методы исследования гидрофильно-гидрофобных свойств и расчета поверхностной энергии материалов</p> <p>4. ИК-спектроскопическое исследование поверхностного слоя материалов. Метод МНПВО</p> <p>5. Адсорбционно-десорбционные методы исследования функционального состава поверхности</p> <p>6. Методы анализа топохимической неоднородности поверхности</p>	<p>2</p> <p>4</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>	Интерактивные лекции

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	1. Основные химические, термохимические и физико-химические методы модифицирования поверхности	4	Интерактивные лекции
	2. Методы подготовки поверхности материалов к нанесению функциональных слоев	2	
	3. Методы формирования функциональных слоев и покрытий на поверхности материалов. Виды специальных покрытий (антикоррозионные, водоотталкивающие и др.)	4	

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены

##### 4.4.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	1. Измерение параметров шероховатости поверхности	4	
	2. Измерение и расчет удельной поверхности материалов	4	
	3. Исследование поверхности методом оптической микроскопии	3	
	4. Анализ поверхности методом электронной микроскопии	6	
	5. Исследование поверхности методом атомно-силовой микроскопии	4	
	6. Измерение краевых углов смачивания и расчет поверхностной энергии материалов	6	
	7. Анализ поверхности материалов методом ИК-спектроскопии МНПВО	4	
	8. Исследование функционального состава поверхности методом адсорбции кислотно-основных индикаторов	8	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
3	1. Изучение влияния термической обработки на характеристики поверхности	6	
	2. Нанесение тонких пленок и защитных покрытий на поверхность металлических, стеклянных и полимерных подложек.	6	

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Шероховатость поверхности – основные параметры, методы измерения и контроля, требования в зависимости от конкретных применений	10	Устный доклад
2	Исследование поверхности материалов методами оптической, электронной и атомно-силовой микроскопии	22	Устный доклад
	Анализ поверхностного слоя материалов методом рентгенофотоэлектронной спектроскопии (РФЭС)	14	
3	Физико-механические методы обработки поверхности.	10	Устный доклад
	Методы измерения и контроля адгезии покрытий к поверхности материалов	6	

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

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 («удовлетворительно») 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 проводится в форме экзамена.

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

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме отчетов о выполнении лабораторных работ и выступлений на коллоквиумах.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### **Билет № 1**

1. Основные отличия поверхности и поверхностного слоя материалов от объемных слоев. Влияние поверхностного слоя на особые свойства наноматериалов.
2. Гидрофильно-гидрофобные свойства поверхности.
3. Адсорбционно-десорбционные методы исследования функционального состава поверхности.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

### **Примерные темы докладов:**

1. Шероховатость поверхности – основные параметры, методы измерения и контроля, требования в зависимости от конкретных применений.
2. Исследование поверхности материалов методами оптической, электронной и атомно-силовой микроскопии
3. Анализ поверхностного слоя материалов методом рентгенофотоэлектронной спектроскопии (РФЭС)
4. Физико-механические методы обработки поверхности.
5. Методы измерения и контроля адгезии покрытий к поверхности материалов

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

### **а) печатные издания:**

1. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев [и др.] – СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения. – СПб. 2013. – 161 с.

2. Определение краевых углов смачивания и поверхностной энергии полимерных пленок и композитов: практикум / А.Н.Красовский [и др.] - СПб.: СПбГТИ(ТУ). Каф. теор. основ материаловедения. - 2015. - 18 с.

3. Мякин, С.В. Получение и исследование диэлектрических полимерных пленочных покрытий: практикум / С.В.Мякин, М.М.Сычев, Е.С.Васина - СПб. : СПбГТИ(ТУ). Каф. теор. основ материаловедения. - 2015. – 16 с.

4. Мякин, С.В. Исследование спектров пропускания, поглощения, зеркального и диффузного отражения: практикум / С.В.Мякин, М.М.Сычев. - СПб. : СПбГТИ(ТУ). Каф. теор. основ материаловедения. - 2015. – 34 с.

5. Мякин, С.В. Изучение влияния условий подготовки поверхности материалов на шероховатость: практикум / С.В.Мякин, Н.А.Христюк. - СПб. : СПбГТИ(ТУ). Каф. теор. основ материаловедения. - 2016. – 24 с.

6. Раскин А.А. Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники. Часть 1.: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника»./ А.А. Раскин. – М.: Бином, 2010, 164 с.

**б) электронные издания:**

1. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / Сычев М.М. [и др.] – СПб.: СПбГТИ(ТУ). Каф. теор. основ материаловедения. - 2013. – 161 с.

2. Определение краевых углов смачивания и поверхностной энергии полимерных пленок и композитов: практикум / А.Н.Красовский [и др.] - СПб.: СПбГТИ(ТУ). Каф. теор. основ материаловедения. - 2015. - 18 с.

3. Мякин, С.В. Получение и исследование диэлектрических полимерных пленочных покрытий: практикум / С.В.Мякин, М.М.Сычев, Е.С.Васина - СПб. : СПбГТИ(ТУ). Каф. теор. основ материаловедения. - 2015. – 16 с.

4. Мякин, С.В. Исследование спектров пропускания, поглощения, зеркального и диффузного отражения: практикум / С.В.Мякин, М.М.Сычев. - СПб. : СПбГТИ(ТУ). Каф. теор. основ материаловедения. - 2015. – 34 с.

5. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания : текст лекций / А. А. Малыгин ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. нанотехнологии и материалов электрон. техники. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2012. - 71 с.

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

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ», «Профессия»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство IOP (Великобритания);

[www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Модифицирование поверхности материалов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

### **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;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

#### **10.2. Программное обеспечение.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- **Windows,**
- **OpenOffice.**

#### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://worldwide.espacenet.com> – всемирная база патентов
6. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
7. <http://worldfdofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
8. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
8. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
10. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
11. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.

12. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
13. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
14. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

### **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами.

Для проведения мастер классов и демонстрации практической исследовательской работы используется следующее оборудование:

1. Комплекс электрических измерений наноструктур (RLC метр E7-20, вольтметр универсальный электрометрический В7Э-42, комплекс измерительный К505, источник калиброванных напряжений, электрометр Keithley, генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123, мегомметр ПС-1, источник питания постоянного тока Б5-44);

2. Комплекс спектральных измерений (Атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915, сканирующий электронный микроскоп Tescan Vega 3 SBH, дифрактометр рентгеновский Rigaku Smartlab, спектрофотометры СФ-46, СФ-56, спектроколориметр ТКА-ВД, яркомер ФПЧ-УХЛ4, лазерный микроанализатор LMA -10, ИК-микроскоп со спектрофотометром Nicolet FT-IR, спектрофлуориметр AvaSpec-3648, исследовательский радиометр IL1700, микроскоп люминесцентный ЛЮМАМ);

3. Комплекс оптических измерений (15 металлографических микроскопов МИМ-4, МИМ-6, МИМ-8, универсальный измерительный микроскоп УИМ-21, рефрактометр ИРФ-23, 2 минералогических микроскопа МИН-8, 2 микротвердомера ПМТ-3,)

4. Установка молекулярного наслаивания,

5. Установка измерения полярной и неполярной составляющих свободной поверхностной энергии;

6. Анализатор размера частиц;

7. Дилатометр кварцевый ДКВ-4,

8. Ротационный вискозиметр «Rheotest»,

9. Пресса CarlZeisse Jena усилием 10 и 30 т.;

10. Две ультразвуковые ванны УЗУ- 0.25;

11. Весы электронные аналитические ALC-210d4, электронные технические ЕТ-300;

12. Весы механические ВНЦ, ВКЛ-500М, ВЛР-200, WA-21;

13. Три бокса 7БП1-ОС;

14. Вакуумные сушильные шкафы SPT-200,

15. Электропечи лабораторные SNOL 6,7/1300, РЭМ 24/87, МП-2УМ и др. с рабочей температурой до 1600<sup>0</sup>С;

16. Термометры, термопары;

17. Бидистилляторы стеклянные БС, дистилляторы ДЭ-4,

18. Магнитные мешалки ММ-5;

19. Стеклянная посуда: колбы, мерные цилиндры, водоструйный насос, холодильник, чашки Петри, колба Бунзена, воронка Бюхнера.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Модифицирование поверхности материалов»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	<b>Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением.</b>	промежуточный
ПК-2	<b>Способен участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов, изучения структуры новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики</b>	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)
<b>ПК-1.2</b> Исследование поверхности материалов, опираясь на фундаментальные знания о микро- и наноматериалах.	Знает важнейшие свойства и характеристики поверхности материалов (ЗН-1)	Ответы на вопросы №1-8 к экзамену	Имеет представление об основных свойствах и характеристиках поверхности материалов	Способен проанализировать свойства и характеристик поверхности материалов на конкретных примерах	Способен определять свойства и характеристики поверхности, необходимые для решения конкретных технологических задач
	Знает особенности влияния поверхностного слоя на свойства наноматериалов (ЗН-2)	Ответы на вопросы №1-5, 10-14 к экзамену	Имеет представление о влиянии поверхностного слоя на свойства наноматериалов	Способен рассмотреть влияние поверхностного слоя на свойства наноматериалов на конкретных примерах	Способен анализировать влияние поверхностного слоя на свойства наноматериалов при решении конкретных задач
	Умеет формулировать требования к свойствам поверхности материалов для конкретных применений (У-1)	Ответы на вопросы №2, 5-12 к экзамену Отчеты о выполнении лабораторных работ	Имеет представление об основных требованиях, предъявляемых к качеству поверхности материалов	Способен на конкретных примерах рассмотреть комплекс требований, предъявляемых к поверхности материала	Способен сформулировать комплекс требований к состоянию поверхности материалов для решения конкретных технологических задач

<p><b>ПК-2.1</b> Использование знания о свойствах поверхности материалов для выбора оптимального метода её модификации.</p>	<p>Владеет навыками исследования и модифицирования поверхности материалов с использованием современных методов (Н-1)</p>	<p>Ответы на вопросы №8-19 к экзамену Отчеты о выполнении лабораторных работ</p>	<p>Способен использовать на практике отдельные методы исследования и модифицирования поверхности материалов</p>	<p>Способен проводить комплексное исследование поверхности материалов и их модифицирование, включая предварительную подготовку</p>	<p>Способен выбирать и реализовывать на практике оптимальные методы исследования и модифицирования поверхности материалов в соответствии с конкретными технологическими задачами</p>
<p><b>ПК-2.5</b> Разработка новых методов модифицирования поверхности материалов</p>	<p><b>Знать:</b> Основные способы и перспективные подходы к модифицированию поверхности материалов, а также методы ее исследования и (ЗН-3)</p>	<p>Ответы на вопросы №9-20 к экзамену</p>	<p>Имеет представление об основных методах исследования и модифицирования поверхности материалов</p>	<p>Способен выбирать необходимые методы исследования и модифицирования материалов в соответствии с конкретным заданием</p>	<p>Способен формулировать цели и задачи исследования и выбирать соответствующие методы их исследования и модифицирования</p>

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Критерии оценивания («удовлетворительно», «хорошо», «отлично»; приведены в таблице 2).

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

#### **Вопросы для подготовки к экзамену**

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

1. Основные отличия поверхности и поверхностного слоя материалов от объемных слоев. Влияние поверхностного слоя на особые свойства наноматериалов.
2. Основные характеристики поверхности материалов.
3. Неоднородность поверхности. Виды неоднородности поверхности и их влияние на свойства материалов.
4. Функциональные группы на поверхности. Виды функциональных групп. Распределение функциональных групп по кислотно-основным и донорно-акцепторным свойствам.
5. Удельная поверхность и методы ее измерения.
6. Гидрофильно-гидрофобные свойства поверхности.
7. Поверхностная энергия материалов – ее составляющие и факторы, оказывающие на них влияние.
8. Основные параметры шероховатости поверхности и методы их измерения.
9. Методы исследования гидрофильно-гидрофобных свойств и расчета поверхностной энергии материалов.
10. ИК-спектроскопическое исследование поверхностного слоя материалов. Метод МНПВО.

##### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:**

11. Адсорбционно-десорбционные методы исследования функционального состава поверхности.
12. Исследование поверхности материалов методами оптической, электронной и атомно-силовой микроскопии.
13. Анализ поверхностного слоя материалов методом рентгенофотоэлектронной спектроскопии (РФЭС).
14. Методы анализа топохимической неоднородности поверхности.
15. Физико-механические методы обработки поверхности.
16. Методы измерения и контроля адгезии покрытий к поверхности материалов.
17. Основные химические, термохимические и физико-химические методы модифицирования поверхности.
18. Подготовка поверхности материалов к нанесению функциональных слоев.
19. Методы формирования функциональных слоев и покрытий на поверхности материалов.
20. Виды покрытий с особыми свойствами.

### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.