

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 15.09.2023 17:45:01  
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**  
**ПОЛИМЕРНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ**

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		Огурцов К.А.

Рабочая программа дисциплины «Полимерные наноматериалы» 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 (модуля) 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 .....	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	06
4.4. Занятия семинарского типа.....	07
4.4.1. Семинары, практические занятия .....	07
4.4.2. Лабораторные занятия.....	08
4.5. Самостоятельная работа обучающихся .....	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 .....	09
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12
Приложение: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...13	

**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 обоснованно использовать знания основных типов металлических, неметаллических наноструктурированных и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач.</p>	<p><b>ПК-6.3</b> Знание основных свойств, способов производства и областей применения полимерных наноматериалов.</p>	<p><b>Знать:</b> - общую классификацию полимеров и области их применения (ЗН-1); - основные свойства и методы синтеза полимерных наноматериалов (ЗН-2);</p>
<p><b>ПК-7</b> Способен осуществлять анализ, оценку надежности, экономичности и экологических последствий применения наноматериалов.</p>	<p><b>ПК-7.3</b> Просчитывание рисков при выборе полимерных наноматериалов для заданной технологии.</p>	<p><b>Знать:</b> - Фотополимерные материалы, их строение и применение (ЗН-3); <b>Уметь:</b> - выбрать материалы для решения конкретной задачи (У-1); - выбирать методы исследования полимерных наноматериалов (У-2).</p>
	<p><b>ПК-7.8</b> Оценка социальной значимости и ответственности при разработке новых технологий полимерных наноматериалов.</p>	<p><b>Знать:</b> - что такое полимерный резист и процесс его проявления (ЗН-4); - методы модифицирования полимерных материалов (ЗН-5); <b>Уметь:</b> - оценивать последствия внедрения новых полимерных наноматериалов для экономики и развития технологий (У-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.03.03) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Полимерные наноматериалы» 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>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>75</b>
занятия лекционного типа	30
занятия семинарского типа, в т.ч.	30
семинары, практические занятия	30
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР)	15
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>42</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>КР, Экзамен (27)</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Общая классификация полимеров, их структура и морфология	6	6	-	6	ПК-6
2.	Методы синтеза и исследования полимеров.	6	6	-	10	ПК-6
3.	Фотополимерные системы	6	6	-	8	ПК-7
4.	Модификация полимерных наноматериалов	6	6	-	10	ПК-7
5.	Наноккомпозиты на основе полимеров	6	6	-	8	ПК-7

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

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-6.3	Общая классификация полимеров, их структура и морфология. Методы синтеза и исследования полимеров
2.	ПК-7.3 ПК-7.8	Фотополимерные системы Модификация полимерных наноматериалов Наноккомпозиты на основе полимеров.

##### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Иновационная форма
1	Общая классификация полимеров, их структура и морфология. Молекулярно-массовые характеристики. Стереорегулярность полимеров. Ориентация макромолекул. Наноструктурные особенности полимерных систем. Термические и релаксационные свойства полимеров. Граничные полимерные слои.	6	Дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Методы синтеза и исследования полимеров.</u> Методы синтеза полимеров и управления их характеристиками. Методы исследования полимеров и материалов на их основе.	6	
3	<u>Фотополимерные системы.</u> Фотополимерные композиции и пленочные резисты для микроэлектроники и полиграфии Фотохимические системы регистрации изображения на основе фотополимерных систем. Представление о морфологии полимерных слоев для регистрации и хранения изображения. Сенситометрия фотополимерных слоев. Цветные фотополимерные системы.	6	
4	<u>Модификация полимерных наноматериалов.</u> Радиационно-химические процессы деструкции и сшивания полимеров под воздействием электронного и рентгеновского излучения. Электронно-лучевое модифицирование полимеров. Радиационно-химический выход деструкции и сшивания полимеров.	6	
5	<u>Нанокompозиты на основе полимеров</u> Нанокompозиты на основе полимеров – виды, методы получения, особенности структуры и свойств.	6	

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

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

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Общая классификация полимеров, их структура и морфология.</u> Классификация полимеров. Виды структур и морфологий полимеров. Описание метода ИК-спектроскопии для исследования структуры полимеров.	6	
2	<u>Методы синтеза и исследования полимеров.</u> Описание синтеза гидрофильных и гидрофобных полимерных материалов, измерение их гидрофильно-гидрофобных характеристик и расчет поверхностной энергии. Анализ ИК-спектров полимеров. Анализ структуры полимера по данным ЯМР. Анализ свойств и структуры полимеров по данным дифференциальной сканирующей калориметрии.	6	Мастер-класс

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
3	<u>Фотополимерные системы.</u> Примеры фотополимерных систем, способы их получения, основные характеристики и области применения.	6	
4	<u>Модификация полимерных наноматериалов.</u> Способы модификации полимерных наноматериалов. Синтез и исследование интумесцентных полимерных материалов.	6	Мастер-класс
5	<u>Нанокompозиты на основе полимеров</u> Технология синтеза люминесцентных нанокompозитов на основе полимеров и исследование их характеристик. Анализ фрактальной структуры полимеров и полимерных нанокompозитов. Моделирование распределения частиц наполнителя в полимерной матрице. Выбор полимерных нанокompозитов для конкретных применений. Анализ изображения на диазопленке.	6	

#### 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	Современные промышленные полимерные материалы.	3	Устный опрос
1	Радикальные реакции в полимерах. Образование и превращения радикалов. Фотополимерные системы на основе превращений фотоиндуцированных радикалов.	3	Письменный опрос
2	Везикулярные полимерные системы. Принципы получения негативных и позитивных везикулярных полимерных систем.	10	Письменный опрос
3	Флуоресцентные полимерные системы записи информации. Квантовый выход флуоресценции. Запись и воспроизведение информации.	4	Устный опрос
3	Фотохромные полимерные материалы. Особенности состава и структуры. Запись, воспроизведение и стирание информации в фотохромных материалах.	4	Письменный опрос
4	Коррозия полимерных материалов и способы повышения их коррозионной стойкости.	10	Устный опрос

5	Термографические полимерные системы. Термостойкие полимеры для получения рельефных изображений. Ароматические полиимиды и материалы на их основе.	4	Устный опрос
5	Применение полимерных наноматериалов в биомедицине.	4	Устный опрос

### **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 защиты курсовой работы и экзамена. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает 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 заданий на экзамене:

<p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая классификация полимеров.</li> <li>2. Фотораспад солей диазония.</li> </ol>
---

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

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

#### **а) печатные издания:**

1. Наноструктурированные полимерные материалы и покрытия: Учебное пособие / В.К. Крыжановский [и др.]; СПбГТИ(ТУ). Каф. Хим. технологии пластмасс, каф. хим. технологии орган. покрытий. – СПб., 2012. – 101 с.

2. Основы материаловедения, коррозии и технологии материалов : учеб. пособие / М.М.Сычев [и др.]; СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения. - СПб., 2011. – 94с.

3. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев [и др.] – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 161 с.
4. Химическая диагностика материалов / В.Г.Корсаков [и др.]. – СПб.: изд. ПГУПС, 2010 – 225 с.
5. Швейцер, Ф.А. Коррозия пластмасс и резин: / Ф.А. Швейцер. – СПб.: «НОТ», 2010. – 638 с.
6. Пул, Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул – М.: Техносфера, 2007. – 330 с.
7. Фахльман, Б. Химия новых материалов и нанотехнологии: учебное пособие / Б.Фахльман. - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 464 с.
8. Роцин, В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники / В.М.Роцин, М.В.Силибин. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 180 с.

**б) электронные издания:**

1. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев [и др.] – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 161 с.
2. Швейцер, Ф.А. Коррозия пластмасс и резин: / Ф.А. Швейцер. – СПб.: «НОТ», 2010. – 638 с.
3. Михайлин, Ю.А. Волокнистые полимерные композиционные материалы в технике / Ю.А.Михайлин. – СПб.: НОТ, 2013. – 720 с.
4. Наноструктуры в биомедицине / Под ред. К.Е.Гонсалес [и др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 519 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:

ЭБ «Библиотех»;

[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», «НОТ»), «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 «Полимерные наноматериалы» 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://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. [http://patika.ru/Epasenet\\_patentnie\\_poisk.html](http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html) - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <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 ЛЮОММ);

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. Электроды 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 процессы 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 «Полимерные наноматериалы»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-6	<b>Способен обоснованно использовать знания основных типов металлических, неметаллических наноструктурированных и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач.</b>	промежуточный
ПК-7	<b>Способен осуществлять анализ, оценку надежности, экономичности и экологических последствий применения наноматериалов.</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-6.3</b> Знание основных свойств, способов производства и областей применения полимерных наноматериалов.	<b>Знает</b> общую классификацию полимеров и области их применения (ЗН-1)	Ответы на вопросы №1,3,5,8 к экзамену	Знает общую классификацию полимеров.	Знает что такое полимерные нанокompозиты, их виды, особенности структуры.	Знает области применения различных полимерных материалов. Знаком с механизмом азосочетания.
	<b>Знает</b> основные свойства и методы синтеза полимерных наноматериалов (ЗН-2)	Ответы на вопросы №2,4,6,7 к экзамену	Имеет представление о структуре и морфологии полимерных наноматериалов.	Знает основные характеристики полимеров.	Знает технологии получения полимерных наноматериалов.
<b>ПК-7.3</b> Просчитывание рисков при выборе полимерных наноматериалов для заданной технологии.	<b>Знает</b> Фотополимерные материалы, их строение и применение (ЗН-3)	Ответы на вопросы №10, 11,16 к экзамену	Знает что такое фотополимерные материалы, диазосистемы.	Имеет представление о строении различных печатных форм на основе фотополимеров.	Знаком со спектральной картиной типичной фотохромной системы. Может привести примеры систем и их применение.
	<b>Умеет</b> выбрать материалы для решения конкретной задачи (У-1)	Ответ на вопрос №13,14,17 к экзамену Отчеты о практических занятиях	Имеет представление о системах на основе превращений фотоиндуцированных радикалов.	Знает полимерные композиции для позитивных фоторезистов. Имеет представление о схеме получения термостойких изображений.	Знает особенности электронорезистов негативного (сшивка) и позитивного (деструкция) типа. Умеет выбрать материал для них.

	<b>Умеет</b> выбирать методы исследования полимерных наноматериалов (У-2)	Ответ на вопрос № 9,12,15 к экзамену Отчеты о практических занятиях	Знает методы исследования полимеров и материалов на их основе.	Имеет представление о чувствительности резистных слоев к актиничному излучению. Может отличить характеристические кривые.	Владеет методами исследования диазосистем с физическим проявлением.
<b>ПК-7.8</b> Оценка социальной значимости и ответственности при разработке новых технологий полимерных наноматериалов.	<b>Знает</b> что такое полимерный резист и процесс его проявления (ЗН-4)	Ответы на вопросы № 18 к экзамену	Имеет представление об резисте.	Знает основные виды травления фоторезистов, их достоинства и недостатки.	Знает особенности ионного, ионно-химического и плазменно-химического травления полимерного резиста.
	<b>Знает</b> методы модифицирования полимерных материалов (ЗН-5)	Ответы на вопросы № 19,23 к экзамену	Имеет представление о методы модифицирования полимерных материалов.	Знает методы модифицирования полимерных материалов.	Может анализировать виды модифицирования полимеров и влияние на их свойства.
	<b>Умеет</b> анализировать современные тенденции по модифицированию и применению полимерных наноматериалов (У-3)	Ответы на вопросы № 20-22,24 к экзамену Отчеты о практических занятиях	Имеет представление о последствия внедрения новых полимерных наноматериалов для экономики и развития технологий.	Умеет оценить последствия внедрения новых полимерных наноматериалов для экономики и развития технологий.	Может самостоятельно выбрать полимерный наноматериал для повышения экономичности и технологичности продукции.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Для получения экзамена должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

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

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

1. Общая классификация полимеров.
2. Основные характеристики полимеров: молекулярно-массовые, термические, ориентация макромолекул.
3. Полимерные нанокомпозиты – виды, методы получения, особенности структуры и свойств.
4. Структура и морфология полимерных наноматериалов.
5. Механизм реакции азосочетания. Кинетика реакции. Проявление и цвет изображения.
6. Спектры поглощения диазомикропленок. Негативное изображение. Сухое, «мокрое» и термопроявление. Сенситометрические характеристики полимерных диазоматериалов.
7. Получение полимерных везикулярных систем. Сенситометрические характеристики везикулярной пленки.
8. Оптическая схема сканирующего устройства. Источники света. Фотоэкспонирование полимерных резистов. Проекционный метод. Пошаговое мультиплицирование. Контактный метод.

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-7:**

9. Методы исследования полимеров и материалов на их основе.
10. Спектральная картина типичной фотохромной системы. Примеры систем и их применение.
11. Фотополимерные материалы на основе диазосоединений. Основные диазосистемы по типу возникающего изображения.
12. Чувствительность резистных слоев к актиничному излучению. Характеристические кривые.
13. Системы на основе превращений фотоиндуцированных радикалов.
14. Полимерные композиции для позитивных фоторезистов, содержащие нафтохинондиазиды. Схема получения термостойких изображений.
15. Диазосистемы с физическим проявлением.
16. Строение различных печатных форм на основе фотополимеров.
17. Электронорезисты негативного (сшивка) и позитивного (деструкция) типа. Выбор полимерных материалов для позитивных и негативных полимерных резистов.
18. Проявление резиста. Жидкостное травление и травление плазмой через резистную маску. Ионное, ионно-химическое и плазменно-химическое травление полимерного резиста.
19. Термостойкие рельефы на основе ароматических полиимидов. Методы травления слоев полиимидов по рисунку шаблона щелочами.
20. Схема флуоресцентных систем записи информации. Квантовый выход флуоресценции. Запись и воспроизведение информации.
21. Запись, воспроизведение и стирание информации в фотохромных материалах.
22. Электронно-лучевое модифицирование полимеров. Радиационно-химический выход деструкции и сшивания полимеров.
23. Фотораспад солей диазония.
24. Применение полимерных наноматериалов в биомедицине.

#### **4. Курсовая работа**

Целью курсовой работы является, пользуясь нормативными данными и справочной литературой, рассчитать различные параметры и характеристики полимерных наноматериалов.

Темы курсовых работ:

Расчет термических и релаксационных свойств заданного набора полимеров.

Выбор и расчет параметров фотополимерных композиций для применения в микроэлектронике и полиграфии.

Определение характеристик фотохимических систем регистрации изображения в зависимости от выбранных фотополимерных материалов.

Расчет морфологии полимерных слоев для регистрации и хранения изображения.

Расчет радиационно-химической стойкости полимера под воздействием электронного и рентгеновского излучения.

Определение возможных изменений свойств полимера при электронно-лучевом модифицировании.

Анализ свойств и структуры полимеров по данным дифференциальной сканирующей калориметрии.

Моделирование распределения частиц наполнителя в полимерной матрице.

Расчет прочности и показателей коррозии полимерных материалов и изделий на их основе.

Задания выбираются на основании тем НИР и выпускной квалификационной работы магистранта.

#### **5. 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.

Выполнение курсовой работы по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.