

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«21» \_\_\_ 02 \_\_\_ 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.07**

Процессы получения наноструктурных полимерных материалов

Учебный план: 2023-2024 18.03.01 ИПХиЭ НКИБ ОЗО №1-2-93.plx

Кафедра: **32** Наноструктурных волокнистых и композиционных материалов им.  
А.И.Меоса

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Наноинженерия, композиты и биоматериалы  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очно-заочная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) |     | Контактная работа<br>обучающихся |                 | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоё<br>мкость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|-----|----------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
|                           |     | Лекции                           | Лаб.<br>занятия |                |                   |                          |                                      |
| 9                         | УП  | 17                               | 34              | 66             | 27                | 4                        | Экзамен                              |
|                           | РПД | 17                               | 34              | 66             | 27                | 4                        |                                      |
| Итого                     | УП  | 17                               | 34              | 66             | 27                | 4                        |                                      |
|                           | РПД | 17                               | 34              | 66             | 27                | 4                        |                                      |

Санкт-Петербург  
2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

доктор технических наук, Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Лысенко Александр  
Александрович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой наноструктурных волокнистых и композиционных материалов им. а.и.меоса

\_\_\_\_\_

Лысенко Александр  
Александрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Лысенко Александр  
Александрович

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области процессов получения наноструктурных полимерных материалов

**1.2 Задачи дисциплины:**

- представить классификацию, принципы и подходы для получения наноструктурных полимерных материалов
- отразить структурные характеристики наноструктурных полимерных материалов
- сформировать целостное представление о взаимосвязи эксплуатационных характеристик наноструктурных полимерных материалов и областей их применения
- рассмотреть технологии, методы и методики получения наноструктурных полимерных материалов

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

- Общая химическая технология
- Физика и химия полимеров, синтез, структура и свойства высокомолекулярных соединений
- Технология полимерных композиционных материалов
- Физико-химия наноструктурных полимерных материалов

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|   |
|---|
| <b>ПК-1: Способен осуществлять сбор и систематизацию научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах</b>   |
| <b>Знать:</b> основные источники информации о технологиях получения наноструктурных полимерных материалов.  |
| <b>Уметь:</b> осуществлять выбор метода получения наноструктурных полимерных материалов на основе анализа научно-технической информации.  |
| <b>Владеть:</b> навыками анализа данных источников научно-технической информации и выбора на их основе оптимальных методов получения и оценки свойств наноструктурных полимерных материалов и их компонентов. |
| <b>ПК-2: Способен разрабатывать опытные образцы наноструктурированных композиционных материалов</b>   |
| <b>Знать:</b> основные принципы получения наноструктурных полимерных материалов.  |
| <b>Уметь:</b> проводить выбор метода получения наноструктурных полимерных материалов.   |
| <b>Владеть:</b> навыками применения основных методик получения и оценки свойств наноструктурных полимерных материалов и их компонентов.   |
| <b>ПК-5: Способен подбирать технологические параметры процесса для производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами</b>  |
| <b>Знать:</b> основные методы получения наноструктурных полимерных материалов и параметры данных процессов.   |
| <b>Уметь:</b> проводить выбор способа оптимизации технологических параметров получения наноструктурных полимерных материалов с учетом заданных свойств.   |
| <b>Владеть:</b> навыками оптимизации технологических параметров при получении наноструктурных полимерных материалов и их компонентов.   |

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий   | Семестр<br>(курс для ЗАО) | Контактная работа |                | СР<br>(часы) | Инновац.<br>формы<br>занятий | Форма<br>текущего<br>контроля |
|---|---------------------------|-------------------|----------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
|   |                           | Лек.<br>(часы)    | Лаб.<br>(часы) |              |                              |                               |
| Раздел 1. Классификация наноструктурных полимерных материалов, их компонентов и подходов к получению  | 9                         |                   |                |              |                              | Т                             |
| Тема 1. Классификация видов наноструктурных объектов и наноструктурных материалов. Наноструктурные полимерные материалы (НПМ), как один из видов наноструктурных объектов. Базовые термины и понятия. |                           | 2                 |                | 6            | ИЛ                           |                               |

|  |   |   |   |    |   |
|--|---|---|---|----|---|
| <p>Тема 2. Принципы получения наноструктурных материалов в целом и НПМ, как одного из их видов. Принципы получения НПМ, основанные на делении и объединении материальных объектов. Понятие о наноструктурных полимерных композиционных материалах (НПКМ).<br/>Лабораторная работа: Получение наноструктурированного порошка на примере ферромагнитного железа и изучение его свойств</p> | 2 | 6 | 8 | ИЛ |   |
| Раздел 2. Процессы и методы получения НПМ  |   |   |   |    |   |
| <p>Тема 3. Методы получения НПМ. Система методов получения НПМ и система методов получения НПКМ.<br/>Лабораторная работа: Получение терморасширенного железа из интеркалированного и исследование свойств исходных продуктов и готового материала.</p>   | 2 | 4 | 6 | ИЛ | Т |
| <p>Тема 4. Процессы получения НПМ (НПКМ), основанные на диспергировании наноконпонентов системы в полимерных матрицах.<br/>Лабораторная работа: Получение наночастиц серебра в структуре полимера.</p>   | 2 | 2 | 6 | ИЛ |   |
| Раздел 3. Регулирование процессов получения НПМ  |   |   |   |    |   |
| <p>Тема 5. Процессы получения нанопористых НПМ (НПКМ). Методы, основанные на травлении полимерных матриц<br/>Лабораторная работа: Получение нанопористых НПМ методом темплатного синтеза ( метод травления)</p>  | 2 | 6 | 8 | ИЛ | Т |
| <p>Тема 6. Процессы получения нанопористых НПМ (НПКМ). Методы, основанные на синтезе нанообъектов в массе полимеров. Методы, основанные на удалении наночастиц из объемов полимерных материалов.</p>   | 2 |   | 8 | ИЛ |   |
| Раздел 4. Особенности процессов получения НПМ  |   |   |   |    |   |

|  |   |   |   |    |  |
|--|---|---|---|----|--|
| <p>Тема 7. Методы диспергирования наночастиц в растворителях, растворах мономеров и полимеров. Методы и методики сохранения наночастиц в дисперсном состоянии.<br/>Лабораторная работа: Исследование степени текучести эпоксидной смолы в присутствии тиксотропный добавки - аэросил</p> | 2 | 6 | 8 | ИЛ |  |
| <p>Тема 8. Конкретные методы и методики получения блочных пленочных и волокнистых НПМ. Примеры.<br/>Лабораторная работа: Получение композитных блоков на основе эпоксидной смолы, наполненных наночастицами аэросила</p>   | 1 | 2 | 8 |    |  |

|   |  |      |    |      |  |  |
|---|--|------|----|------|--|--|
| Тема 9. Оборудование и технологическое оснащение производств и процессов получения НПМ. Методы тестирования НПМ и процессов их получения.<br>Лабораторная работа: Исследование морфологии и физико-механических свойств полученных НПМ. |  | 2    | 8  | 8    |  |  |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)   |  | 17   | 34 | 66   |  |  |
| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)   |  | 2,5  |    | 24,5 |  |  |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>   |  | 53,5 |    | 90,5 |  |  |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения   | Наименование оценочного средства  |
|-----------------|--|---|
| ПК-1            | Называет пути поиска, сбора и обработки информации о наноструктурированных композиционных материалах. Разрабатывает критерии систематизации и структурирования информации. Проводит критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников. Оценивает современное состояние и развитие науки о наноструктурированных композиционных материалах (нано-, биоматериалах и композитах). | Вопросы устного собеседования<br>Тестовые задания<br>Практико-ориентированные задания |
| ПК-2            | Излагает основы химического строения, классификацию, основные свойства и способы получения наноструктурных полимерных материалов. Дает сравнительную оценку свойств, сопоставляет варианты получения наноструктурных полимерных материалов и способен выбирать оптимальные методы с технико-экономической точки зрения. Разрабатывает опытные образцы наноструктурных полимерных материалов.         | Вопросы устного собеседования<br>Тестовые задания<br>Практико-ориентированные задания |
| ПК-5            | Излагает основы технологии производства наноструктурных полимерных материалов с заданными свойствами. Осуществляет выбор технологических параметров процессов получения наноструктурных полимерных материалов с заданными свойствами. Разрабатывает оптимальные технологические параметры для производства наноструктурных полимерных материалов с заданными свойствами.                             | Вопросы устного собеседования<br>Тестовые задания<br>Практико-ориентированные задания |

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания        | Критерии оценивания сформированности компетенций   |                   |
|-------------------------|--|-------------------|
|                         | Устное собеседование   | Письменная работа |
| 5 (отлично)             | Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокое понимание предмета.  |                   |
| 4 (хорошо)              | Ответ стандартный, в целом качественный, но содержит неточности/незначительные ошибки.   |                   |
| 3 (удовлетворительно)   | Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. Имеются ошибки по нескольким темам, незнание важных терминов.        |                   |
| 2 (неудовлетворительно) | Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. |                   |

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п     | Формулировки вопросов  |
|-----------|--|
| Семестр 9 |  |
| 1         | Классификация наноструктурных материалов. Место нанокompозитов в ряду наноматериалов.                      |
| 2         | Полимерные нанокompозиты. Классификация. Место волокнистых полимерных композитов во множестве остальных.   |
| 3         | Волокна – нанокompозиты. Классификация. Области применения.  |
| 4         | Структурные характеристики нанокompозитов.   |
| 5         | Классификация пленочных полимерных нанокompозитов.   |
| 6         | Классификация пористых полимерных нанокompозитов.  |
| 7         | Теоретические аспекты получения полимерных нанокompозитов. Два подхода к методам получения нанокompозитов. |
| 8         | Наполнители для полимерных нанокompозитов. Как свойства наполнителей влияют на свойства композитов.        |
| 9         | Теоретические аспекты получения нанокompозитных пленок. Два подхода к методам их получения.                |
| 10        | Матрицы для получения нанокompозитов. Как свойства матрицы влияют на свойства композитов.                  |
| 11        | Теоретические аспекты получения нанопористых тел. Структурные характеристики пористых материалов.          |
| 12        | Теоретические аспекты повышения адгезионных и прочностных характеристик полимерных нанокompозитов.         |
| 13        | Электрические свойства нанокompозитов.   |
| 14        | Прочностные свойства нанокompозитов.   |
| 15        | Теплопроводность полимерных нанокompозитов.  |
| 16        | Гидрофобность и сверхгидрофобность волокнистых и пленочных материалов.                                     |
| 17        | Углерод-углеродные нанокompозиты. Свойства и области применения.   |

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Пример вопроса 1 в тесте: Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов?

- 1) изменение свойств нанобъектов в зависимости от размера элементов их структуры (верный)
- 2) изменение свойств нанобъектов в зависимости от внешних условий
- 3) изменение размера нанобъектов в зависимости от состава

Пример вопроса 2 в тесте: Изолированный ультрадисперсный объект с чётко определёнными размерными границами – это:

- 1) коллоидная частица
- 2) ультрадисперсная частица
- 3) наночастица (верный)

Пример вопроса 3 в тесте: Что такое фуллерен?

- 1) железосодержащая наноструктура, используемая в медицине
- 2) семейство шарообразных полых молекул общей формулы  $C_n$  (верный)
- 3) плоский лист графита мономолекулярной толщины

Пример вопроса 4 в тесте: Какой метод не относится к основным методам получения углеродных нанотрубок и нановолокон?

- 1) биотехнологический (верный)
- 2) лазерно-термический
- 3) дуговой

Пример вопроса 5 в тесте: Что означает относящийся к созданию нанобъектов термин «Bottom up»?

- 1) структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул (верный)
- 2) диспергирование, уменьшение размера нанобъектов
- 3) создание наноструктурированного слоя методом сублимации вещества

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Пример 1 - перечислить способы получения нанопленок по методу Ленгмюра-Блоджетт

Пример 2 - написать сущность и принцип работы прибора для получения нанопленок методом спин-коутинга

Пример 3 - охарактеризовать метод получения нановолокон путем электроформования

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Во время проведения экзамена студент имеет возможность пользоваться справочниками. На подготовку ответа студенту отводится 30 минут, время на ответ — 20 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

| Автор   | Заглавие   | Издательство   | Год издания | Ссылка  |
|---|--|--|-------------|---|
| <b>6.1.1 Основная учебная литература</b>  |  |  |             |   |
| Солнцев, Ю. П.,<br>Пряхин, Е. И.,<br>Воложанина, С. А.,<br>Петкова, А. П.,<br>Солнцева, Ю. П. | Нанотехнологии и<br>специальные материалы                      | Санкт-Петербург:<br>ХИМИЗДАТ   | 2020        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/97818.html">http://www.iprbookshop.ru/97818.html</a>   |
| Тимошина, Ю. А.,<br>Вознесенский, Э. Ф.   | Введение в<br>нанотехнологии                                   | Казань: Казанский<br>национальный<br>исследовательский<br>технологический<br>университет | 2019        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/109536.html">http://www.iprbookshop.ru/109536.html</a> |
| <b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>  |  |  |             |   |
| Амосов, А. П.,<br>Латухин, Е. И., Юдин,<br>П. Е.  | Процессы получения<br>наноматериалов                           | Самара: Самарский<br>государственный<br>технический<br>университет, ЭБС АСВ              | 2019        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/111409.html">http://www.iprbookshop.ru/111409.html</a> |
| Хакимуллин, Ю. Н.,<br>Закирова, Л. Ю.   | Химия и физика<br>полимеров. Физические<br>состояния полимеров | Казань: Казанский<br>национальный<br>исследовательский<br>технологический<br>университет | 2017        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/79597.html">http://www.iprbookshop.ru/79597.html</a>   |

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [электронный ресурс]. URL: <https://www.iprbookschop.ru/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лабораторные работы проводятся в лаборатории, оборудованной вытяжными шкафами, весами аналитическими, комплектами посуды и оборудования для проведения лабораторных работ по получению наноструктурных полимерных материалов.

| Аудитория            | Оснащение   |
|----------------------|---|
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |