

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**ФТД.01**

Модификация поверхности полимерных материалов

Учебный план: 2024-2025 18.04.01 ИПХиЭ ХТБВКиВМ ОО №2-1-97.plx

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

Направление подготовки:  
(специальность) 18.04.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология биоактивных веществ, красителей и волокнистых  
(специализация) материалов

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) |     | Контактная работа обучающихся |                   | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоёмкость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------------|--------------------------------------|
|                           |     | Лекции                        | Практ.<br>занятия |                |                   |                      |                                      |
| 2                         | УП  | 17                            | 17                | 37,75          | 0,25              | 2                    | Зачет                                |
|                           | РПД | 17                            | 17                | 37,75          | 0,25              | 2                    |                                      |
| Итого                     | УП  | 17                            | 17                | 37,75          | 0,25              | 2                    |                                      |
|                           | РПД | 17                            | 17                | 37,75          | 0,25              | 2                    |                                      |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

\_\_\_\_\_

Хохлова Валентина  
Александровна

Ассистент

\_\_\_\_\_

Уварова Надежда  
Федоровна

Старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Дианкина Надежда  
Владимировна

От кафедры составителя:

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

\_\_\_\_\_

Асташкина Ольга  
Владимировна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Сашина Елена  
Сергеевна

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области методов и особенностей модификации поверхности полимерных материалов.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- Раскрыть основные принципы разнообразных способов модификации поверхности полимерных материалов
- Рассмотреть основные особенности структуры и свойств поверхностно-модифицированных полимеров и полимерных материалов
- Сформировать представления о тенденциях развития новых поверхностно-модифицированных полимеров и полимерных материалов

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

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

- Теоретические и экспериментальные методы исследований
- Современные проблемы химической технологии
- Дополнительные главы технологии волокнистых материалов
- Введение в химию природных красителей
- Химия и технология биоактивных веществ и препаратов на их основе

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |
|--|
| <b>ПК-3: Способен внедрять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, новую технику и передовую технологию продукции нефтехимии</b>                                     |
| <b>Знать:</b> физические, физико-химические и химические основы процессов модификации полимерных материалов; передовой отечественный и зарубежный опыт в области модификации полимеров |
| <b>Уметь:</b> разрабатывать предложения по модификации полимерных материалов с целью повышения качества продукции  |
| <b>Владеть:</b> навыками организации разработки и реализации планов внедрения новых модифицированных полимерных материалов   |

## 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)    | Пр.<br>(часы) |              |                              |                               |
| Раздел 1. Классификация методов модификации полимеров  | 2                         |                   |               |              |                              | О                             |
| Тема 1. Основные способы физической модификации полимеров.<br>Практическое занятие: Особенности напыления, обработки плазмой, отжига и других методов физической поверхностной модификации полимеров |                           | 2                 | 2             | 4            | ИЛ                           |                               |
| Тема 2. Основные способы химической модификации полимеров<br>Практическое занятие: Функционализация, прививка, сшивка, окисление, химическая обработка поверхности полимерных материалов             |                           | 2                 | 2             | 5            | ИЛ                           |                               |
| Тема 3. Комбинированные методы модификации.<br>Практическое занятие: Применение комбинированных методов модификации поверхности полимеров и полимерных наноматериалов.                               |                           | 2                 | 2             | 4            | ИЛ                           |                               |

|  |       |    |       |    |   |
|--|-------|----|-------|----|---|
| Раздел 2. Структурные особенности и стабильность модифицированного полимера  |       |    |       |    |   |
| Тема 4. Механическая активация полимеров.<br>Практическое занятие: Кинетика и элементарные стадии механохимических превращений.  | 2     | 2  | 4     | ИЛ | О |
| Тема 5. Термоустойчивость полимеров.<br>Практическое занятие: Виды термообработок и режимов охлаждения. Особенности процессов.   | 2     | 2  | 5     | ИЛ |   |
| Тема 6. Устойчивость модифицированных полимеров к внешним воздействиям<br>Практическое занятие: Влияние температуры и внешних физико-механических воздействий на модифицированные полимерные материалы.                          | 2     | 2  | 5     | ИЛ |   |
| Раздел 3. Свойства и области применения модифицированных полимеров   |       |    |       |    |   |
| Тема 7. Смачиваемость полимеров жидкостями. Проницаемость, диффузия и сорбция низкомолекулярных соединений.<br>Практическое занятие: Влияние модифицирующих обработок на величину поверхностной энергии полимера                 | 2     | 2  | 4     | ИЛ | О |
| Тема 8. Трибологические характеристики. Адгезионные свойства. Биостойкость. Диэлектрические свойства. Механические и реологические свойства<br>Практическое занятие: Адгезионные свойства поверхности модифицированных полимеров | 2     | 2  | 4     | ИЛ |   |
| Тема 9. Области применения модифицированных полимерных материалов.<br>Практическое занятие: Примеры использования модифицированных полимерных материалов.  | 1     | 1  | 2,75  | ИЛ |   |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)  | 17    | 17 | 37,75 |    |   |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)  | 0,25  |    |       |    |   |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>  | 34,25 |    | 37,75 |    |   |

#### 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-3            | <p>Перечисляет основные базы поиска информации о модификации поверхности полимерных материалов, аргументировано подбирает основные методы и процессы модификации полимеров с целью придания им заданных свойств.</p> <p>Предлагает порядок действий по проведению эксперимента с достижением заданных показателей и обрабатывает полученные результаты, анализирует и осмысливает их с учетом имеющихся данных.</p> <p>Подбирает технологию и необходимое оборудование для получения модифицированных полимерных материалов.</p> | <p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p> |

#### 5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций  |                   |
|------------------|---|-------------------|
|                  | Устное собеседование  | Письменная работа |
| Зачтено          | <p>Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; либо достаточный уровень знаний в пределах основного учебного курса; либо всестороннее систематическое и глубокое знание основного и дополнительного учебного материала.</p> <p>Справляется с ответом на поставленные вопросы, предусмотренные программой, без ошибок, либо допуская при этом некоторое количество не принципиальных ошибок или несущественных погрешностей.</p> <p>Обладает необходимыми знаниями для их устранения самостоятельно или под руководством преподавателя.</p> <p>Знаком с основной литературой, рекомендованной программой.</p> |                   |
| Не зачтено       | <p>Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не способен исправлять допущенные ошибки.</p>   |                   |

### 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 2 |   |
| 1         | Классификация методов модификации поверхности полимерных материалов.  |
| 2         | Особенности плазменной обработки полимерных материалов.   |
| 3         | Радиационное и УФ облучение поверхностного слоя полимерного материала. Преимущества методов.                                |
| 4         | Поверхностная обработка химическими реагентами полимерных материалов.   |
| 5         | Совместное или последовательное воздействие химическими реагентами и физическим полем на поверхность полимерного материала. |
| 6         | Получение полимерных наноструктурных мембран при помощи поверхностной модификации.  |
| 7         | Поверхностная модификация полимеров через механическое воздействие.   |
| 8         | Термическая устойчивость модифицированных полимерных материалов.  |
| 9         | Придание новых свойств полимерным материалам при помощи поверхностной модификации. Привести примеры.                        |

|    |   |
|----|---|
| 10 | Теоретические обоснования выбора конкретного полимера и метода его поверхностной модификации.       |
| 11 | Поверхностные макро- и наноструктуры.   |
| 12 | Влияние поверхностной модификации полимерного материала на его гидрофильные (гидрофобные) свойства. |
| 13 | Влияние поверхностной модификации полимерного материала на сорбционные характеристики полимера.     |
| 14 | Трибологические характеристики поверхностно-модифицированных полимеров.                             |
| 15 | Адгезионные свойства поверхностно-модифицированных полимеров.                                       |
| 16 | Влияние поверхностной модификации полимерного материала на его биостойкость.                        |
| 17 | Перспективы использования модифицированных полимеров и полимерных наноматериалов.                   |
| 18 | Примеры использования модифицированных полимеров и полимерных наноматериалов.                       |

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

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

Пример практического задания: Дать развернутое представление о том, зачем требуется поверхностная модификация полимерных материалов, в том числе наноструктурных.

Примерный ответ: При использовании полимеров для изготовления тех или иных изделий его материал должен обладать рядом свойств. Одни из них являются безусловно необходимыми, но, как правило, недостаточными. И очень часто полимер, обладая необходимыми свойствами, не может удовлетворить дополнительным свойствам, без которых эксплуатация данного изделия становится либо невозможной, либо требует разработки дополнительных технологических методов для придания материалу недостающих качеств. Рассмотрим несколько конкретных примеров из различных областей применения полимеров.

Волокна из таких материалов, как полиэтилен и политетрафторэтилен, имеют высокие прочности и модули упругости, что делает их перспективными для использования в композиционных материалах. Но сдерживающим фактором является относительно низкая прочность сцепления (адгезия) этих волокон к полимерным матрицам.

Многие виды тканей являются "смесовыми", то есть содержат как натуральные волокна, так и синтетические. Такой комбинацией удается совместить преимущества тех и других материалов и компенсировать их недостатки. Так, хлопколавсановые ткани сочетают формоустойчивость лавсана (изделие после глажки сохраняет форму) и органолептические ощущения хлопкового волокна. Однако заключительная отделка таких тканей встречается с некоторыми трудностями. Из-за высокой химической инертности полиэфирной составляющей она окрашивается не так хорошо как хлопок и краситель на ней удерживается менее прочно. Эти проблемы являются следствием низкой поверхностной энергии полимеров, которая обуславливает их плохую смачиваемость в первом случае материалом матрицы, а во втором - реактивами, используемыми при отделке.

## 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

Обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку к ответу и 10 минут на ответ, также обучающийся может пользоваться конспектами с лекций.

## 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>                               |  |                              |             |   |
| Асташкина О. В.,<br>Дианкина Н. В.,<br>Лысенко А. А.,<br>Ширшова Е. П. | Технология полимерных композиционных материалов. Дисперсно-наполненные композиционные материалы. | Санкт-Петербург:<br>СПбГУПТД | 2021        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021162">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021162</a> |
| А. А. Лысенко, А. Ю. Кузнецов  | Методы исследования наночастиц и полимерных наноматериалов                                       | Санкт-Петербург:<br>СПбГУПТД | 2021        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021160">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021160</a> |

|  |   |  |      |   |
|--|---|--|------|---|
| В. А. Лысенко  | Технологии модификаций полимеров и волокон. Способы получения, принципы модификации и свойства полимерных волокон                   | Санкт-Петербург: СПбГУПТД  | 2021 | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021161">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2021161</a>   |
| Осовская И.И., Горбачев С.А.   | Полимеры в биотехнологии и биоинженерии   | Санкт-Петербург: СПбГУПТД  | 2019 | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20195044">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20195044</a> |
| Галяветдинов, Н. Р., Талипова, Г. А., Сафин, Р. Р.   | Технология обработки материалов: полимеры   | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2020 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/109617.html">http://www.iprbookshop.ru/109617.html</a>   |
| <b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>   |   |  |      |   |
| Петров, В. А., Валишина, З. Т., Шипина, О. Т., Матухин, Е. Л., Голубев, А. Е., Косточко, А. В. | Модификация структуры и свойств целлюлозы   | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2016 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/79332.html">http://www.iprbookshop.ru/79332.html</a>   |
| Кутырева, М. П., Бабкина, С. С., Атанасян, Т. К., Улахович, Н. А., Кутырев, Г. А.              | Новые материалы. Биологически активные гиперразветвленные полимеры и их металлокомплексы  | Москва: Московский педагогический государственный университет                | 2014 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/70135.html">http://www.iprbookshop.ru/70135.html</a>   |
| Лысенко А. А., Асташкина О. В., Саклакова Е. В.  | Модификация поверхности полимерных наноматериалов   | СПб.: СПбГУПТД   | 2016 | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3623">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3623</a>         |
| Готлиб, Е. М., Черезова, Е. Н., Ильичева, Е. С., Медведева, К. А.                              | Эпоксидные сополимеры. Отверждение, модификация, применение в качестве клеев  | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2014 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/62355.html">http://www.iprbookshop.ru/62355.html</a>   |
| Сироткин, А. С., Лисюкова, Ю. В., Вдовина, Т. В., Щербакова, Ю. В.                             | Биополимеры и перспективные материалы на их основе  | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2017 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/94966.html">http://www.iprbookshop.ru/94966.html</a>   |
| Жуковский В. А., Хохлова В. А., Немилев В. Е., Штягина Л. М., Свердлова Н. И.                  | Химия волокнообразующих полимеров. Карбоксиметилцеллюлоза, получение, модификация, исследование и применение в медицинской практике | СПб.: СПбГУПТД   | 2015 | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2261">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2261</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>

Портал для официального опубликования стандартов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.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

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