

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

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.02.02** Физико-химия полимеров

Учебный план: 2025-2026 18.03.01 ИПХиЭ ХТОиНВ ОЗО №1-2-94.plx

Кафедра: **54** Химических технологий им. проф. А.А. Хархарова

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология органических и неорганических веществ  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очно-заочная

### 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                        | Лаб.<br>занятия |                |                   |                      |                                      |
| 8                         | УП  | 17                            | 34              | 92,75          | 0,25              | 4                    | Зачет                                |
|                           | РПД | 17                            | 34              | 92,75          | 0,25              | 4                    |                                      |
| Итого                     | УП  | 17                            | 34              | 92,75          | 0,25              | 4                    |                                      |
|                           | РПД | 17                            | 34              | 92,75          | 0,25              | 4                    |                                      |

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):

Ассистент

доктор химических наук, Профессор

Елохин Иван Васильевич

Сашина Елена Сергеевна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой химических технологий им.  
проф. а.а. хархарова

Сашина Елена Сергеевна

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 физики и химии полимеров

**1.2 Задачи дисциплины:**

- рассмотреть теоретические основы химии и физики полимеров
- сформировать целостное представление о взаимосвязи методов синтеза и превращений полимеров со свойствами полимерных материалов
- ввести в курс новейших достижений полимерной науки и производства
- выработать навыки проведения эксперимента при работе с полимерами и системами на их основе

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п.

2, при изучении дисциплин:

Органическая химия

Физическая химия

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Теоретические основы технологии органических и неорганических веществ

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-3: Способен определять тематику и инициировать работы по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам в области химической технологии органических и неорганических веществ</b> |
| <b>Знать:</b> основы физико-химических методов оценки свойств полимеров                                                                                                                            |
| <b>Уметь:</b> использовать методики и технику для изучения свойств полимерных материалов                                                                                                           |
| <b>Владеть:</b> навыками анализа химической и физической структуры 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)    | Лаб.<br>(часы) |              |                              |                               |
| Раздел 1. Основные понятия химии высокомолекулярных соединений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8                         |                   |                |              |                              | Л                             |
| Тема 1. Введение. История развития полимеров. Введение в физико-химию полимеров. Основные определения полимерной химии. Структура полимеров. Структура, конфигурация, конформация макромолекулы.                                                                                                                                                                                                      |                           | 1                 |                | 6,75         | ГД                           |                               |
| Тема 2. Особенности строения полимеров, их классификация. Фазовые и физические состояния полимеров. Кристаллические и аморфные полимеры. Гибкость полимеров. Лабораторное занятие: Общие свойства полимеров.                                                                                                                                                                                          |                           | 2                 | 2              | 7            |                              |                               |
| Раздел 2. Основные методы синтеза и переработки полимеров                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |                   |                |              |                              | Л,Ко                          |
| Тема 3. Цепная полимеризация: общая характеристика. Радикальная и ионная полимеризация, ее стадии и их особенности. Способы проведения радикальной полимеризации в гомо- и гетерофазных системах (практические методы полимеризации и их особенности). Катализаторы Циглера-Натта. Лабораторное занятие: Исследование процесса радикальной полимеризации. Решение задач.                              |                           | 2                 | 4              | 10           |                              |                               |
| Тема 4. Ступенчатая полимеризация (поликонденсация). Характеристики ступенчатой полимеризации и ее отличия от цепной. Требования к мономеру поликонденсации, технические способы проведения поликонденсации. Химические реакции полимеров. Классификация химических превращений: полимераналогичные, реакции деструкции, реакции сшивки. Лабораторное занятие: Исследование процесса поликонденсации. |                           | 2                 | 4              | 10           |                              |                               |
| Тема 5. Модификация полимерных материалов. Основные виды и способы модификации полимерных изделий. Улучшение физических и механических свойств. Основные способы переработки полимерных материалов. Надмолекулярная структура. Влияние переработки на изменение надмолекулярной структуры полимеров. Лабораторное занятие: Исследование полимераналогичных превращений. Решение задач.                |                           | 1                 | 2              | 10           | ГД                           |                               |
| Раздел 3. Физико-химия и физика полимеров                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |                   |                |              |                              | Пр,Л                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |       |    |       |    |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|----|-------|----|---|
| Тема 6. Структура полимеров. Фазовые состояния. Фазовые переходы полимеров. Кристаллические и аморфные полимеры, жидкокристаллические полимеры. Специфика фазовых переходов полимеров. Лабораторное занятие: Исследование фазового состояния полимеров.                                 |  | 1     | 4  | 8     | ГД |   |
| Тема 7. Надмолекулярная структура полимеров. Методы исследования молекулярной и надмолекулярной структуры полимеров. Лабораторное занятие: Исследование надмолекулярной структуры полимеров.                                                                                            |  | 2     | 4  | 8     |    |   |
| Тема 8. Деформационные и прочностные свойства полимеров. Диаграмма нагрузка-удлинение, ее анализ. Ориентация и релаксация полимеров. Полимерные изделия. Состав и классификация пластмасс. Методы переработки полимеров. Лабораторное занятие: Методы переработки и свойства полимеров. |  | 1     | 4  | 9     |    |   |
| Раздел 4. Система полимер-низкомолекулярная жидкость                                                                                                                                                                                                                                    |  |       |    |       |    |   |
| Тема 9. Набухание и растворение полимеров. Разбавленные и концентрированные растворы полимеров. Фазовое равновесие системы полимер-растворитель. Лабораторное занятие: Набухание и растворение полимеров                                                                                |  | 2     | 4  | 8     |    |   |
| Тема 10. Термодинамика растворения и набухания полимеров. Оценка гибкости цепи полимера. Теория растворов полимера. Лабораторное занятие: Характеристики структуры полимеров                                                                                                            |  | 1     | 2  | 8     |    | Л |
| Тема 11. Реологические свойства растворов полимеров. Коллоидные полимерные системы, дисперсии, латексы. Механизмы их стабилизации. Пластификация полимеров, физико-химическая сущность пластификации. Полимерные сорбенты. Лабораторное занятие: Коллоидные полимерные системы          |  | 2     | 4  | 8     | ГД |   |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                                                                                                                                                                                                                                     |  | 17    | 34 | 92,75 |    |   |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)                                                                                                                                                                                                                                         |  | 0,25  |    |       |    |   |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                                                                       |  | 51,25 |    | 92,75 |    |   |

#### 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            | Описывает строение и технологии синтеза органических полимеров, раскрывает взаимосвязь их структуры и основных свойств. Может нарисовать скелетные формулы полимеров. | Вопросы устного собеседования<br>Практико- |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | Перечисляет основные классы полимеров и технологии производства. Описывает важнейшие структурные характеристики полимеров и анализирует их влияние на физико-химические и механические свойства полимерных материалов. Анализирует и выбирает методы исследований фазового состояния полимеров. Предлагает способ переработки полимера | ориентированные задания |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                  | Устное собеседование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Письменная работа |
| Зачтено          | Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области, умение использовать теоретические знания для решения практических задач. Оценивается не только глубокое понимание теоретических знаний, но и уровень владения терминологией дисциплины, умение делать выводы, выявление закономерности. Студент показывает свободное владение полученным материалом, умеет рисовать и писать химические формулы и уравнения, владеет химической номенклатурой и терминологией, умеет применять полученные знания для решения конкретных задач, понимает и знает области применения, условий и факторов, влияющих на протекание химических процессов. Допускается 1-2 небольшие ошибки, исправленные при указании преподавателя. |                   |
| Не зачтено       | Не демонстрирует знаний по химии высокомолекулярных соединений, не понимает основные понятия, не умеет писать реакции, использовать сведения по химии полимеров для решения практических задач. Низкий уровень владения терминологией, не умеет делать выводы, выявлять закономерности. Студент показал слабое владение материалом, с трудом записывает химические формулы и уравнения, владение химической номенклатурой и терминологией, знание основополагающих законов и умение их применять для решения конкретных задач, понимание схемы технологического процесса, знание условий и факторов, влияющих на его протекание отсутствует.                                                                                                                                       |                   |

### 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 8 |                                                                                                                 |
| 1         | История развития полимеров. Области их применения и химическое строение. Значение полимеров в экономике страны. |
| 2         | Форма макромолекул, ее влияние на свойства полимеров.                                                           |
| 3         | Классификация полимеров. Примеры.                                                                               |
| 4         | Промышленные способы получения полимеров.                                                                       |

|    |                                                                                                          |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Получение полимеров за счет раскрытия гетероциклов, особенности, примеры.                                |
| 6  | Строение макромолекул. Конфигурация и конформация макромолекул.                                          |
| 7  | Химические реакции полимеров и направления модификации их свойств.                                       |
| 8  | Радикальная полимеризация и ее элементарные стадии. Примеры мономеров и инициаторов.                     |
| 9  | Ступенчатая полимеризация (поликонденсация). Основные стадии.                                            |
| 10 | Ключевые отличия поликонденсации от полимеризации. Примеры мономеров и полимеров.                        |
| 11 | Ионная полимеризация, виды и основные стадии. Активный центр. Катализаторы. Мономеры.                    |
| 12 | Реакции полимераналогичных превращений, примеры.                                                         |
| 13 | Реакции деструкции полимеров. Основные причины и виды.                                                   |
| 14 | Агрегатные и фазовые состояния полимеров.                                                                |
| 15 | Кристаллические и аморфные полимеры.                                                                     |
| 16 | Специфика фазовых переходов полимеров.                                                                   |
| 17 | Физическая структура полимеров, важнейшие структурные характеристики полимерных материалов.              |
| 18 | Способы переработки полимеров. Влияние переработки на изменение надмолекулярной структуры.               |
| 19 | Надмолекулярная структура полимеров.                                                                     |
| 20 | Методы исследования структуры полимеров.                                                                 |
| 21 | Деформационные свойства полимеров. Диаграмма нагрузка-удлинение.                                         |
| 22 | Ориентация и релаксация полимеров.                                                                       |
| 23 | Прочностные свойства полимеров. Механизм разрушения полимеров. Факторы, влияющие на прочность полимеров. |
| 24 | Набухание и растворение полимеров.                                                                       |
| 25 | Коллоидные полимерные системы, дисперсии, механизмы их стабилизации.                                     |
| 26 | Реологические свойства разбавленных растворов полимеров.                                                 |
| 27 | Реология концентрированных полимеров.                                                                    |
| 28 | Полимерные изделия. Пластмассы. Состав пластмасс.                                                        |
| 29 | Классификация пластмасс.                                                                                 |
| 30 | Методы переработки полимеров.                                                                            |

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

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

1. На основании анализа химической структуры и свойств полимера обосновать выбор способа его переработки
2. Обосновать различие свойств полимеров, полученных 1,2 - и 1,4 полимеризацией заданного мономера, предложить реакции и условия полимеризации
3. Опишите факторы, влияющие на кинетическую гибкость полимеров
4. Опишите влияние структуры полимера на кристалличность
5. Охарактеризовать термопластические свойства заданного полимера и предложить способ его переработки и применения
6. Перечислить и обосновать выбор методов для определения основных свойств раствора полимера.
7. На основании анализа растворимости полимера в предложенных растворителях обосновать выбор растворяющей системы для последующей переработки.
8. Охарактеризуйте понятие Сегмент Куна. Приведите примеры и разницу между значениями для заданного полимера.

### 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»

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля является допуском для проведения промежуточной аттестации. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля и выполнившие необходимые задачи с последующей защитой лабораторного практикума.

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Студент не допускается к промежуточной аттестации в случае невыполнения и не сдачи лабораторного практикума.

Проводится только в очном формате.

Устная форма. Время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 45 мин. Билет включает два теоретических вопроса и одно практико-ориентированное задание. При подготовке к зачету нельзя использовать любые материалы, кроме справочной литературы. Сообщение результатов обучающемуся производится непосредственно после устного ответа.

## 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>                       |                                                            |                                                                                      |             |                                                                                                                                 |
| Сашина Е. С.,<br>Яковлева О. И.,<br>Елохин И. В.               | Физико-химия полимеров                                     | Санкт-Петербург:<br>СПбГУПТД                                                         | 2024        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2024123">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2024123</a> |
| Шишонок, М. В.                                                 | Химия высокомолекулярных соединений                        | Минск: Вышэйшая школа                                                                | 2021        | <a href="https://www.iprbooks.hop.ru/120094.html">https://www.iprbooks.hop.ru/120094.html</a>                                   |
| Барсукова, Л. Г.,<br>Вострикова, Г. Ю.,<br>Глазков, С. С.      | Физико-химия и технология полимеров, полимерных композитов | Москва: Ай Пи Ар Медиа                                                               | 2021        | <a href="https://www.iprbooks.hop.ru/108353.html">https://www.iprbooks.hop.ru/108353.html</a>                                   |
| <b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>                 |                                                            |                                                                                      |             |                                                                                                                                 |
| Сашина Е. С.,<br>Яковлева О. И.,<br>Калугина М. С.             | Химия полимеров                                            | Санкт-Петербург:<br>СПбГУПТД                                                         | 2023        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202314">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202314</a>   |
| В. А. Жуковский, Н. И. Свердлова, В. А. Хохлова, Л. М. Штягина | Физика и химия полимеров                                   | Санкт-Петербург:<br>СПбГУПТД                                                         | 2020        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020453">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020453</a> |
| Сашина Е. С.,<br>Яковлева О. И.,<br>Елохин И. В.               | Физико-химия полимеров                                     | Санкт-Петербург:<br>СПбГУПТД                                                         | 2024        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2024124">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2024124</a> |
| Бруяко, М. Г.,<br>Григорьева, Л. С.,<br>Орлова, А. М.          | Химия и технология полимеров                               | Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ | 2016        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/40956.html">http://www.iprbookshop.ru/40956.html</a>                                         |
| Хакимуллин, Ю. Н.,<br>Закирова, Л. Ю.                          | Химия и физика полимеров. Растворы и смеси полимеров       | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет         | 2019        | <a href="https://www.iprbooks.hop.ru/109614.html">https://www.iprbooks.hop.ru/109614.html</a>                                   |

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

Международные реферативные базы данных научных изданий  
Электронный каталог библиотеки СПГУПТД <http://publish.sutd.ru/>  
Электронный каталог «Научные журналы СПГУПТД»: <http://journal.prouniver.ru/glavnaya/>  
Электронно-библиотечная система elibrary. <http://elibrary.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

Лабораторное оборудование, необходимые реактивы и материалы для выполнения лабораторных работ

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