

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.02.01 Химия полимеров

Учебный план: 2025-2026 18.03.01 ИПХиЭ ХТДиНВ ОЗО №1-3-94.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 (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Лаб. занятия				
3	УП	8	8	124	4	4	Зачет
	РПД	8	8	124	4	4	
Итого	УП	8	8	124	4	4	
	РПД	8	8	124	4	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 химии полимеров

1.2 Задачи дисциплины:

- рассмотреть основные разделы современной химии 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

ПК-3: Способен определять тематику и инициировать работы по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам в области химической технологии органических и неорганических веществ

Знать: строение и основы технологии синтеза органических полимеров, взаимосвязь структуры и свойств основных классов полимеров

Уметь: давать сравнительную оценку свойств полимеров и полимерных органических материалов различных классов, применять способы их улучшения

Владеть: навыками использования результатов новых разработок по синтезу и модификации полимерных материалов и применения физико-химических методов для испытания их свойств

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Понятие химии высокомолекулярных соединений	3					Л
Тема 1. Введение. История развития полимеров. Самые популярные полимеры в мире: значение, применение в разных областях промышленности. Основные определения полимерной химии. Молекулярная масса полимеров и способы ее определения.		0,5		10		
Тема 2. Строение полимеров, типы связей в полимерах, их классификация. Отличие полимеров от низкомолекулярных соединений. Строение полимеров, атактические и стереорегулярные полимеры. Сшивка. Полимерные нанобъекты. Номенклатура полимеров. Лабораторное занятие: Общие свойства полимеров.		1	1	14	ГД	
Раздел 2. Основные методы синтеза полимеров						
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.		1		15		
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.	1	2	15		,Л,С	
Тема 5. Модификация полимерных материалов. Основные требования к полимерным изделиям. Способы обеспечения этих требований. Основные виды и способы модификации полимерных изделий. Улучшение физических и механических свойств. Основные способы переработки полимерных материалов.	0,5		10			

Тема 6. Надмолекулярная структура полимеров. Методы термического анализа. Дифференциальные методы: дифференциальный термический анализ (ДТА) и дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Термогравиметрический анализ (ТГА). Метод ИК-спектроскопии.			0,5		8		
Раздел 3. Основные классы полимеров							
Тема 7. Природные полимеры. Белки (протеины). Нуклеиновые кислоты. Химический состав древесины. Полисахариды. Целлюлоза. Конформация мономерного звена целлюлозы. Гидролиз полисахаридов. Лигнин.			1		8		Л
Тема 8. Природные полиизопрены. Каучуки и резины. История. Природные и синтетические продукты. Состав резины. Свойства. Вулканизация. Лабораторное занятие: Каучуки и резины. Определение содержания свободной и связанной серы			1	2	10		
Тема 9. Термореактивные полимеры. Фенолформальдегидные смолы. Резолы и резиты. Эпоксидные смолы. Эпоксидные олигомеры. Лаки, клеи. Лабораторное занятие: Получение диеновых эпоксидных олигомеров			0,5	2	8		
Раздел 4. Конструкционные полимеры и композиционные материалы							
Тема 10. Конструкционные полимеры. Термостойкие полимеры. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен. Поликетоны. Полисульфоны. Полисульфиды. Кевлар. Пиролизированный полиакрилонитрил. Полифениленоксид. Лабораторное занятие: Получение пленок из ПВС с наночастицами серебра.			0,5	1	10		Л
Тема 11. Полимерные композиционные материалы. Добавки и наполнители. Наноккомпозиты. Области применения и перспективы развития новых материалов.			0,5		8		
Тема 12. Синтетические и природные полимеры в биоинженерии. Полимеры в биоинженерных системах. Полимерные импланты.					8		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)			8	8	124		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)			0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине			16,25		124		

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.	Вопросы устного собеседования Практико-

	Проводит сравнение свойств полимеров различных классов, обосновывает способы их получения. Использует результаты новых разработок по синтезу и модификации полимеров, использует физико-химические методы их испытаний.	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. Допускается 1-2 небольшие ошибки, исправленные при указании преподавателя.	В результате прохождения тестирования студент набрал 7,5-15 баллов
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	В результате тестирования студент набрал 0-7,0 баллов

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
Курс 3	
1	История развития полимеров. Самые популярные полимеры в мире. Области их применения и химическое строение.
2	Специфические свойства полимеров и ключевые отличия их от низкомолекулярных соединений.
3	Классификация полимеров. Примеры.
4	Молекулярная масса полимеров, ее способы выражения и особенности по сравнению с низкомолекулярными веществами.
5	Основные типы связей в полимерах. Примеры.
6	Основные термины полимеров. Номенклатура полимеров
7	Строение полимеров, атактические и стереорегулярные полимеры.
8	Особенности структуры аморфных и кристаллических полимеров.
9	Радикальная полимеризация и ее элементарные стадии. Примеры мономеров и инициаторов.
10	Ступенчатая полимеризация (поликонденсация). Основные стадии. Побочные реакции.

11	Ключевые отличия поликонденсации от полимеризации. Примеры мономеров и полимеров.
12	Ионная полимеризация, виды и основные стадии. Активный центр. Катализаторы. Мономеры.
13	Реакции полимераналогичных превращений, примеры.
14	Реакции деструкции полимеров.
15	Экспериментальные методы определения молекулярной массы макромолекул. Причины полидисперности синтетических полимеров.
16	Влияние растворителя на полимеризацию по цепному и ступенчатому механизму.
17	Отличия радикальной и ионной цепной полимеризации.
18	Реакции сшивки полимеров. Классификация сшивки. Примеры
19	Модификация полимеров. Химическая модификация.
20	Способы переработки полимерных материалов. Виды, условия, примеры.
21	Природные полимеры. Способы получения, отдельные представители.
22	Полисахариды. Классификация. Свойства. Химический состав древесины. Проекционные и перспективные формулы полисахаридов. Конфигурация целлюлозы.
23	Синтетические полимеры. Способы получения, представители.
24	Полипропилен и полиэтилентерефталат. Применение. Химические отличия по способам получения, по классификации, по структуре.
25	Термоэластопласты: характерные особенности, представители.
26	Каучуки и резины. Природные и синтетические продукты. Свойства. Вулканизация.
27	Резина. Состав резиновой смеси и их роль.
28	Живущая полимеризация, примеры.
29	Термореактивные полимеры. Фенолформальдегидные смолы. Резолы и резиты.
30	Полиуретаны. Эпоксидные смолы.
31	Конструкционные полимеры их особенности по строению и свойствам, а также их назначение.
32	Эпоксидные олигомеры. Лаки, клеи. Полиэфирсы. Цианакрилаты.
33	Наноккомпозиты. Полимерные композиционные материалы, модифицированные наночастицами металлов.
34	Полимераналогичные превращения. Целлюлоза, способы ее модификации, продукты на основе целлюлозы.
35	Методы термического анализа. ДСК. ТГА.

5.2.2 Типовые тестовые задания

1. Как называется молекула в виде цепочки из небольшого числа (3-5) одинаковых составных звеньев
 - а. олигомер (+)
 - б. полимер
 - в. макромолекула
 - г. мономер
2. Какая стадия полимеризации обозначена на схеме $RM^*+M=RMM^*$?
 - а. инициирование
 - б. рост (+)
 - в. передача
 - г. обрыв
3. Водородные связи может образовывать?
 - а. полиэтилен
 - б. поливиниловый спирт (+)
 - в. полипропилен
 - г. полистирол

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Предложите способ получения дивинила из этилена в присутствии воды. Напишите реакцию полимеризации дивинила в общем виде
2. На основании анализа химической структуры и свойств полимера обосновать выбор способа его переработки
3. Описать процесс и результат сшивки каучука серой, написать реакции.
4. Обосновать различие свойств полимеров, полученных 1,2 - и 1,4 полимеризацией заданного мономера, предложить реакции и условия полимеризации
5. Перечислите все возможные изомеры для полиизопрена
6. Опишите протекание реакции инициирования окислительно-восстановительных систем на примере персульфата натрия с восстановителем
7. Охарактеризовать термопластические свойства заданного полимера и предложить способ его переработки и применения
8. Напишите стадии анионной полимеризации стирола в присутствии изобутила лития
9. Опишите факторы, влияющие на молекулярную массу поликонденсационных полимеров
10. 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»

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 60 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.

Письменная форма. Возможно проведение письменной аттестации в виде теста вместо устного ответа. Тестирование проводится одновременно у всей группы в течение 20 минут. Студенты получают разные варианты заданий. Тест состоит из 15 заданий, 2 из которых - практико-ориентированные задачи (кейсы с вариантами ответов). Ко всем заданиям предложены варианты ответов с множественным выбором. Вариантов ответов может быть несколько. В случае нескольких вариантов и выделение только 1 из 2 или 2 правильных ответов из 3 студент получает 0,5 б. Студенту дается одна попытка прохождения теста. Результат сообщается студенту сразу же после прохождения тестирования.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Сашина Е. С., Яковлева О. И., Калугина М. С.	Химия полимеров	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2023	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202314
Шишонок, М. В.	Химия высокомолекулярных соединений	Минск: Вышэйшая школа	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/120094.html
Шашканова, О. Ю.	Высокомолекулярные соединения	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2023	https://www.iprbooks.hop.ru/137408.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Сашина Е. С., Яковлева О. И., Елохин И. В.	Физико-химия полимеров	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2024	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2024123
Хаширова, С. Ю., Бегиева, М. Б., Квашин, В. А.	Введение в химию полимеров	Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова	2017	https://www.iprbooks.hop.ru/110222.html
Сашина Е. С., Яковлева О. И., Елохин И. В.	Физико-химия полимеров	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2024	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2024124
Осовская, И. И., Горбачев, С. А.	Синтетические и природные полимеры в биоинженерии	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2023	https://www.iprbooks.hop.ru/132947.html
В. А.Жуковский, Н. И. Свердлова, В. А. Хохлова, Л. М. Штягина	Физика и химия полимеров	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020453
Бруяко, М. Г., Григорьева, Л. С., Орлова, А. М.	Химия и технология полимеров	Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/40956.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Международные реферативные базы данных научных изданий
Электронный каталог библиотеки СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru/>
Электронный каталог «Научные журналы СПбГУПТД»: <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